

Wpływ nawożenia mineralnego i organicznego na plonowanie i jakość nasion bobiku

¹Jerzy Księżak, ²Kazimierz Kęsik

¹Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, ²Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

Abstrakt. Doświadczenia polowe zakładano jesienią w latach 2011–2015 r w RZD Grabów (51°23'N; 21°38'E) w układzie bloków losowanych (split-block), w 4 powtórzeniach. W doświadczeniu oceniano następujące sposoby nawożenia bobiku: A – bez nawożenia, B – nawożenie mineralne (N 20–30, P₂O₅ 40–60, K₂O 90–150 kg·ha⁻¹), C – słoma, D – słoma + nawożenie (N 35–45, P₂O₅ 25–47, K₂O 76–144 kg·ha⁻¹), E – międzyplon (gorczyca biała), F – międzyplon (gorczyca biała) + nawożenie (N 20–30, P₂O₅ 40–60, K₂O 70–150 kg·ha⁻¹). Na wszystkich obiektach zastosowano MgO w dawce od 40 do 80 kg·ha⁻¹. Dawki nawożenia azotem (saletra amonowa), fosforem (superfosfat potrójny) i potasem (sól potasowa) ustalono na podstawie wyników analiz glebowych wykonanych wiosną przed siewem bobiku. Do nawożenia bobiku zastosowano słomę z pszenicy ozimej

Zastosowanie nawożenia organicznego z aplikacją wiosną pełnego nawożenia mineralnego wpływało korzystnie na plon nasion i białka bobiku, liczbę strąków i nasion oraz masę nasion na roślinie, powodowało zwiększenie zawartości popiołu, stosunkowo słabo oddziaływało na zawartość białka, włókna i makroelementów (fosfor i potas) oraz masę 1000 nasion i liczbę nasion w strąku. Przyoranie całej biomasy międzyplonu lub zastosowanie słomy wpływało korzystnie za zawartość C_{org} w warstwie ornej przed siewem bobiku, a aplikacja nawożenia mineralnego powodowała szybszy jej rozkład. Na koncentrację P i K w glebie, na której był uprawiany bobik, mały wpływ miało zastosowanie słomy lub wysiew gorczycy białej, natomiast nawożenie mineralne przed siewem wpływało korzystnie na zasobność warstwy ornej w oba makroskładniki.

słowa kluczowe: bobik, nawożenie organiczne, nawożenie mineralne

WSTĘP

W Polsce w ostatnich latach znacznie ograniczono dopływ substancji organicznej do gleby. Jest to spowodowane w głównej mierze zmianą w strukturze zasiewów, w tym

przede wszystkim znaczącym zmniejszeniem powierzchni uprawy gatunków wzbogacających glebę w substancję organiczną, a także ograniczeniem ilości produkowanego obornika. Jednocześnie zanotowano zmniejszenie pogłowia bydła i trzody chlewnej, a wiele gospodarstw nie prowadzi produkcji zwierzęcej, co zmniejszyło wykorzystywanie słomy na paszę i ściółkę (Krasowicz, Kopiński, 2006). W związku z tym w wielu gospodarstwach, a nawet w całych rejonach powstaje nadwyżka słomy, głównie zbożowej, która obok biomasy międzyplonów może być ważnym elementem utrzymania zrównoważonego bilansu próchnicy w glebie (Kuś, Smagacz, 2001; Smagacz, 2003). Biomasa roślinna jest prekursorem trwałej materii organicznej, źródłem energii dla mikroorganizmów oraz wpływa na fizyczno-chemiczne właściwości gleby (Andrzejewska, 1993; Kotwica i in., 1998; Malicki, Michałowski, 1994; Smoliński i in., 1997). Jednak takie wykorzystanie słomy w uprawie zbóż może sprzyjać nasileniu występowania chorób grzybowych, gdyż wiele patogenów przeżywa na resztkach poźniwnych uprawianych roślin bądź jest zdolnych do saprofitycznego rozwoju w glebie (Mikołajska, 1993). Zagrożeń takich jest znacznie mniej w przypadku uprawy po zbożach roślin bobowatych. Zastosowaniu słomy sprzyja także powszechne wyposażenie kombajnów w rozdrabniacze umożliwiające pocięcie słomy i równomierne rozrzuconie na gruntach ornych, co znacznie ułatwia jej dokładne wymieszanie i przykrycie wierzchnią warstwą gleby. Ze względu na małe wymagania przedplonowe oraz zdolność systemu korzeniowego do pobierania składników pokarmowych ze związków trudno dostępnych bobik, pomimo iż ma duże wymagania pokarmowe, najczęściej jest uprawiany po zbożach. Tym tłumaczy się także częsty brak reakcji bobiku na nawożenie fosforem i potasem na glebach o średniej zasobności w te składniki. Dotychczas nie była poznana reakcja tego gatunku na nawożenie słomą oraz biomasą międzyplonów ścierniskowych.

Hipoteza badań zakłada, że łączne zastosowanie słomy lub międzyplonu wraz z aplikacją nawozów mineralnych wpłynie korzystnie na plonowanie bobiku.

Autor do kontaktu:

Jerzy Księżak
e-mail: jerzy.ksiezak@iung.pulawy.pl
tel. +48 81 4786 791

Celem badań była ocena wpływu stosowania słomy i międzyplonu ścierniskowego oraz nawożenia mineralnego na wzrost i rozwój oraz plonowanie i jakość nasion bobiku.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe zakładano jesienią w latach 2011–2015 r w RZD Grabów (51°23'N; 21°38'E) w układzie bloków losowanych (split-block), w 4 powtórzeniach. W doświadczeniu oceniano następujące sposoby nawożenia bobiku: A – bez nawożenia, B – nawożenie mineralne (N – 20–30, P₂O₅ – 40–60, K₂O – 90–150 kg·ha⁻¹), C – słoma, D – słoma + nawożenie (N – 35–45, P₂O₅ – 25–47, K₂O – 76–144 kg·ha⁻¹), E – międzyplon (gorczyca biała), F – międzyplon (gorczyca biała) + nawożenie (N – 20–30, P₂O₅ – 40–60, K₂O – 70–150 kg·ha⁻¹). Na wszystkich obiektach zastosowano MgO w dawce od 40 do 80 kg·ha⁻¹. Dawki nawożenia azotem (saletra amonowa – 34%), fosforem (superfosfat potrójny – 46%) i potasem (sól potasowa – 60%) ustalono na podstawie wyników analiz glebowych wykonanych wiosną przed siewem bobiku. Zawartość azotu przed siewem bobiku zamieszczona jest w tabeli 1, a fosforu i potasu odpowiednio w tabelach 14 i 15. Do nawożenia bobiku zastosowano słomę z pszenicy ozimej.

Tabela 1. Zawartość azotu w glebie przed siewem bobiku (%)
Table 1. Content of N in soil before of baba bean sowing.

Sposoby nawożenia Fertilization method	2013	2014	2015
Kontrola – bez nawożenia Without fertilization – control	0,071	0,068	0,073
Słoma; Straw	0,074	0,081	0,073
Międzyplon; Catch crop	0,075	0,081	0,077

Obsada bobiku odmiany Sonet wynosiła 70 szt·m⁻². Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 30,0 m², a do zbioru 27,0 m². Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu pszennego dobrego, klasy IIIa. Bobik uprawiano po pszenicy ozimej. Siew wykonywano na przełomie marca i kwietnia. W celu odchwaszczenia bobiku stosowano Stomp 330 EC w dawce 3,5 l·ha⁻¹. Zbiór bobiku wykonywano w fazie dojrzałości pełnej, w pierwszej dekadzie sierpnia.

Wysiew międzyplonu ścierniskowego (gorczyca biała, odmiana Dara) oraz nawożenie słomą zbożową (około 5,0 t·ha⁻¹) wykonywano w drugiej połowie sierpnia. Plon zielonej masy gorczycy wynosił od 8,3 do 13,0 t·ha⁻¹ przy średniej zawartości suchej masy około 15,0%. Jak podają Jaskulski i Jaskulska (2004) w warunkach sprzyjających wzrostowi międzyplonów (ciepła, długa i umiarkowanie

wilgotna jesień) zanotowany plon zielonej masy międzyplonów wynosił ponad 22,0 t·ha⁻¹. Orkę przedzimową wykonywano w pierwszej dekadzie listopada.

Przed zbiorem na wybranych 10 roślinach bobiku z każdego poletka określono liczbę strąków na roślinie i liczbę nasion w strąku. Ponadto określono masę nasion na roślinie i masę tysiąca nasion. Po zbiorze określono plon nasion w przeliczeniu na 14% wilgotności. W nasionach określono zawartość azotu ogólnego i fosforu (analiza przepływowa CFA), zawartość potasu (emisyjna spektrometria atomowa), zawartość tłuszczu surowego, włókna surowego i popiołu (metoda wagowa). Przed siewem bobiku, w okresie kwitnienia i po zbiorze określono odczyn gleby (w wodzie; metoda potencjometryczna), oznaczono zawartość węgla (analiza elementarna), azotu (analiza elementarna), potasu (emisyjna spektrometria atomowa) i fosforu przyswajalnego (metoda spektrofotometryczna) (wyrażonego jako P i K w g·kg⁻¹ gleby). Ponadto określono stosunek C do N w glebie w zależności od zastosowanego sposobu nawożenia.

WYNIKI I DYSKUSJA

W pierwszym roku badań (2012) zanotowano znacznie mniejsze plony nasion bobiku niż w dwu następnych latach (tab. 3). Spowodowane to było głównie małą ilością opadów w trzeciej dekadzie czerwca i pierwszej dekadzie lipca (tab. 2). W tych warunkach zanotowano o od 0,31 do 0,86 t·ha⁻¹ wyższe plony bobiku we wszystkich obiektach nawożonych w stosunku do kontroli bez nawożenia mineralnego. Najwyżej plonował bobik, który w okresie jesiennym nawożony był słomą, zaś wiosną stosowano nawożenie mineralne. Średnio w drugim i trzecim roku badań (2013 i 2014) lepiej o około 20% plonował bobik (D, F) nawożony nawozami organicznymi i mineralnymi niż nie nawożony tymi nawozami (A). Również Bochniarz i in. (1987a) w roku o małej ilości opadów zanotowali znacznie, dwukrotnie, mniejsze plony bobiku niż w roku o korzystniejszym przebiegu pogody, ale jednocześnie reakcja bobiku na nawożenie fosforem w roku suchym była największa. Ponadto autorzy ci najsilniejszy wpływ nawożenia zarówno P, jak i K stwierdzili na glebach klasy IIIa. Natomiast w roku 2015 plony nasion bobiku były podobne jak w roku 2012, co było efektem małej ilości opadów w czerwcu i trzeciej dekadzie lipca oraz silnego wiatru w trzeciej dekadzie lipca, który spowodował połamanie roślin. Ponadto w lipcu i sierpniu panowały wysokie temperatury powietrza, co dodatkowo pogarszało warunki dla plonowania roślin.

Średnio za cztery lata oraz w lata wilgotne (2013 i 2014) wyższy poziom plonów o około 11–12,0% w stosunku do kontroli (bez nawożenia mineralnego) uzyskano z uprawy bobiku nawożonego wiosną nawozami mineralnymi (tab. 3). W latach 2012 i 2015 o niekorzystnym przebiegu warunków atmosferycznych różnica ta była

Tabela 2. Przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji bobiku
Table. 2. Course of weather conditions during the vegetation of faba bean.

Wyszczególnienie Description	Miesiąc; Month						Suma Sum
	III	IV	V	VI	VII	VIII	
	2012						
Opady; Rainfall [mm]	20,9	37,8	36,5	54,3	81,6	64,2	295,3
Temperatura; Temperature [°C]	5,8	9,6	15,3	17,7	20,9	18,8	14,7
	2013						
Opady; Rainfall [mm]	41,1	29,9	112	116,3	20,8	11,6	331,7
Temperatura; Temperature [°C]	6,1	8,3	15,3	18,6	19,7	19,2	14,5
	2014						
Opady; Rainfall [mm]	36,5	51,1	161,7	93,1	101,4	91,9	435,4
Temperatura; Temperature [°C]	6,0	9,9	13,5	15,2	20,4	17,9	13,8
	2015						
Opady; Rainfall [mm]	63,2	34,8	107,0	30,3	51,7	6,2	293,2
Temperatura; Temperature [°C]	4,5	8,1	12,7	16,9	19,7	22,1	14,0
	Średnia z lat 1871–2000						
Opady; Rainfall [mm]	30,0	39,0	57,0	71,0	84,0	75,0	356
Temperatura; Temperature [°C]	1,6	7,7	13,4	16,7	18,3	17,3	12,5

jeszcze większa i wynosiła około 14%. Wyższy poziom o 0,64 t·ha⁻¹ uzyskanego plonu zapewniła również uprawa bobiku po słomie lub międzyplonie (gorczyca biała) wysiewanym jesienią w stosunku do kontroli bez nawożenia mineralnego (różnice istotne). Ponadto łączne nawożenie nawozami naturalnymi w połączeniu z nawozami mineralnymi powodowało zwiększenie plonu nasion bobiku w stosunku do uprawianego tylko po gorczycy o około 8%, a po nawożeniu tylko słomą o około 6%. Jednak najlepsze wyniki produkcyjne uzyskano po łącznym zastosowaniu słomy lub międzyplonu wraz z aplikacją nawozów mineralnych, a zwyczajka plonu wynosiła ponad 22% w stosunku do bobiku nienawożonego. W odniesieniu do nawożenia bobiku fosforem i potasem informacji w literaturze jest stosunkowo mało. Wyniki Ziółka (1976a) pozwalają wnioskować, że na glebach zasobnych w P₂O₅ nie obserwuje się reakcji bobiku na nawożenie tym składnikiem. Ten sam autor w innych swoich badaniach (Ziółek 1976b) zanotował zwiększenie plonu o 2–3%. Również według Bochniarza i in. (1987a,b) reakcja na nawożenie fosforem i potasem nie wystąpiła na glebach o dużej zasobności w te składniki. Natomiast Songin (1975) zwraca uwagę na warunki wilgotnościowe, autorka stwierdziła bowiem zwiększenie o 4–5% plonu bobiku po zwiększeniu dawki potasu i azotu tylko w warunkach nawadniania. Jasińska i Malarz (1983) oraz Jasińska i Kotecki (1989) nie uzyskali również wyraźnego wzrostu plonu pod wpływem zwiększonych dawek P i K. Natomiast Bochniarz i in. (1987a), zwiększając dawki P₂O₅ do 150 kg·ha⁻¹, zanotowali wzrost plonu z 2,78 do 3,00 t·ha⁻¹, a pod wpływem wzrostu dawek K₂O do 270 kg·ha⁻¹ z 2,90 do 3,11 t·ha⁻¹. Bochniarz i Bochniarz (1989) w innej pracy podają, że na glebach lepszych nie należy oczekiwać wysokiej reakcji roślin na nawożenie fosforem i potasem, a największą efektywność nawożenia notowano na glebach

średnich. Rokosz i Podsiadło (2015) w rejonie północno-zachodnim Polski po zastosowaniu nawożenia mineralnego stwierdzili wzrost plonu o 0,43 t·ha⁻¹ w stosunku do bobiku nie nawożonego. Natomiast Jasim i in. (2016) zanotowali zwiększenie plonu nasion bobiku po zastosowaniu nawożenia mineralnego o około 41%, a organicznego (gnojowica) o około 31% w stosunku do obiektu kontrolnego. Wyniki badań Podleśnej (2015) przeprowadzonych w warunkach kontrolowanych wskazują, że większa dostępność K dla roślin bobiku spowodowała wzrost plonu nasion od 100 do 140% w porównaniu do plonu uzyskanego przez rośliny rosnące w warunkach niedoboru tego składnika. W dostępnej literaturze brakuje opracowań dotyczących wykorzystania słomy zbóż lub międzyplonów ścierniskowych do nawożenia roślin bobowatych. Większość prac dotyczy możliwości wykorzystania ich w uprawie zbóż (Duer, 1996; Kotecki i in., 2003; Siuta, 1999; Smagacz, 2010; Spiak in., 2002), a tylko nieliczne oceniają możliwość jej wykorzystania do nawożenia rzepaku (Kotecki i in., 2002). Smagacz (2010) nie wykazał korzystnego oddziaływania nawożenia słomą na wydajność pszenicy. Autor ten zanotował także tendencję spadkową plonowania pszenicy ozimej w miarę zwiększania częstotliwości stosowania słomy, a w lata suche notowano mniejsze plony pszenicy uprawianej na słomie w porównaniu do kontroli bez słomy. Wyniki czteroletnich badań prowadzonych przez Siutę (1999) na pszenicy uprawianej w monokulturze na madzie średniej wskazują, iż zwiększenie dawki słomy powodowało przyrost o 3–6% (różnice nieistotne) plonu ziarna. Na zbliżoną wielkość przyrostu plony ziarna wskazują również Pawłowski i Wesołowski (1991) oraz Schönmeier i Rehbein (1988). Prace niektórych autorów (Duer, 1996; Kotecki i in., 2003; Spiak in., 2002) dowodzą niekorzystnego oddziaływania przyoranej słomy na plono-

wanie zbóż, a obniżka plonu wynosiła od 0,53 do 0,69 t·ha⁻¹. Niekorzystny wpływ słomy wprowadzonej do gleby wynika z biologicznego uwstecznienia przyswajalnego azotu. Wskazują na to wyniki Jaskulskiego i Jaskulskiej (2004), którzy stwierdzili mniejszą zawartość N mineralnego w glebie w obiekcie nawożonym słomą w porównaniu z obiektem, gdzie nie stosowano takiego nawożenia. Ponadto jak podaje Lynch (1983) przy założeniu, że 35% masy węgla ze słomy wykorzystywane jest na biosyntezę masy drobnoustrojów, teoretycznie powoduje to okresowy niedobór azotu (1,5 g na 100 g słomy). Natomiast Kotecki i in. (2002) podają, że nawożenie słomą podnosiło plon rzepaku o około 7% w stosunku do obiektu bez słomy.

Większą o około 13,0 g·kg⁻¹ zawartością białka niż w pozostałych latach prowadzenia doświadczeń charakteryzowały się nasiona bobiku w roku 2012 (tab. 4). Ograniczona ilość opadów w okresie wegetacji wpływała korzystnie na akumulację tego składnika. Natomiast zbliżona i nieco większa jego ilość była akumulowana w trzech następujących latach. Zastosowanie nawożenia organiczne-

go miało stosunkowo mały wpływ na ilość gromadzonego białka (obiekt C i E). W pierwszych dwóch latach (2012 i 2013) zanotowano średnio o 4,5 g·kg⁻¹ mniejszą zawartość białka w obiektach nawożonych słomą i nawozami mineralnymi (D) lub międzyplonem i nawozami mineralnymi (F) niż nawożonych tylko nawozami naturalnymi (C i E). Jasińska i Malarz (1983) podają, że nawożenie fosforem i potasem okazało się nieuzasadnione, a nawet wystąpiła pewna tendencja do obniżenia zawartości białka, z 32,4 do 32,1%, i innych makroskładników pod wpływem tego nawożenia. Według Dietrych-Szóstak i in. (1989) zastosowanie azotu i fosforu zwiększało zawartość białka w nasionach bobiku w odniesieniu do kontroli. Kulig i Ziółek (1997) również obserwowali zwiększenie zawartości białka w nasionach bobiku po zastosowaniu azotu z 27,1% do 27,5%, ale jednocześnie korzystniej na tę cechę oddziaływało dolistnie dokarmianie tym składnikiem. Natomiast Mekki (2016) zanotował zwiększenie zawartości tego składnika pod wpływem nawożenia organicznego z 24,9% do 35,5%. Zdecydowanie większy plon białka, po-

Tabela 3. Plon nasion bobiku w zależności od sposobu nawożenia [t·ha⁻¹]

Table 3. Yield of faba bean seeds depending on fertilization method.

Sposoby nawożenia Fertilization method		2012	2013	2014	2015	Średnia Mean 2012 i 2015	Średnia Mean 2013 i 2014	Średnia Mean 2012–2015
A	Kontrola – bez nawożenia Without fertilization – control	1,83	3,16	4,44	1,80	1,82	3,80	2,81
B	Kontrola; Control + NPK	2,19	3,27	5,17	1,95	2,07	4,22	3,14
C	Słoma; Straw	2,16	3,39	5,32	1,98	2,07	4,36	3,21
D	Słoma; Straw + NPK	2,69	3,54	5,40	2,08	2,39	4,47	3,43
E	Międzyplon; Catch crop	2,14	3,47	5,25	2,01	2,08	4,32	3,22
F	Międzyplon; Catch crop + NPK	2,50	3,93	5,37	2,09	2,30	4,65	3,47
Średnia; Mean		2,25	3,46	5,11	1,98	2,12	4,30	3,21
NIR _{0,05} ; HSD _{0,05}		0,155	0,177	0,692	0,203			

Tabela 4. Zawartość i plon białka bobiku w zależności od sposobu nawożenia

Table 4. Content and yield of protein of faba bean depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Fertilization method [#]	Zawartość białka; Protein content [g·kg ⁻¹]					Plon białka; Yield of protein [kg·ha ⁻¹]				
	2012	2013	2014	2015	średnia mean	2012	2013	2014	2015	średnia mean
A	278,0	267,5	265,6	277,5	272,2	508,7	845,3	1179,3	499,5	758,2
B	279,4	266,3	271,9	275,0	273,2	611,9	870,8	1408,4	536,3	856,8
C	290,0	272,5	271,9	262,5	274,2	626,4	923,8	1446,5	519,7	879,1
D	283,1	269,4	278,7	262,5	273,4	751,5	953,7	1504,9	546,1	939,0
E	285,0	275,6	262,5	268,7	273,0	609,9	956,3	1378,1	540,1	871,1
F	281,9	269,4	273,1	271,2	273,9	704,5	1028,7	1466,6	566,8	941,6
Średnia; Mean		282,9	270,0	270,6	269,6	635,4	930,9	1397,5	535,2	874,7
NIR _{0,05} ; HSD _{0,05}		2,81	3,04	3,73	5,28	32,49	23,98	56,31	24,69	

patrz tabela 3; see Table 3

dobnie jak plon nasion, zanotowano w latach 2013 i 2014 o korzystniejszym przebiegu warunków atmosferycznych w okresie wegetacji, a najmniejszy w roku 2012 o zdecydowanie mniejszej ilości opadów i mniej równomiernym ich rozkładzie (tab. 4). Znacząco większy o około 24% plon białka zanotowano w obiektach nawożonych, a zwłaszcza tam, gdzie aplikowano łącznie nawożenie organiczne i mineralne (D i F) (różnice istotne). Natomiast Jasińska i Malarz (1983) zanotowali tylko 1,0% zwiększenie plonu tego składnika.

Zastosowane nawożenie mineralne i organiczne wpływało istotnie na zawartość włókna w nasionach bobiku (tab. 5). Większą o około 3,0% koncentracją tego składnika w stosunku do kontroli charakteryzowały się nasiona z obiektów nawożonych nawozami organicznymi i mineralnymi (obiekt B–F). Obserwowano także niewielkie zmniejszenie ilości włókna (o około 2%) w nasionach bobiku nawożonego mineralnie i nawozami organicznymi (obiekt D i F) w stosunku do nawożonych tylko słomą lub międzyplonem (C i E). Ponadto średnia zawartość włókna w roku 2013 i 2014 była większa o ponad 11,0% niż w latach 2012 i 2015. Więcej tłuszczu kumulowane było w nasionach w roku 2015 o stosunkowo małej ilości opadów w końcu lipca i na początku czerwca, natomiast o około 50,0% mniej w roku 2014 o znacznie większej ilości opadów atmosferycznych w okresie wegetacji w porównaniu ze średnią z wielolecia (tab. 4). Ponadto średnio w okresie prowadzenia badań łącznie nawożenie mineralne i organiczne nieco korzystniej oddziaływało na zawartość tłuszczu w nasionach tego gatunku (obiekt D i F) niż nawożonych tylko nawozami organicznymi (C i E). W roku 2015 nasiona zawierały o około 7% więcej popiołu niż średnio w trzech pierwszych latach prowadzenia doświadczenia. W roku 2012 i 2013 zastosowane różne sposoby nawożenia nie miały wpływu na zawartość tego składnika w nasionach bobiku. Ponadto w dwu następnych latach kom-

pleksowe nawożenie bobiku słomą lub międzyplonem w połączeniu z nawozami mineralnymi powodowało zwiększenie o 3,5 g·kg⁻¹ zawartości popiołu w nasionach bobiku w stosunku do obiektu kontrolnego (tab. 6).

Średnia zawartość fosforu w nasionach bobiku w okresie 4-letnich doświadczeń i niezależnie od zastosowanego sposobu nawożenia wynosiła 2,68 g·kg⁻¹ s.m. W roku 2012, 2014 i 2015 była ona większa o 3,7%, a w roku 2013 mniejsza o około 11,0% niż średnio w okresie badań. Mniejsza ilość tego składnika gromadzona w roku 2013 spowodowana była prawdopodobnie dużą ilością opadów w okresie wegetacji, a zwłaszcza w maju i czerwcu. Najmniejszą zawartość potasu podobnie jak fosforu zanotowano w roku 2013, a największą w roku 2014. W pierwszym i czwartym roku zawartość omawianego składnika była zbliżona do średniej z czterech lat (tab. 7). Zastosowane zróżnicowane nawożenie wywierało stosunkowo mały wpływ na kumulację tych makroelementów w nasionach bobiku, chociaż nieco więcej zawierały ich nasiona roślin nawożonych mineralnie – fosforu o 0,10 g·kg⁻¹ s.m, potasu o 0,38 g·kg⁻¹ s.m. (obiekt B, D i F). Nowak i in. (1995) podają, że zawartość makroskładników w nasionach bobiku tylko w stosunkowo niewielkim stopniu zależała od wielkości zastosowanych dawek fosforu i potasu, a zanotowane różnice wynosiły od 2,0 do 3,0%. Dietrych-Szóstak i in. (1989) nie zanotowali wpływu nawożenia N, P i K na zawartość makroskładników C, N, P, K, Ca i MgO w nasionach bobiku, a wzrost dawki nawożenia danym składnikiem powodował wzrost jego zawartości w nasionach. Podobnie Podleśna (2015) zaobserwowała wzrost zawartości K w nasionach bobiku z 1,0 do 1,3%, a w strąkach w okresie dojrzałości pełnej z 0,5 do 0,6% pod wpływem zwiększonych dawek tego składnika. Również zastosowanie nawożenia organicznego zdaniem Mekki (2016) nie powodowało zmiany ilości fosforu w nasionach bobiku w stosunku do obiektu kontrolnego.

Tabela 5. Zawartość włókna surowego i tłuszczu w nasionach bobiku w zależności od sposobu nawożenia [g·kg⁻¹ s.m]
Table. 5. Concentrations of crude fibre and fat in faba bean seeds depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	Włókno surowe Crude fibre					Tłuszcz Fat				
	2012	2013	2014	2015	średnia mean	2012	2013	2014	2015	średnia mean
A	61,0	67,2	68,0	68,0	66,1	18,8	22,0	15,5	30,0	21,6
B	61,4	68,0	70,0	66,0	66,4	19,8	26,0	14,0	30,0	22,5
C	66,0	71,8	73,0	66,0	69,2	24,8	27,0	14,0	34,0	25,0
D	64,2	70,1	71,5	65,6	67,9	25,4	28,0	15,1	35,0	25,9
E	68,4	72,6	69,0	66,8	69,2	23,6	24,0	13,9	29,0	22,6
F	64,0	71,1	70,0	65,1	67,6	24,3	25,3	14,2	30,0	23,5
Średnia, Mean	64,2	70,1	70,3	66,3		22,8	25,4	14,9	31,7	
NIR _{0,05} ; HSD _{0,05}	3,97	3,88	3,73	r.n.		3,24	4,84	r.n.	5,14	

r.n. – różnice nieistotne; nonsignificant differences

patrz tabela 3; see Table 3

Tabela 6. Zawartość popiołu w nasionach bobiku w zależności od sposobu nawożenia [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.]
Table 6. Concentrations of ash in pea seeds depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	2012	2013	2014	2015	Średnia Mean
A	36,8	37,0	35,3	39,2	37,1
B	38,1	38,0	36,0	43,9	39,0
C	39,5	38,0	39,0	40,8	39,3
D	39,8	38,0	40,0	41,2	39,8
E	38,4	37,0	38,0	37,8	37,8
F	39,2	37,0	39,0	42,6	39,5
Średnia, Mean	38,6	37,5	37,9	40,9	38,7
NIR _{0,05} ; HSD _{0,05}	r.n.	r.n.	4,02	4,35	

patrz tab. 3; see Table 3

r.n. – różnice nieistotne; nonsignificant differences

Pod wpływem zastosowanych różnych sposobów nawożenia następowały zmiany w architekturze ładu bobiku (tab. 8-10). Rośliny nawożone mineralnie oraz słomą i wysiewane po międzyplonie zawiązywały więcej o 7% strąków oraz wytwarzały większą o około 9% masę nasion na roślinie niż w obiekcie kontrolnym bez nawożenia mineralnego. Zastosowanie nawożenia organicznego i mineralnego w uprawie tego gatunku miało nieistotny wpływ na liczbę nasion w strąku i masę tysiąca nasion. Ponadto w roku 2014 o dużej ilości opadów w okresie wegetacji rośliny bobiku odznaczały się istotnie większą liczbą strąków oraz masą nasion na roślinie. Natomiast mała ilość opadów i ich nierównomierny rozkład w okresie wegetacji w roku 2012 i 2015 wpływał najmniej korzystnie na rośliny bobiku. Mekki (2016) po zastosowaniu nawożenia organicznego w uprawie bobiku obserwował zmniejszanie liczby strąków i nasion na roślinie oraz korzystne oddziaływanie na masę nasion na roślinie i masę tysiąca nasion.

Jasińska i Malarz (1983) nie stwierdzili wyraźnego wpływu fosforu i potasu na liczbę strąków na roślinie bobiku (kontrola – 5,5 szt., nawożenie P i K – 6,1 szt.) oraz masę 1000 nasion (kontrola 500 g, nawożenie P i K – 502 g). Według Dietrych-Szóstak i in. (1989) rośliny bobiku na nawożenie azotem i fosforem reagowały zwiększeniem ilości strąków i nasion na roślinie, natomiast ograniczały masę 1000 nasion w stosunku do kontroli. Według Podlesnej (2015) w kontrolowanych warunkach bobik nawożony dawką 250 mg K/wazon zawiązywał 21,7 nasion, a nawożony 1500 mg/wazon – 31,0 nasion na roślinie. Zdaniem tej autorki lepsze zaopatrzenie roślin w potas wpływało na znaczne zmniejszenie liczby nasion niewykształconych na roślinie (z 7,0 do 3,7), a zwiększenie wykształconych (z 14,7 do 27,3 szt. na roślinie). Ponadto większa dawka potasu wpływała korzystnie na liczbę wykształconych strąków na roślinie (wzrost z 8,8 do 11,5 sztuk), wypełnionych nasion w strąku (wzrost o 11,3%) oraz masę wykształconych nasion na roślinie (wzrost z 5,7 g do 12,3 g).

Zawartość C_{org} w warstwie ornej przed siewem bobiku była znacznie większa w obiektach, w których jesienią wysiewano gorczycę białą lub stosowano słomę niż w obiekcie kontrolnym (tab. 11). Zastosowanie nawożenia mineralnego powodowało szybszy rozkład masy organicznej w glebie i w okresie zbioru obserwowano jej mniejszą koncentrację niż w czasie kwitnienia (w roku 2012 nie oznaczono zawartości C_{org} w okresie kwitnienia). Mniejszą ilość C_{org} stwierdzono także w glebie, na której bobik był nawożony mineralnie niż w glebie bez nawożenia mineralnego. Ponadto zanotowano także niewielkie zróżnicowanie stosunku C/N w okresie kwitnienia i przed zbiorem pod wpływem nawożenia organicznego, jak i mineralnego stosowanego w uprawie bobiku. Jedynie w roku 2015 przed zbiorem zanotowano mniejszy stosunek tych składników w porównaniu do stwierdzonego w pozostałych latach (tab. 12). Odczyn gleby przed siewem bobiku w roku 2013 i 2014 w obiekcie kontrolnym był niższy niż

Tabela 7. Zawartość fosforu (P) i potasu (K) w nasionach bobiku w zależności od sposobu nawożenia [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.]
Table 7. Concentrations of phosphorus and potassium in faba bean seeds depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	Zawartość fosforu Phosphorus content					Zawartość potasu Potassium content				
	2012	2013	2014	2015	średnia mean	2012	2013	2014	2015	średnia mean
A	2,66	2,44	2,70	2,70	2,63	10,37	9,96	10,71	9,96	10,25
B	2,74	2,53	2,75	2,79	2,70	10,62	10,13	11,12	10,79	10,66
C	2,79	2,31	2,79	2,74	2,66	10,54	9,96	11,12	9,96	10,40
D	2,88	2,40	2,92	2,88	2,77	10,71	10,04	11,45	10,29	10,62
E	2,83	2,27	2,70	2,74	2,64	10,29	9,79	10,96	9,96	10,25
F	2,88	2,35	2,79	2,83	2,71	10,62	10,04	11,12	10,62	10,60
Średnia, Mean	2,80	2,38	2,77	2,78	2,68	10,52	9,99	11,08	10,41	10,50

patrz tab. 3; see Table 3

Tabela 8. Liczba strąków na roślinie i liczba nasion w strąku bobiku w zależności od sposobu nawożenia [szt.]
Table 8. Number of pods per plant and number of seeds per pod of faba bean depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant					Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod				
	2012	2013	2014	2015	średnia mean	2012	2013	2014	2015	średnia mean
A	6,48	9,23	17,90	7,15	10,2	2,73	2,85	2,75	1,28	2,4
B	6,95	10,53	19,23	7,14	11,0	2,76	2,68	2,77	1,28	2,4
C	6,68	10,70	18,95	6,85	10,8	2,91	2,76	2,70	1,29	2,4
D	7,18	10,90	19,37	6,83	11,1	2,94	2,76	2,74	1,31	2,4
E	6,50	10,77	18,60	6,95	10,7	2,88	2,78	2,88	1,30	2,5
F	7,15	10,94	18,88	6,90	11,0	2,84	2,74	2,82	1,31	2,4
Średnia; Mean	6,82	10,51	18,83	6,97		2,84	2,76	2,77	1,30	
NIR _{0,05} ; HSD _{0,05}	0,410	0,398	0,426	0,355		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	

r.n. – różnice nieistotne; nonsignificant differences

[#] patrz tabela 3; see Table 3

Tabela 9. Masa tysiąca nasion bobiku w zależności od sposobu nawożenia [g]

Table 9. Thousand seed weight of faba bean depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	2012	2013	2014	2015	Średnia Mean
A	491,2	463,4	442,1	485,0	470,4
B	504,3	474,2	484,3	489,0	487,9
C	480,5	477,3	457,1	486,6	475,4
D	498,1	487,4	487,0	480,9	488,4
E	489,2	489,3	454,4	489,2	480,5
F	485,2	490,1	488,2	497,6	490,3
Średnia; Mean	491,4	480,3	468,8	488,1	482,1
NIR _{0,05} HSD _{0,05}	r.n.	r.n.	37,95	r.n.	

r.n. – różnice nieistotne; nonsignificant differences

[#] patrz tabela 3; see Table 2

Tabela 10. Masa nasion na roślinie bobiku w zależności od sposobu nawożenia [g]

Table 10. Seed weight per plant of faba bean depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	2012	2013	2014	2015	Średnia Mean
A	8,67	12,38	26,26	10,13	14,36
B	9,75	14,76	27,02	10,16	15,42
C	9,83	14,55	27,36	10,11	15,46
D	9,82	14,71	28,76	10,63	15,98
E	8,88	14,63	27,85	10,28	15,41
F	9,93	14,89	28,91	10,22	15,99
Średnia; Mean	9,48	14,31	27,69	10,26	14,97
NIR _{0,05} HSD _{0,05}	0,34	0,40	0,38	0,34	

r.n. – różnice nieistotne; nonsignificant differences

[#] patrz tabela 3; see Table 2

w obiektach, gdzie wysiewano gorczycę białą i stosowano słomę (tab. 13). Natomiast w okresie kwitnienia i przed zbiorem odczyn gleby był bardzo podobny niezależnie od sposobu nawożenia bobiku (w roku 2012 w okresie kwitnienia nie oznaczono odczynu). Smagacz (2010), stosując trzykrotnie w rotacji przyorywanie słomy bez nawożenia N wyrównującego stosunek C/N, stwierdził w warstwie ornej zwiększenie zawartości próchnicy z 1,31% (kontrola) do 1,36%. Ponadto zanotował o około 6 mg·(100 g)⁻¹ gleby większą zawartość P₂O₅ (kontrola 13,2 mg·(100 g)⁻¹) oraz niewielkie zróżnicowanie ilości K₂O i MgO. Lipavsky i in. (2008) na podstawie wieloletnich badań wskazują, że działanie nawozowe słomy z dodatkami azotu było podobne jak obornika, natomiast w odniesieniu do gro-

madzonego C organicznego w glebie oddziaływanie było nieco mniejsze. Również Strumpe i in. (2000) potwierdzają pozytywny wpływ przyorywania słomy na zawartość próchnicy i przyswajalnych składników pokarmowych (P, K, Mg), chociaż występujące różnice ich zawartości w glebie nie zawsze były potwierdzone statystycznie.

W roku 2012 w okresie kwitnienia nie oznaczono zawartości P i K w glebie, natomiast w latach 2013 i 2015 zawartość P w tym okresie i przed zbiorem była zbliżona i znacząco mniejsza niż przed siewem bobiku (tab. 14). Natomiast w roku 2014 najmniej P zanotowano w okresie kwitnienia bobiku, co prawdopodobnie było spowodowane dużą ilością opadów w tym okresie. Koncentracja K w glebie w roku 2013 i 2015 przed siewem, jak i w okresie

Tabela 11. Zawartość $C_{org.}$ w glebie w zależności od sposobu nawożenia [$g \cdot kg^{-1}$]
 Table 11. Content $C_{org.}$ in soil depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	Przed siewem Before sowing				Kwitnienie Flowering			Zbiór Harvest			
	2012	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
A					0,82	0,75	0,72	0,73	0,82	0,81	0,71
B	0,73	0,70	0,84	0,86	0,82	0,84	0,71	0,75	0,80	0,81	0,68
C					0,80	0,89	0,74	0,78	0,79	0,93	0,74
D	0,78	0,73	0,99	0,84	0,78	0,87	0,70	0,77	0,78	0,84	0,65
E					0,78	0,86	0,70	0,82	0,79	0,88	0,71
F	0,81	0,74	0,96	0,87	0,77	0,84	0,70	0,79	0,76	0,84	0,70

[#] patrz tabela 3; see Table 3

Tabela 12. Stosunek C/N glebie w zależności od sposobu nawożenia
 Table 12. Ratio C/N in soil depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	Kwitnienie Flowering			Zbiór Harvest		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
A	13,4	10,5	10,3	12,2	10,2	9,6
B	13,0	10,0	10,1	12,3	9,2	8,9
C	13,8	10,7	10,0	12,7	10,9	8,3
D	13,2	10,1	9,3	12,3	10,1	8,5
E	13,4	10,5	10,0	12,2	9,9	8,9
F	13,2	10,0	10,0	12,7	9,7	9,1

[#] patrz tabela 3; see Table 3

kwitnienia i zbioru była stosunkowo mało zróżnicowana (tab. 15). Natomiast w roku 2014 ilość K była mniejsza niż w pozostałych latach, co prawdopodobnie było związane, podobnie jak w przypadku P, z obfitymi opadami w tym okresie (tab. 15). Znacząco większe różnice zanotowano w roku 2015, co było efektem małego pobrania przez rośliny bobiku spowodowanego występowaniem długich okresów bez opadów atmosferycznych. Zastosowanie nawożenia mineralnego przed siewem bobiku wpływało korzystnie na zasobność K i P w warstwie ornej gleby,

a zwłaszcza w okresie kwitnienia. Na koncentrację obu makroskładników w glebie w okresie kwitnienia i przed zbiorem mały wpływ miało zastosowanie słomy lub wysiew gorczyicy białej. Jaskulski i Jaskulska (2004) oraz Kotwica i in. (2015) stwierdzili jesienią mniejszą o około 5 $mg \cdot kg^{-1}$ gleby zawartość N_{min} w glebie, na której uprawiano międzyplony lub stosowano słomę, niż w obiekcie kontrolnym (16,3 $mg \cdot kg^{-1}$ gleby). Natomiast zdaniem tych autorów uprawa międzyplonu ścierniskowego zwiększa wiosną zawartość N_{min} w wierzchniej warstwie gleby z 17,0 do 17,74 $mg \cdot kg^{-1}$ gleby. Na brak prostej zależności pomiędzy ilością biomasy międzyplonów a ich regenerującym oddziaływaniem w zmianowaniu wskazują również Kuś i Jończyk (2000), a Dziadowiec (1987) podaje, że słoma stanowiąca źródło C organicznego i energii zwiększa zapotrzebowanie mikroorganizmów na N mineralny. Według Lynch (1983) przy założeniu, że 35% masy węgla ze słomy wykorzystywane jest na biosyntezę masy drobnoustrojów, teoretycznie powoduje to okresowy niedobór N w ilości 1,5 g na 100 g słomy. Natomiast Roper (1983) w warunkach polowych po przyoraniu słomy obserwował istotne zwiększenie liczebności bakterii wiążących azot i podwyższoną aktywność nitrogenazy. Natomiast Iqbal i in. (2013) informują, iż biomasa pozostawiona na polu wpływa korzystnie na retencję wody w glebie, a jej oddziaływanie zależy od właściwości chemicznych i stopnia rozkładu.

Tabela 13. Odczyn gleby w zależności od sposobu nawożenia
 Table 13. The reaction (pH) of soil depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	Przed siewem Before sowing				Kwitnienie Flowering			Zbiór Harvest			
	2012	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
A					4,8	5,6	5,9	5,4	4,8	5,5	6,9
B	5,6	5,8	5,4	7,1	4,7	5,7	6,1	5,5	4,9	5,7	6,0
C					5,0	5,8	5,6	5,7	5,0	5,8	5,8
D	6,1	5,9	6,1	7,0	4,9	6,0	5,7	5,8	4,9	6,0	6,1
E					4,9	5,9	5,7	5,7	4,8	5,7	5,6
F	6,2	6,3	5,7	6,9	4,7	5,9	5,7	5,6	4,7	5,8	5,8

[#] patrz tabela 3; see Table 3

Tabela 14. Zawartość P glebie w zależności od sposobu nawożenia bobiku [g·kg⁻¹]
Table 14. Content of P in soil depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	Przed siewem Before sowing				Kwitnienie Flowering			Zbiór Harvest			
	2012	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
A					65,4	40,1	79,8	75,0	65,4	88,94	75,4
B	73,7	76,7	75,4	120,3	64,1	58,4	86,3	72,4	70,2	101,58	103,8
C					66,7	19,9	67,6	82,0	66,3	91,96	85,0
D	75,9	82,4	85,9	106,4	64,1	63,6	72,4	78,9	63,7	95,92	85,4
E					62,4	40,5	77,2	78,5	63,2	86,76	81,5
F	78,9	85,0	73,2	116,4	69,3	78,8	81,9	78,9	66,7	93,30	92,4

[#] patrz tabela 3; see Table 3

Tabela 15. Zawartość K w glebie w zależności od sposobu nawożenia bobiku potasem [g·kg⁻¹]
Table 15. Content of K in soil depending on method of fertilization.

Sposoby nawożenia [#] Method of fertilization [#]	Przed siewem Before sowing				Kwitnienie Flowering			Zbiór Harvest			
	2012	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
A					133,6	83,8	85,5	97,1	107,1	67,2	102,9
B	78,8	90,5	55,6	171,8	127,8	89,6	116,2	101,3	127,8	75,5	166,8
C					108,7	72,2	90,5	110,4	111,2	83,0	68,9
D	73,9	102,9	94,6	106,2	119,5	102,1	115,4	97,1	117,9	98,8	88,8
E					85,5	77,2	98,8	122,8	83,83	67,23	101,3
F	93,0	107,9	84,7	131,1	136,1	93,0	180,1	128,6	97,11	72,21	190,9

[#] patrz tabela 3; see Table 3

PODSUMOWANIE

Zastosowanie nawożenia mineralnego i organicznego z aplikacją wiosną pełnego nawożenia mineralnego wpływało korzystnie na plon nasion i białka bobiku, liczbę strąków i nasion oraz masę nasion na roślinie, powodowało zwiększenie zawartości popiołu, stosunkowo słabo oddziaływało na zawartość białka, włókna i makroelementów (fosfor i potas) oraz masę 1000 nasion i liczbę nasion w strąku.

Przyoranie całej biomasymiedzyplonu lub zastosowanie słomy wpływało korzystnie na zawartość C_{org.} w warstwie ornej przed siewem bobiku, a aplikacja nawożenia mineralnego powodowała szybszy jego rozkład.

Na koncentrację P i K w glebie, na której był uprawiany bobik, mały wpływ miało zastosowanie słomy lub wysiew gorczycy białej, natomiast nawożenie mineralne przed siewem wpływało korzystnie na zasobność warstwy ornej w oba makroskładniki.

PIŚMIENNICTWO

- Andrzejewska J., 1993.** Wsiewki poplonowe seradeli w pszen-żyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Cz. I. Plony ziarna i słomy zbóż. Zeszyty Naukowe ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 33:61-70.
- Bochniarz J., Bochniarz M., Filipiak K., 1987a.** Wpływ nawożenia fosforem i azotem na plonowanie bobiku (*Vicia*

faba minor) uprawianego na nasiona. Pamiętnik Puławski, 89: 41-55.

Bochniarz J., Bochniarz M., Lenartowicz W., 1987b. Wpływ nawożenia potasem i azotem na plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*) uprawianego na nasiona. Pamiętnik Puławski, 89: 57-67.

Bochniarz J., Bochniarz M., 1989. Wpływ nawożenia fosforem i potasem na plonowanie bobiku w uprawie na nasiona. Rocznik Nauk Rolniczych, A, 108(2): 137-151.

Dietrych-Szóstak D., Płoszyński M., Żurek J., 1989. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego, fosforowego i potasowego na wybrane elementy plonu, na jakość białka oraz na zawartość makroelementów w nasionach bobiku., Mat. konf. nauk. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”. IUNG Puławy, 8-9 listopada, Cz. II: 152-155.

Duer I., 1996. Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. Fragmenta Agronomica, 13(1): 29-43.

Dziadowiec M., 1987. Przemiany w glebie słomy zbóż stosowanej jako nawóz organiczny I jej agroekologiczne działanie. Postępy Nauk Rolniczych, 4: 39-58.

Iqbal S., Nisar ur Rehman, Kortz U., Iqbal J., 2013. Development of a fast and efficient CE enzyme assay for the characterization and inhibition studies of alpha-glucosidase inhibitors. Journal of Separation Science, 36(21-22): 3623-3628.

Jaskulski D., Jaskulska I., 2004. Wpływ nawożenia słomą, międzyplonów ścierniskowych i zróżnicowanej uprawy roli na niektóre właściwości gleby w ogniwie pszenica ozima – jęcz-

- mień jary. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, 3(2): 151-163.
- Jasim A.H., Atab H.A, Abed H.M., 2016.** Effect of chemical and organic soil fertilizers and their interactions with some foliar fertilizers on growth and yield of broad bean (*Vicia faba*). *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 2016, 19(2): 149-156.
- Jasińska Z., Malarz W., 1983.** Wpływ nawożenia fosforowo-potasowego i zagęszczenia roślin na rozwój i plonowanie lubinu białego i bobiku. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Rol. XL*, 141: 135-141.
- Jasińska Z., Kotecki A., 1989.** Cechy morfologiczne, a plonowanie bobiku. *Mat. konf. nauk. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych” IUNG Puławy 8-9 listopada, Cz. II* :14-20.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 2002.** Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego. Cz. I. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego. *Roślin Oleiste, XXIII*: 287-301.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 2003.** Wpływ nawożenia resztkami pozbiorowymi rzepaku ozimego i azotem na rozwój, plonowanie oraz skład chemiczny ziarna pszenicy. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, 2(1): 31-40.
- Kotwica K., Breza-Boruta B., Gałęzewski L., Jaskulska I., 2015.** Wpływ stosowania słomy i użyźniacza UG_{max} na właściwości gleby oraz plonowanie pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze i zmianowaniu. W: *Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. PIMR Poznań, t. 8*: 5-10.
- Kotwica K., Jaskulski D., Tomalak S., 1998.** Wpływ przyorywania masy roślinnej i zróżnicowanej uprawy roli na plon jęczmienia jarego wysiewanego po pszenicy ozimej. *Pamiętnik Puławski*, 112: 105-113.
- Krasowicz S., Kopiński J., 2006.** Wpływ warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych na regionalne zróżnicowanie rolnictwa w Polsce. W: *Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce. IUNG-PIB Puławy, Raporty PIB*, 3: 81-99.
- Kulig B., Ziółek W., 1997.** Plonowanie zróżnicowanych morfologicznie odmian grochu siewnego i bobiku w zależności od nawożenia azotem. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 446: 207-212.
- Kuś J., Jończyk K., 2000.** Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 470: 59-65.
- Kuś J., Smagacz J., 2001.** Regionalne zróżnicowanie bilansu słomy. *Pamiętnik Puławski*, 124: 289-295.
- Lipavsky J., Kubat J., Zobac J., 2008.** Long-term effects of straw and farmyard manure on crop yields and soil properties. *Archives of Agronomy Soil Science*, 54: 369-379.
- Lynch J.M., 1983.** *Soil Biotechnology. Microbiological factors in crop productivity.* Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford – London.
- Malicki L., Michałowski C., 1994.** Problem międzyplonów w świetle doświadczeń. *Postępy Nauk Rolniczych*, 4: 3-18.
- Mekki B.E-D., 2016.** Effect of bio-organic, chemical fertilizers and their combination on growth, yield and some macro and micronutrients contents of faba bean (*Vicia faba* L.). *Bio-science Research*, 13(1): 8-14.
- Mikołajska J., 1993.** Płodozmian a zdrowotność roślin. W: *Biologiczne środowisko uprawne a zagrożenie chorobowe roślin. Materiały Sympozjum, Olsztyn, 7-9 września*: 25-33.
- Nowak G., Benedycka Z., Klasa A., Wierzbowska J., 1995.** Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i gospodarkę mineralną bobiku. Cz. II. Zawartość niektórych makro- i mikroelementów w roślinach oraz właściwości gleby. *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis Agricultura*, 61: 65-74.
- Pawłowski F., Wesolowski M., 1991.** Sposoby regeneracji stanowiska w monokulturze a plonowanie jęczmienia jarego i pszenicy ozimej. W: *Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach. V seminarium płodozmianowe. Cz. III. ART Olsztyn – VSZ Brno, 25-26 września 1991, ss.* 183-188.
- Podleśna A., 2015.** Gospodarka potasowa roślin bobiku. *Nawozy i Nawożenie*, 4(5): 43-50.
- Rokosz E., Podsiadło C., 2015.** Wpływ deszczowania, systemu uprawy i nawożenia mineralnego na plonowanie i właściwości fizyczne gleby lekkiej w uprawie odmian bobiku. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, doi: <http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2015.3.1.050, III/1>: 625-636.
- Roper M.M., 1983.** Field measurement of nitrogenase activity in soils amended with straw. *Australian Journal of Agricultural Research*, 34: 725-739.
- Schönmeier H., Rehbein G., 1988.** Zur Strohdüngung bei unterschiedlicher Getreidekonzentration auf Sandlöß-Braunschwarzerde. *Archiv für Acker-und Pflanzenbau und Bodenkunde*, 32(10): 659-665.
- Siuta A., 1999.** Wpływ nawożenia słomą i biomasą międzyplonu ścierniskowego na plonowanie zbóż i wybrane wskaźniki żyzności gleby. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 467: 245-251.
- Smagacz J., 2003.** Możliwości energetycznego wykorzystania biomasy w Polsce. *Pamiętnik Puławski*, 132: 395-402.
- Smagacz J., 2010.** Wpływ nawożenia słomą na plonowanie pszenicy ozimej, występowanie chorób podstawy źdźbła oraz niektóre właściwości chemiczne gleby. *Fragmenta Agronomica*, 27(1): 141-150.
- Smoliński S., Kotwica K., Jaskulski D., Tomalak S., 1997.** Wpływ poplonu ścierniskowego na aktywność mikrobiologiczną gleby. Zmiany liczebności bakterii uczestniczących w przemianach C i N. *Konf. nauk. Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie, AR Kraków*, ss. 625-630.
- Songin H., 1975.** Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na plonowanie bobiku. *Rozprawa habilitacyjna, AR Szczecin*, 42.
- Spiak Z., Piszcz Z., Kotecki A., 2002.** Wpływ przyorywania słomy z dodatkiem azotu mineralnego na zawartość azotu w glebie. *Nawozy i Nawożenie*, 1: 247-255.
- Stumpe H., Wittenmayer L., Merbach W., 2000.** Effects and residual effects of straw, farmyard manuring, and mineral fertilization at Field F of the long-term trial in Halle (Saale), Germany, *Journal Plant Nutrition Soil Science* 163: 649-656.
- Ziółek E., 1976a.** Wpływ intensywnego nawożenia fosforem i potasem na wysokość i jakość plonu nasion krajowych odmian bobiku. *Acta Agraria et Silvestria, series Agricultura*, 16(1): 117-129.
- Ziółek E., 1976b.** Reakcja odmian bobiku na nawożenie fosforowo-potasowe przy zróżnicowanym zagęszczaniu roślin. *Acta Agraria et Silvestria, series Agricultura*, 20: 251-266.

J. Książak, K. Kęsik

THE EFFECT OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZATION ON THE YIELD AND QUALITY OF FABA BEAN SEEDS

Summary

Field experiments were set up in autumn 2011–2015 at the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – Agricultural Experimental Station Grabów (Mazowieckie Voivodeship) [51° 23'N, 21° 38'E] in a split-block system, in 4 replications. In the experiment, the following methods of faba bean fertilization (kg ha⁻¹) were evaluated: A – no fertilization, B – mineral fertilization (N – 20–30, P₂O₅ – 40–60, K₂O – 90–150), C – straw, D – straw + fertilization (N – 35–45, P₂O₅ – 25–47, K₂O – 76–144), E – intercrop (white mustard), F – intercrop (white mustard) + fertilization (N – 20–30, P₂O₅ – 40–60, K₂O – 70–150). MgO in a dose of 40 to 80 kg ha⁻¹ was applied in all objects. Doses of nitrogen fertilization (ammonium nitrate), phosphorus (triple superphosphate) and potassium (potassium salt) were determined on the basis of the results of soil analyzes carried out in spring before faba bean sowing. Straw of winter wheat was used for fertilizing faba bean.

The use of organic fertilization with a spring application full of mineral fertilization had a positive effect on the seeds and protein yield, number of pods and seeds and seed weight on the plant. Moreover it is also caused increasing the ash content in the seeds, relatively weakly affected protein, fiber and macro elements (phosphorus and potassium) and mass 1000 seeds and the number of seeds in the pod. The plowing of the entire biomass of intercrop or straw had a positive effect on the content of C_{org} in the ploughing layer before sowing faba bean, and the application of mineral fertilization caused its faster decomposition. The concentration of P and K in the soil, on which the faba bean was cultivated was slightly affected by the use of straw or white mustard seed, while mineral fertilization before sowing had a positive effect on the abundance of both macronutrients in the arable layer.

keywords: faba bean, natural fertilization, mineral fertilization