



OCENA POTRZEB I EFEKTÓW DESZCZOWANIA BOBIKU W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTOWEGO

Stanisław Dudek, Renata Kuśmierk-Tomaszewska, Jacek Żarski, Piotr Szterk

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich w Bydgoszczy

EVALUATION OF REQUIREMENTS AND EFFECTS OF SPRINKLING FABA BEEN UNDER DIFFERENT NITROGEN FERTILIZATION

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki ścisłego doświadczenia polowego z deszczowaniem bobiku odmiany 'Olga' przeprowadzonego w latach 2010-2012 w stacji badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP w Mochelku koło Bydgoszczy na glebie lekkiej. Poszczególne sezony wegetacji roślin były bardzo zróżnicowane, dotyczyło to zwłaszcza opadów atmosferycznych, które determinowały wysokość zastosowanych dawek nawodnieniowych. Największe potrzeby deszczowania wystąpiły w 2010 roku, w którym zastosowano 180 mm, w kolejnych latach opady były korzystniej rozłożone i deszczowano dawką 65 mm. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że potrzeby wodne bobiku na glebie lekkiej w okresie od kwietnia do sierpnia wyniosły około 400 mm.

Plon nasion bobiku na obiektach kontrolnych wahał się w kolejnych latach od 1,23 t ha⁻¹ (2010) do 5,55 t ha⁻¹ (2012r.). Deszczowanie istotnie zwiększyło plon nasion, średnio o 1,59 t ha⁻¹, największy przyrost plonu nasion (3,66 t ha⁻¹) uzyskano w 2010 roku stosując największą dawkę nawodnieniową. Plonowanie na obiektach deszczowanych nie było ustabilizowane, średnio wynosiło 5,00 t ha⁻¹, z wahaniami się od 3,84 (2011r.) do 6,27 (2012). W doświadczeniu nie stwierdzono wpływu wielkości dawki azotu na wysokość plonu nasion bobiku, jednak najlepsze efekty uzyskano w warunkach bez nawożenia azotem lub stosując 30 kg ha⁻¹. Wielkość plonu nasion, lata badań i czynniki doświadczenia modyfikowały plon białka. Na obiektach kontrolnych w 2010 roku zebrano zaledwie 0,39 t ha⁻¹, a na deszczowanych w roku 2012 powyżej 2 t ha⁻¹.

Słowa kluczowe: deszczowanie, bobik, przyrost plonu nasion, nawożenie azotem, plon białka

Summary

The paper presents the results of a field experiments with irrigation faba bean cultivar 'Olga' which were carried out on sandy soil in the years 2010-2012 nearby Bydgoszcz in the Research Centre of University of Technology and Life Science – Mochelek. Particular vegetation seasons were different, especially related to rainfall, which determined the amount of applied irrigation doses. The highest-level need for irrigation occurred in 2010, when 180 mm of irrigated water was used; while in subsequent years rainfalls were distributed more preferably thus for irrigation were used 65 mm. Based on the results, it was found that the water needs of faba bean cultivated on sandy soil in the period from April to August amounted to about 400 mm.

Seed yield of faba bean collected from control plots ranged in successive years from 1.23 t ha⁻¹ (2010) to 5.55 t ha⁻¹ (2012). Irrigation increased the yield significantly by an average of 1.59 t ha⁻¹, the highest increase in crop (3.66 t ha⁻¹) was obtained in 2010 by using the highest dose of irrigation. Yield collected from irrigated plots were not stable in the subsequent years, they averaged 5.00 t ha⁻¹, varying between 3.84 t ha⁻¹ (2011), and 6.27 t ha⁻¹ (2012). Based on the results of the experiments, it was not found an influence of nitrogen fertilizer on the amount of yield of seed, the best results were obtained in conditions without nitrogen or with the dose of 30 kg ha⁻¹. The yield of seed, the subsequent years of research and factors used in the experiment affected the yield of protein. In 2010 from the control plots were collected only 0,39 t ha⁻¹ of protein, and in 2012 from the irrigated plots were received more than 2 tons.

Key words: *sprinkler irrigation, faba bean, increase of yield, nitrogen fertilization, the yield of protein*

WSTĘP

Bobik należy do roślin strączkowych uprawianych w celu pokrycia potrzeb paszowych zwierząt gospodarskich, wykorzystywanych głównie w formie suchych nasion przeznaczonych do bezpośredniego spasanania lub jako komponent w produkcji pasz. Najważniejszą cechą tej grupy roślin jest wysoka zawartość ekologicznego i taniego białka, poprzez wiązanie wolnego azotu atmosferycznego w procesie symbiozy z bakteriami korzeniowymi. W związku z tym bobik jest cenionym przedplonem, szczególnie w sytuacji dominacji zbóż w zmianowaniu [Fordoński 2003, Kulig i Zając 2007]. Powyższe argumenty stoją jednak w sprzeczności z arealem jego uprawy nie przekraczającym 100 tys. ha i nie pokrywają zapotrzebowania na białko paszowe, oceniane na około 1 mln ton [Kulig i Zając 2007; Świącicki i in. 2007].

W Polsce, podobnie jak w Unii Europejskiej, około 75% białka roślinnego pochodzi z importu, co jest zjawiskiem niekorzystnym, któremu należy przeciwdziałać, zgodnie z założeniami „Ustawy o paszach” [Pahl 2002, Świącicki i in. 2007]. Spełnienie tego zadania jest możliwe przy pięciokrotnym wzroście powierzchni uprawy bobiku i 2-3 krotnym areale roślin strączkowych. Takie zmia-

ny ograniczyłyby import białka. Kraje Unii Europejskiej już w tym kierunku zmierzają – powierzchnia uprawy roślin strączkowych zajmuje tam 2-3% areалу, a w Ameryce Północnej aż 15-25% (razem z soją) – skutkiem tego jest odwrotnie proporcjonalny udział zbóż wynoszący w Polsce ponad 70%, w UE 50%, a w Kanadzie i USA 35% [Gawłowska i Świącicki 2007, Podleśny 2004, 2005]. Mała powierzchnia uprawy bobiku wynika z jego bardzo dużych wymagań glebowych i klimatycznych, rzadko w warunkach naszego kraju spełnianych, co w konsekwencji prowadzi do nierównomiernego plonowania w kolejnych latach [Dudek i in. 2011, Von Richthofen 2006].

Nowoczesne rolnictwo musi być przygotowane do zapewnienia roślinom optymalnych warunków wzrostu i rozwoju, jednym z podstawowych czynników produkcji jest nawadnianie, w warunkach naszego klimatu czynnik wręcz niezbędny [Żarski i Dudek 2003, 2009]. Zmienność opadów atmosferycznych w sezonach wegetacyjnych powoduje, że praktycznie w każdym sezonie występują krótsze lub dłuższe potrzeby stosowania deszczowania roślin [Karczmarczyk 2006, Żarski, Dudek 2003]. Jego efekty zdaniem wielu autorów zależały od ilości opadów, rodzaju gleby i testowanej rośliny. Najlepsze wyniki uzyskiwano w latach o najmniejszych opadach, na lżejszych glebach oraz uprawiając rośliny towarowe intensywne, jak na przykład warzywa.

Spśród roślin strączkowych największe przyrosty plonu nasion pod wpływem deszczowania w różnych regionach kraju zapewniał bobik. Jego uprawa w warunkach deszczowania wyraźnie podnosiła plony nasion, zarówno w korzystnym regionie nadmorskim [Podsiadło 2001], jak i w Centralnej Polsce [Dudek i in. 2011, Szukała i in. 1997, 2007] oraz na Dolnym Śląsku [Nowak 1988]. Stosowanie tego zabiegu może przyczynić się do poprawy niekorzystnej struktury zasiewów, poprzez wprowadzenie do zmianowania roślin poprawiających strukturę gleby i wzbogacających ją w składniki pokarmowe.

Celem pracy była ocena potrzeb i efektów zastosowania deszczowania bobiku uprawianego na glebie lekkiej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy z deszczowaniem i nawożeniem azotem bobiku odmiany ‘Olga’ przeprowadzono w latach 2010-2012 na polu Stacji Badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP Bydgoszcz, w Mochełku.

Doświadczenie założono i przeprowadzono, jako dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach. Wielkość poletka do nawożenia i zbioru wyniosła 10 m², a do deszczowania 13,6 m².

Czynnikiem pierwszego rzędu było nawadnianie deszczowniane tak kierowane, aby zapewnić roślinom optymalne uwilgotnienie w całym okresie

wegetacji, z dwoma wariantami: W_0 – bez deszczowania, W_1 - deszczowanie. Wodę do nawodnień pobierano bezpośrednio z wodociągu wiejskiego.

Drugim czynnikiem była zróżnicowana dawka azotu z czterema wariantami: N_0 – bez nawożenia azotem, N_1 – 30, N_2 – 60 i N_3 – 90 kg azotu na 1 ha.

Instalację nawodnieniową wykonano łącząc zespół 10 sektorowych głowic nawadniających typu Nelson o jednostkowej wydajności 200 l h^{-1} , rozłożony wzdłuż dłuższych boków nawadnianego pola w kształcie prostokąta. Sterowanie deszczowaniem, prowadzono według metody Grabarczyka i in. [1992], na podstawie ilości opadów atmosferycznych, mierzonych w zlokalizowanym obok doświadczenia punkcie agrometeorologicznym. W doświadczeniu prowadzono bieżącą kontrolę zawartości wody łatwo dostępnej dla roślin w okresie jej wzmożonego zapotrzebowania, trwającą od III dekady maja do II sierpnia, wykorzystując metodę bilansową Drupki [1976].

Przebieg temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w sezonach wegetacyjnych kolejnych lat badań był zróżnicowany, jednak każdy rok był cieplejszy (szczególnie 2011 rok) i z większymi od normy (zwłaszcza 2010 rok) opadami (tab. 1). W 2010 roku wystąpiło bardzo gorące lato i wysokie opady, ale suchy czerwiec i pierwsza połowa lipca (od 16 czerwca do 17 lipca spadło tylko 2,4 mm) spowodowały duże potrzeby deszczowania. Lata 2011 i 2012 wyróżniły się ciepłą i suchą wiosną oraz dużymi opadami naturalnymi w czerwcu i lipcu.

Tabela 1. Warunki meteorologiczne oraz dawki nawodnieniowe w latach 2010-2012

Table 1. Meteorological conditions and irrigation doses in the years 2010-2012

Okres- Period	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Temperatura powietrza (°C) Air temperature (°C)							
1981-2010	7,8	13,3	16,1	18,6	17,9	13,1	14,5
2010	7,8	11,5	16,7	21,6	18,4	12,2	14,6
2011	10,5	13,5	17,7	17,5	17,7	14,3	15,2
2012	8,4	14,5	15,2	18,8	17,6	13,3	14,6
Opady atmosferyczne (mm) Rainfall (mm)							
1981-2010	27	49	53	70	63	46	308
2010	34	93	18	107	151	75	478
2011	13	38	101	133	68	37	390
2012	26	25	134	116	52	25	378
Dawki nawodnieniowe (mm) Irrigation doses (mm)							
2010	-	-	80	100	-	-	180
2011	-	30	35	-	-	-	65
2012	-	40	25	-	-	-	65

Źródło: wyniki własne; Source: own research data

Jednak w każdym roku wystąpił dłuższy okres braku wody, w 2011 praktycznie nie padało od 8 kwietnia do 12 maja, sucho było także na przełomie maja i czerwca. Podobnie w 2012 roku od 14 maja do 14 czerwca spadło tylko 8 mm.

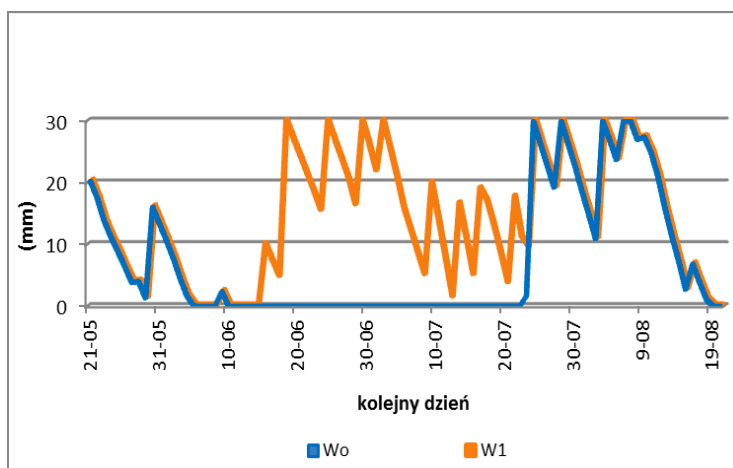
Wyniki plonu nasion pochodzące z każdego poletka poddano weryfikacji statystycznej przy użyciu analizy wariancji.

Doświadczenie założono na glebie płowej wytworzonej z piasków fluwioglacjalnych na płytce zalegającej glinie średniej, zaklasyfikowanej do klasy bonitacyjnej IVa i kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo dobrego. Pod względem stopnia zwięzłości jest to gleba lekka na podłożu zwięzłym.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Potrzeby wodne bobiku są duże i określane najczęściej na około 350-400 mm w sezonie wegetacyjnym, w zależności od rejonu kraju i rodzaju gleby [Dzieżyc 1988, Karczmarczyk 2006, Podsiadło 2001]. Bydgoszcz leży w rejonie o największym w kraju deficycie opadów, a więc potencjalnie o najwyższych potrzebach deszczowania roślin. Określenie ich wielkości w ostatnich latach odbywa się najczęściej za pomocą wskaźników pośrednich, takich jak klimatyczny bilans wodny czy ewapotranspiracja potencjalna [Rojek 2006]. Ich niewątpliwą zaletą i jednocześnie wadą jest uniwersalność, określają bowiem różnice pomiędzy zapotrzebowaniem, a przychodami wody w określonym rejonie, ale nie wyrażają potrzeb konkretnej uprawy. W badaniu z deszczowaniem bobiku odmiany „Olga” zastosowano średnio 70 mm wody, przy stosunkowo wysokich opadach naturalnych. Największe potrzeby deszczowania wystąpiły w 2010 roku, rozdeszczowano wówczas aż 180 mm, a okres nawodnieniowy trwał 37 dni (od 15 czerwca do 21 lipca). Według bilansu wody dostępnej sezon nawodnieniowy rozpoczęto o 10 dni za późno, gdyż stwierdzono, że pomiędzy 5 a 15 czerwca w strefie korzeniowej nie było wody (rys. 1). Po tym terminie deszczowanie pokrywało potrzeby wodne bobiku aż do wystąpienia znaczących opadów atmosferycznych, czyli do 23 lipca. Rośliny nie deszczowane w tym terminie praktycznie zakończyły wegetację, a po obfitych opadach (54,2 mm 23 i 24 lipca oraz 46 mm 28 lipca, po czym aż 151 mm w sierpniu) wznowiły ją tylko nieliczne. Sezon nawodnień w 2011 roku trwał tylko 8 dni, od 30 maja do 6 czerwca, w tym czasie zadysponowano 65 mm wody w dwóch dawkach polewowych. Drugą zastosowano prawie bezpośrednio przed deszczem, następnego dnia spadło 12 mm, a po kolejnych dwóch 33 mm (rys. 2). W trzecim, 2012 roku, potrzeby nawodnieniowe wystąpiły 24 maja i trwały przez 23 dni, do 12 czerwca. W tym czasie rozdeszczowano 65 mmm w trzech dawkach: 24 i 29 maja oraz 12 czerwca. Ostatnia, podobnie jak w roku poprzednim, przypadła na dwa dni przed dużym opadem naturalnym (40,2 mm). Na podstawie dobowego bilansu można stwierdzić, że pierwsza dawka wody była spóźniona, a od II de-

kady czerwca dodatkowe deszczowanie było zbędne (rys. 3). Zakładając, że deszczowanie uzupełnia opady naturalne, w poszczególnych latach (w okresie od kwietnia do sierpnia) łącznie rośliny bobiku dysponowały 653, 418 i 418 mm wody. Były to więc, poza 2010 rokiem, wielkości zbliżone do szacowanych potrzeb wodnych tej rośliny. Wydaje się, że ilości te można zmniejszyć o jedną dawkę, bo zarówno w 2011 jak i w 2012 ostatnie dawki poprzedzały znaczne opady, tak więc potrzeby bobiku należałoby określić na około 400 mm w sezonie. Potrzeby wodne bobiku, według warunków pogodowych w 2010 roku były znacznie zawyżone przez długotrwały okres bezopadowy w czerwcu i bardzo upalnym lipcu oraz bardzo wysokie opady dobowe w III dekadzie lipca i w sierpniu. Należy jednak podkreślić, że po okresie suszy te ilości wody nie przyniosły już efektów.



Źródło: wyniki własne; Source: own research data

Rysunek 1. Bilans zapasu wody łatwo dostępnej dla roślin w warstwie gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu w 2010 roku (W_0 – bez nawadniania W_1 - nawadniane)
Figure 1. Readily available water stored in the soil layer with controlled moisture in year 2010 (W_0 - without irrigation W_1 - irrigated)

Bezpośrednim efektem deszczowania i nawożenia roślin jest uzyskany plon. W przypadku bobiku uprawianego na glebie lekkiej w rejonie Bydgoszczy, a więc w rejonie o największym deficycie wody w sezonie wegetacji, był on stosunkowo wysoki – średnio wyniósł $4,20 \text{ t ha}^{-1}$, ale w latach badań podlegał bardzo dużym wahaniom (tab. 2). Rośliny kontrolne najslabiej plonowały w pierwszym roku, bo na poziomie $1,23 \text{ t ha}^{-1}$, w kolejnych latach wraz z korzystniejszym rozkładem opadów plon wyraźnie rósł i w 2012 osiągnął aż $5,55 \text{ t ha}^{-1}$. Zastosowane uzupełniające opady deszczowanie wysoce istotnie przyczyniło się do podwyższenia plonu nasion, średnio o $1,59 \text{ t ha}^{-1}$.

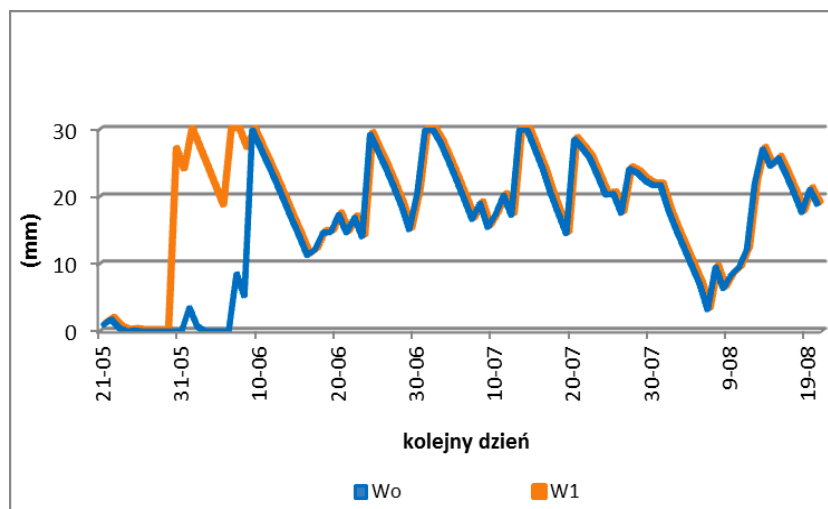
Tabela 2. Plon nasion bobiku (t ha^{-1})
Table 2. Seed yield of faba bean (t ha^{-1})

Poziom azotu Level of Nitrogen fertigation	2010	2011	2012	Średnio Average
Nie deszczowane W_0 – Without irrigation W_0				
N_0	1,49	3,44	5,66	3,53
N_1	1,43	3,47	5,77	3,56
N_2	1,00	3,41	5,40	3,27
N_3	0,99	3,41	5,35	3,25
Średnio Average	1,23	3,44	5,55	3,41
Deszczowane W_1 – Irrigated W_1				
N_0	5,66	3,81	6,48	5,32
N_1	5,33	3,95	6,63	5,30
N_2	4,29	3,80	6,06	4,72
N_3	4,29	3,82	5,92	4,68
Średnio Average	4,89	3,84	6,27	5,00
Średnio dla nawożenia – Average for fertigation				
N_0	3,57	3,62	6,07	4,42
N_1	3,38	3,71	6,20	4,43
N_2	2,64	3,60	5,73	3,98
N_3	2,65	3,61	5,63	3,96
Średnio Average	3,06	3,64	5,91	4,20
NIR _{0.05}				
Deszczowanie Irrigation	0,090	0,148	0,300	0,105
Nawożenie Fertigation	0,106	r.n.	0,079	r.n.
Interakcja Interaction	0,153	r.n.	0,112	r.n.
Δt (t ha^{-1})	3,66	0,40	0,72	1,59
Δt (%)	297,6	11,6	13,0	46,6
$1 \text{ mm} \cdot \text{kg}^{-1}$	20,3	6,15	11,1	15,4

Źródło: wyniki własne; Source: own research data

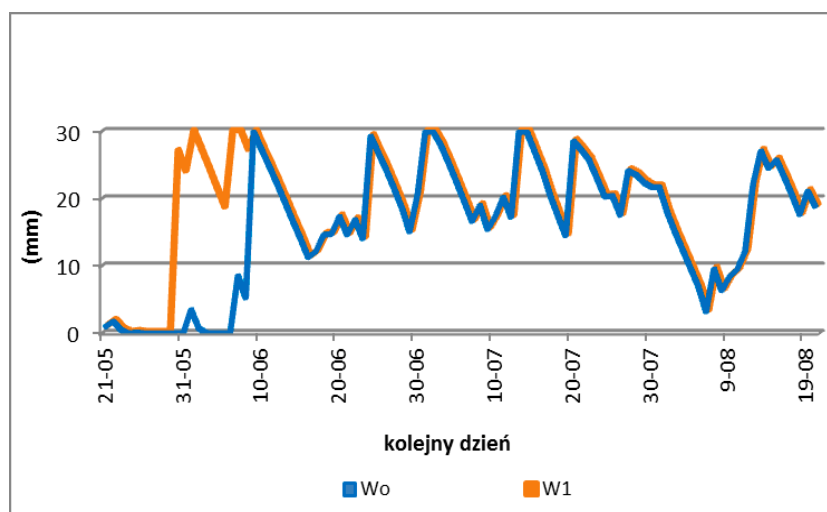
N_0 –0 kgN ha^{-1} N_1 –30 kgN ha^{-1} N_2 –60 kgN ha^{-1} N_3 –90 kgN ha^{-1} $\Delta t = W_1 - W_0$

Najlepsze efekty uzyskano w roku 2010, w którym dawka nawodnieniowa była najwyższa, wyniosły one aż $3,66 \text{ t ha}^{-1}$. Przyrost plonu w kolejnych latach był już nieporównywalnie mniejszy, wynosząc zaledwie 0,40 w 2011 i $0,72 \text{ t ha}^{-1}$ w 2012 roku. Należy jednak zauważyć, że ogólny plon nasion w 2012 roku osiągnął bardzo wysoki poziom, a więc uzyskanie w tych warunkach dodatkowego przyrostu wskazuje na bardzo wysokie możliwości plonotwórcze bobiku. Ogólna tendencja do wzrostu plonu nasion uzyskana w badaniu była zgodna z krajowymi rezultatami, ale dotąd tak wysokich plonów nie uzyskano nawet w rejonach korzystniejszych pod względem warunków wilgotnościowych, czyli w rejonie nadmorskim [Karczmarczyk 2006, Podsiadło 2001]. Na szczególne podkreślenie zasługuje uzyskanie ciekawych wyników dotyczących efektywności zastosowania deszczowania, które było tym większe, im większa była dawka nawodnieniowa. W 2010 roku efektywność 1 mm wody wynosiła 20,3 kg nasion.



Źródło: wyniki własne; Source: own research data

Rysunek 2. Bilans zapasu wody łatwo dostępnej dla roślin w warstwie gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu w 2011 roku (W_0 – bez nawadniania W_1 - nawadniane)
Figure 2. Readily available water stored in the soil layer with controlled moisture in year 2011 (W_0 - without irrigation W_1 - irrigated)

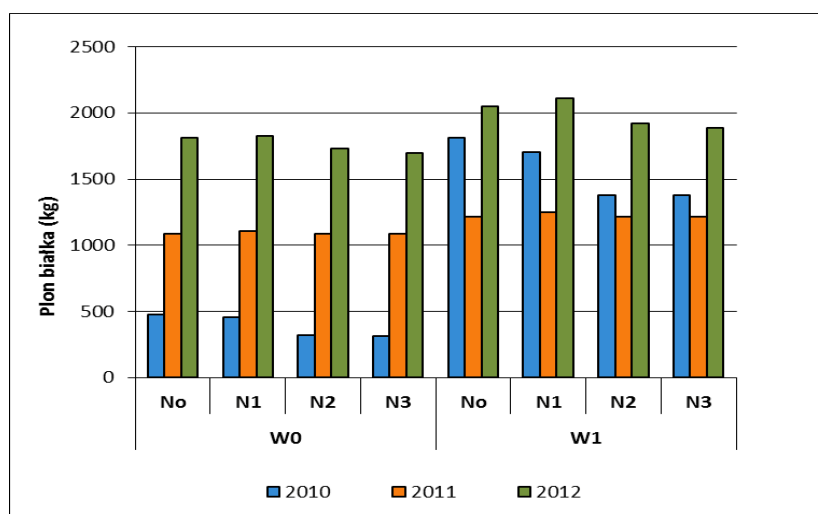


Źródło: wyniki własne; Source: own research data

Rysunek 3. Bilans zapasu wody łatwo dostępnej dla roślin w warstwie gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu w 2012 roku (W_0 – bez nawadniania W_1 - nawadniane)
Figure 3. Readily available water stored in the soil layer with controlled moisture in year 2012 (W_0 - without irrigation W_1 - irrigated)

Drugi czynnik, nawożenie azotem, miało na wysokość plonu nasion bobiku zróżnicowany wpływ. Spośród testowanych 3 poziomów nawożenia i kontroli (bez azotu), zdecydowanie najkorzystniejszy wpływ miał wariant bez nawożenia i dawka 30 kg ha^{-1} (tab. 2). W warunkach bez nawadniania nieco lepsze plony uzyskano stosując 30 kg ha^{-1} , a na deszczowanych bez nawożenia azotem. Wzrost dawki azotu, bez względu na wariant wodny, nie przyniósł korzystnego wpływu na wysokość plonu nasion, a wręcz przeciwnie, spowodował jego obniżenie, którego wielkość, choć nie istotna, rosła wraz z poziomem plonu nasion. Wyniki te nie były zgodne z prezentowanymi w literaturze krajowej, w której zwiększenie dawki nawozu przyczyniało się do wzrostu plonu, szczególnie w warunkach dodatkowego deszczowania [Karczmarczyk 2006, Nowak 1988, Podsiadło 2001, Szukała i in. 1997]. Jedną z przyczyn takiej reakcji bobiku na nawożenie azotem może być wysoka zasobność gleby w azot, spowodowana systematycznym nawożeniem obornikiem, bobik uprawiano w płodozmianie w 2 lub 3 roku po oborniku

W doświadczeniu uzyskano, w ślad za wielkością plonu nasion, bardzo zróżnicowane w latach i pod wpływem zastosowanych czynników plony białka (rys. 4). Najmniejsze zbiory (w 2010 roku) na poletkach bez deszczowania nie przekraczały 320 kg , a największe (w 2012 roku) na obiektach deszczowanych wyniosły 2112 kg ha^{-1} .



Źródło: wyniki własne; Source: own research data

Rysunek 4. Plon białka (kg ha^{-1})
Figure 4. Protein yield (kg ha^{-1})

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonego w latach 2010-2012 doświadczenia z deszczowaniem bobiku w Centralnej Polsce stwierdzono, że jego sezonowe potrzeby wodne wyniosły 400 mm.
2. Deszczowanie spowodowało wysoce istotny przyrost plonu nasion bobiku „Olga” na glebie lekkiej, który wyniósł średnio 1,59 t ha⁻¹.
3. Zastosowane w badaniu dawki azotu nie miały istotnego wpływu na wielkość plonu nasion bobiku. Na obiektach nie nawożonych azotem i nawożonych dawką 30 kg azotu plon nasion był największy.
4. W doświadczeniu uzyskano wysokie plony białka, zależne głównie od wielkości plonu nasion i deszczowania.

BIBLIOGRAFIA

- Dudek S., Żarski J., Kuśmierek-Tomaszewska R. *Wpływ deszczowania na plonowanie bobiku uprawianego na glebie lekkiej*. Infr. i Ekol. Teren. Wiejsk., 6, 2011, 119-126.
- Drupka S. *Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni*. PWRiL Warszawa, 1976, ss. 310.
- Dzieżyc J. *Rolnictwo w warunkach nawadniania*. PWN Warszawa, 1988.
- Fordoński G. *Rośliny strączkowe*. [W] Szczegółowa uprawa roślin. Praca po red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego, t II, 2003, 65-81.
- Gawłowska M., Świącicki W. *Uprawa, rynek i wykorzystanie roślin strączkowych w Unii Europejskiej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2007, 522, 505-513.
- Grabarczyk S., Żarski J., Dudek S. *Sterowanie deszczowaniem według opadów atmosferycznych*. Roczniki AR w Poznaniu, 234, 1992, 83-90.
- Karczmarczyk S. *Nawadnianie roślin pastewnych*. [W] Nawadnianie roślin pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka. PWRiL Poznań, 2006, 409-411.
- Kulig B., Zając T. *Biologiczne i agrotechniczne uwarunkowania produktywności bobiku*. Postępy Nauk Rolniczych, 1, 2007, 63-80.
- Nowak L. *Wpływ nawożenia mineralnego i deszczowania na plon i skład chemiczny dwóch odmian bobiku*. Fragm. Agron. 13, 1988, 59-67.
- Pahl H. *Grain Legumes: production, consumption and trade in the UE and the world*. W: Legumes for sustainable agriculture. LINK/AEP, Strasbourg, 1-15.
- Podleśny J. *Rośliny strączkowe w Polsce i w krajach Unii Europejskiej*. Post. Nauk Roln., 2004, 4, 83-95.
- Podleśny J. *Rośliny strączkowe w Polsce – perspektywy uprawy i wykorzystanie nasion*. Acta Agrophysica, 2005, 6 (1), 213-214.
- Podsiadło C. *Studia nad deszczowaniem i nawożeniem mineralnym bobiku, grochu siewnego, lubinu białego i żółtego uprawianych na glebie lekkiej*. Rozprawy, AR Szczecin, 203, 2001.
- Rojek M. *Potrzeby nawadniania w Polsce*. [W] Nawadnianie roślin pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka. PWRiL Poznań, 2006, 91-108.
- Szukała J., Maciejewski T., Sobiech S. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na plonowanie bobiku, grochu siewnego i lubinu białego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 446, 1997, 247-252.

- Szukała J., Czekala J., Maciejewski T., Jakubus M. *Wpływ współdziałania uproszczeń uprawy roli, deszczowania i nawożenia na plonowanie i jakość nasion bobiku*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2007, 522, 351-360.
- Święcicki W., Szukała J., Mikulski W., Jerzak M. *Możliwość zastąpienia białka śruty sojowej krajowymi surowcami*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2007, 522, 515-521.
- Von Richthofen J.S. *What do European farmers think about grain legumes*. *Grain legumes*. 2006, 45, 14-15.
- arski J., Dudek S., *Rola deszczowania w kształtowaniu plonowania wybranych upraw polowych*. Pamiętnik Puławski 132, 2003, 443-449.
- Żarski J., Dudek S. *Zmienność czasowa potrzeb nawadniania wybranych roślin w regionie Bydgoszczy*. Infr. i Ekol. Teren. Wiejsk., 3, 2009, 141-152.

Dr inż. Stanisław Dudek
Dr inż. Renata Kuśmierk-Tomaszewska
Prof. dr hab. inż. Jacek Żarski
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
85-029 Bydgoszcz, ul. Bernardyńska 6
tel. 52 3749584, e-mail: dudek@utp.edu.pl

Dr inż. Piotr Szterk
Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej
85-084 Bydgoszcz, ul. Mazowiecka 28
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

