

WPLYW SYSTEMU NAWOŻENIA AZOTEM NA PLOWANIE TRZECH ODMIAN SOI (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.)*

ADRIAN LUBOŃSKI¹, MARCIN MARKOWICZ²

¹*Institut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań*

²*Top Farms Głubczyce, ul. Bolesława Chrobrego 23, 48-100 Głubczyce*

Synopsis. Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2014–2015. Pierwsze, ściśle założono w Polowej Stacji Doświadczalnej IOR–PIB w Winnej Górze, a drugie w warunkach produkcyjnych na polach firmy Top Farms w Głubczycach. Doświadczenia przeprowadzono na trzech odmianach soi konwencjonalnej (Augusta, Mavka, Merlin). Czynnikiem badanym był system nawożenia azotem. W Winnej Górze zastosowano trzy systemy nawożenia azotem: system I – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 32 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49, system II – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 48 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49, system III – 48 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 48 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49. W Głubczycach zastosowano również trzy systemy nawożenia azotem: system I – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem, system II – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 16 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49, system III – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 32 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49. W doświadczeniach w Winnej Górze występowały tylko pojedyncze brodawki korzeniowe, a najkorzystniejszy wpływ na wysokość plonu miało zastosowanie systemów nawożenia: 32 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹ oraz 48 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹. W doświadczeniach w Głubczycach, gdzie intensywność brodawkowania była wyższa najkorzystniejszy wpływ na wysokość plonu miało zastosowanie systemu nawożenia: 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem. Na obiektach, na których zastosowano wyższe dawki azotu stwierdzono wyższą zawartość białka w nasionach. Natomiast obiekty, na których zastosowano niższe dawki azotu charakteryzowały się wyższą zawartością oleju w nasionach. Odmiany różnie reagowały na zastosowane systemy nawożenia azotem.

Słowa kluczowe: soja konwencjonalna, nawożenie azotem, odmiany soi

WSTĘP

Soja jest rośliną z rodziny bobowatych (*Fabaceae*), która ze względu na szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym i paszowym jest uważana za jedną z najważniejszych roślin uprawnych na świecie. Charakteryzuje się unikatowym składem, gdyż olej i białko stanowią około 60% suchej masy nasion (ok. 40% białka i 20% oleju). Korzystny skład aminokwasowy białka sojowego oraz duża zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju przyczyniają się do wykorzystania soi w produkcji olejów i pasz [Tyczewska i in. 2014]. Wysokość oraz jakość plonu nasion soi zależą głównie od czynników siedliskowych oraz poprawnej agrotechniki, w której to bardzo ważną rolę odgrywa nawożenie mineralne [Jarecki i Bobrecka-Jamro 2015]. Soja posiada zdolność symbiozy z bakteriami brodawkowymi *Bradyrhizobium*

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: a.luboiniski@iorpib.poznan.pl

* Badania wykonano w ramach grantu finansowanego przez NCBiR, pt. „Unowocześnienie technologii uprawy konwencjonalnych odmian soi (*Glycine max*) w warunkach Polski”. Projekt realizowany w ramach Programu Badań Stosowanych: PBS2/A8/25/2013.

japonicum, indukującymi powstawanie brodawek korzeniowych, w których azot atmosferyczny zredukowany jest do formy amonowej przyswajalnej dla roślin. Jest to jeden z głównych czynników wpływających na wzrost, rozwój i plonowanie soi [Martyniuk i in. 2013]. Jednakże bakterie symbiotyczne soi nie występują w glebach Polski. Wyjątek stanowią pola, na których w latach wcześniejszych uprawiano soję zaprawioną szczepionką bakteryjną. Dlatego powszechnie stosuje się zaprawianie nasion odpowiednimi szczepami bakterii, ograniczając tym samym stosowanie mineralnego nawożenia azotem [Jarecki i Bobrecka-Jamro 2016]. Dzięki symbiozie zapotrzebowanie soi na azot może być pokryte nawet w granicach od 30% do 60% i w takiej sytuacji wystarczające jest uzupełniające nawożenie azotem mineralnym w ilości ok. 30 kg N·ha⁻¹ przed siewem, co może wpływać znacząco na wzrost plonu nasion oraz zawartości białka surowego w nasionach [Lorenc-Kozik i Pisulewska 2003]. W praktyce może zdarzyć się, że pomimo zastosowania szczepionki, nie dochodzi do wytworzenia odpowiedniej ilości brodawek na korzeniach, wtedy należy zastosować odpowiednio wyższą dawkę azotu mineralnego.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu zmiennego systemu nawożenia azotem w różnych warunkach siedliskowych na plonowanie trzech odmian soi i cechy jakościowe nasion.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2014–2015 w dwóch lokalizacjach. Doświadczenie ściśle poletkowe założono w Polowej Stacji Doświadczalnej Instytutu Ochrony Roślin – Państwowe Instytutu Badawczego w Winnej Górze. Badania w warunkach produkcyjnych prowadzono na polach firmy Top Farms w Głubczycach.

Doświadczenie w Winnej Górze założono w układzie bloków losowanych kompletnych, w czterech powtórzeniach, a powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 22 m². Nasiona zaprawiono szczepionką bakteryjną zawierającą szczepy bakterii *Bradyrhizobium japonicum* (Augusta oraz Mavka – szczepionka bakteryjna Nitragina wyprodukowana przez IUNG – PIB w Puławach, Merlin – szczepionka bakteryjna Fix Fertig firmy Saatbau Linz). Soję wysiano w trzeciej dekadzie kwietnia, w obsadzie 80 roślin na m², a rozstaw rzędów wynosił 25 cm. Po siewie wykonano zabieg herbicydami zawierającymi linuron (Linurex 500 SC) + S-metolachlor (Dual Gold 960 EC) w dawkach 1000 g·ha⁻¹ + 960 g·ha⁻¹ substancji czynnej. W fazie kwitnienia soi zostały policzone brodawki korzeniowe. W tym celu pobrano 1000 roślin z pola doświadczalnego, a następnie zliczono brodawki wytworzone przez poszczególne rośliny. Wyniki przedstawiono jako średnią. Nasiona zebrano w drugiej dekadzie września kombajnem poletkowym Wintersteiger Classic, następnie określono wysokość plonu oraz masę tysiąca nasion przy wilgotności nasion wynoszącej 14%. Zawartość oleju i białka w nasionach określono za pomocą analizatora Infratec 1241 firmy FOSS. W Winnej Górze badano trzy różne systemy nawożenia azotem: system I – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 32 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49, system II – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 48 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49, system III – 48 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 48 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49.

Doświadczenia polowe w Głubczycach założono w warunkach produkcyjnych. Każdy z badanych systemów nawożenia stosowano na kwaterach o powierzchni 972 m² (9 m x 108 m), bez powtórzeń. Nasiona zaprawiono szczepionką bakteryjną zawierającą szczepy bakterii *Bradyrhizobium japonicum* (Augusta oraz Mavka – szczepionka bakteryjna HiStick Soy firmy BASF, Merlin – szczepionka bakteryjna Fix Fertig firmy Saatbau Linz). Soję wysiano w trzeciej dekadzie kwietnia, w obsadzie 80 roślin na m², a rozstaw rzędów wynosił 15 cm. Po siewie wykonano zabieg herbicydami zawierającymi linuron (Ipiron 450 SC) + chlomezon (Command 480 EC) w dawkach 900 g·ha⁻¹ + 48 g·ha⁻¹ substancji czynnej. W fazie kwitnienia soi zosta-

ły policzone brodawki korzeniowe. W tym celu pobrano 1000 roślin z pola doświadczalnego, a następnie zliczono brodawki wytworzone przez poszczególne rośliny. Wyniki przedstawiono jako średnią. Nasiona zebrano w trzeciej dekadzie października 2014 r. oraz w trzeciej dekadzie sierpnia 2015 r. kombajnami zbożowymi Class Dominator 98 oraz Class Lexion 440. Następnie określono wysokość plonu oraz masę tysiąca nasion. Zawartość oleju i białka w nasionach określono za pomocą analizatora Infratec 1241 firmy Foss. W Głubczycach badano trzy różne systemy nawożenia azotem: system I – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem, system II – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 16 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49, system III – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem + 32 kg N·ha⁻¹ w fazie BBCH 49.

Badania przeprowadzono na trzech odmianach soi konwencjonalnej (Augusta, Mavka, Merlin). Augusta jest odmianą bardzo wczesną, wyhodowaną w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. Odmiana Mavka wyhodowana w firmie Agroyomis należy do grupy odmian średnio wczesnych. Obie odmiany wpisane zostały do Krajowego Rejestru (Augusta – 13.03.2002 r., Mavka – 06.03.2013 r.), dzięki czemu materiał siewny może być wytwarzany w Polsce oraz jest dopuszczony do obrotu w obrębie kraju. Odmiany te wpisane zostały również do Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA), co oznacza iż zostały dopuszczone do obrotu w obrębie Państw Unii Europejskiej. Merlin jest odmianą średnio wczesną, wyhodowaną w firmie Saatbau Linz. Odmiana ta wpisana została do Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA) [Filoda i in. 2016].

Warunki siedliskowe w trakcie prowadzenia badań przedstawiono w tabeli 1. Analizy próbek glebowych wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Poznaniu oraz w Okręgo-

Tabela 1. Warunki siedliskowe w trakcie prowadzenia badań
Table 1. Environmental conditions during research

Lokalizacja Localization	Winna Góra		Głubczyce	
	2014	2015	2014	2015
Sezon Season				
Typ gleby Soil type	płowe grey-brown podsolic	płowe grey-brown podsolic	czarnoziem chernozem	czarnoziem zdegradowany degraded chernozem
Klasa bonitacyjna gleby Soil quality class	IIIa	IVa	II	II
Odczyn gleby (pH) Soil pH	4,7	5,0	6,8	6,6
Zawartość substancji organicznej/ Soil organic matter (%)	1,0	1,1	2,2	1,5
Zawartość/Content P ₂ O ₅ , K ₂ O (mg·100 g ⁻¹ gleby/soil)	P ₂ O ₅ – 10,6 K ₂ O – 16,7	P ₂ O ₅ – 14,4 K ₂ O – 16,5	P ₂ O ₅ – 15,0 K ₂ O – 18,2	P ₂ O ₅ – 13,1 K ₂ O – 16,3
Przedplon Previous crop	kukurydza maize	rzepak ozimy winter rape	pszenica ozima winter wheat	pszenica ozima winter wheat
Nawożenie/Fertilization P ₂ O ₅ , K ₂ O (kg·ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ – 72,0 K ₂ O – 79,0	P ₂ O ₅ – 64,0 K ₂ O – 72,0	P ₂ O ₅ – 0,0 K ₂ O – 0,0	P ₂ O ₅ – 0,0 K ₂ O – 0,0
Roczna suma opadów/Annual total precipitations (mm)	555,3	443,5	772,2	406,5

wej Stacji Chemiczno Rolniczej w Opolu. Dane meteorologiczne w Winnej Górze rejestrowane były poprzez stację meteorologiczną zlokalizowaną na terenie Polowej Stacji Doświadczalnej IOR-PIB oraz gromadzone poprzez Internetowy System Monitoringu firmy AsterGate. W Głubczycach dane pogodowe rejestrowane były za pomocą stacji meteorologicznych zlokalizowanych w czterech lokalizacjach: Dzbańce, Głubczyce, Widok, Bogdanowice. W poszczególnych sezonach dane pochodziły ze stacji najbliższej polu.

Wyniki badań prowadzonych w Winnej Górze poddano analizie statystycznej oddzielnie dla każdej z badanych odmian soi. Aby określić istotne różnice pomiędzy średnimi wartościami cech zastosowano test Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DISKUSJA

W doświadczeniach poletkowych w Winnej Górze rośliny soi po zastosowaniu szczepionki bakteryjnej nie wytworzyły wystarczającej ilości brodawek korzeniowych (w sezonie 2014 średnio 2,3 brodawki na roślinę, natomiast w roku 2015 średnio 0,8 brodawki na roślinę). Wpływ na słabą zdolność symbiozy roślin z bakteriami brodawkowymi mógł mieć kwaśny odczyn gleby (pH 4,7–5,0). Książak [2015] podaje, że jednym z warunków udanej symbiozy roślin bobowatych z bakteriami brodawkowymi jest prawidłowy odczyn gleby. Zdaniem wymienionego autora kwaśny odczyn gleby wpływa na ograniczenie wiązania azotu z powietrza. Symbiozie bakterii brodawkowych z roślinami soi nie sprzyjają także susza oraz wysoka temperatura [Jarecki i Bobrecka-Jamro 2016], a takie warunki wystąpiły w sezonie 2015, czego wynikiem był brak zawiązywania brodawek korzeniowych.

Doświadczenie polowe w Głubczycach założono na glebie o odczynie obojętnym (pH 6,6–6,8). Wpłynęło to pozytywnie na symbiozę roślin soi z bakteriami *Bradyrhizobium japonicum*, a efektem tego było wytworzenie licznych brodawek korzeniowych (w 2014 roku średnio 28,5 brodawek na roślinę, a w roku 2015 średnio 21,7 brodawek na roślinę). Pozytywny wpływ na symbiozę mogła mieć również średnia zawartość potasu i fosforu w glebie, które są warunkiem dobrego plonowania oraz symbiozy z bakteriami wiążącymi wolny azot z powietrza [Książak 2015].

W Winnej Górze, w warunkach braku zadowalającej symbiozy roślin soi z bakteriami *Bradyrhizobium japonicum* uzyskano wyższe plonowanie soi na obiektach, na których zastosowano azot w wyższych dawkach: $32 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1} + 48 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz $48 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1} + 48 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Jednakże różnice wysokości plonowania nie były statystycznie istotne. Zdaniem Burego i Nawracały [2004] rośliny soi, które pomimo zastosowania szczepionki bakteryjnej słabo nawiązały symbiozę uzależnione są w dużym stopniu od zasobności gleby w azot oraz nawożenia mineralnego azotem. W takim przypadku zwiększenie nawożenia azotem mineralnym powoduje wzrost plonów.

W Głubczycach, gdzie rośliny soi w większym stopniu zawiązywały brodawki korzeniowe, uzyskano wyższe plony na obiektach, na których zastosowano niższą dawkę azotu: $32 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ przed siewem, aczkolwiek różnice wysokości plonowania nie były statystycznie istotne (tab. 3). Zapotrzebowanie roślin soi na azot w dużym stopniu zostało pokryte dzięki symbiozie z bakteriami, a niższa dawka azotu uzupełniła brakujące zapotrzebowanie. Według Pisulewskiej i in. [1999] rośliny soi korzystające zarówno z azotu atmosferycznego, jak i mineralnego charakteryzują się wyższym plonowaniem od roślin pobierających azot tylko w jednej formie. Natomiast stosowanie azotu mineralnego w wysokich dawkach może hamować wiązanie azotu atmosferycznego.

Tabela 2. Wpływ systemu nawożenia azotem na wielkość plonu, MTN i parametry jakościowe nasion trzech odmian soi (*Glycine max*) – Winna Góra

Table 2. Effect of nitrogen fertilization on yield, TGW and seeds quality parameters of three soybean varieties (*Glycine max*) – Winna Góra

System nawożenia azotem Nitrogen fertilization system	2014				2015			
	Plon Yield (t·ha ⁻¹)	Białko Protein (%)	Olej Oil (%)	MTN TGW (g)	Plon Yield (t·ha ⁻¹)	Białko Protein (%)	Olej Oil (%)	MTN TGW (g)
Augusta								
I	1,58 a	37,6 a	22,0 a	168,2 a	0,79 a	45,0 b	17,7 a	113,0 a
II	2,25 a	35,3 a	23,0 a	150,6 a	0,69 a	47,5 a	16,1 b	113,7 a
III	2,22 a	34,2 a	23,5 a	146,3 a	0,72 a	47,2 a	16,4 b	112,4 a
Mavka								
I	2,57 a	33,4 a	24,2 a	185,2 a	1,62 a	43,0 b	20,6 a	163,8 a
II	2,39 a	32,1 a	24,8 a	200,3 a	1,60 a	47,5 a	17,8 b	156,5 a
III	2,59 a	33,4 a	24,2 a	183,4 a	1,68 a	47,4 a	17,6 b	163,8 a
Merlin								
I	2,21 a	33,7 a	24,5 a	159,6 a	1,03 a	42,8 b	20,6 b	150,4 ab
II	2,81 a	33,1 a	24,9 a	160,3 a	1,16 a	44,8 a	19,3 c	138,5 b
III	2,59 a	33,3 a	24,7 a	160,9 a	1,19 a	40,8 c	22,3 a	155,6 a

I – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem/before sowing + 32 kg N·ha⁻¹ w fazie/in stage BBCH 49

II – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem/ before sowing + 48 kg N·ha⁻¹ w fazie/in stage BBCH 49

III – 48 kg N·ha⁻¹ przed siewem/ before sowing + 48 kg N·ha⁻¹ w fazie/in stage BBCH 49

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy p = 0,05/Values in columns followed by the same letter do not differ significantly at p = 0.05

Tabela 3. Wpływ systemu nawożenia azotem na wielkość plonu, MTN i parametry jakościowe nasion trzech odmian soi (*Glycine max*) – Głubczyce

Table 3. Effect of nitrogen fertilization on yield, TGW and seeds quality parameters of three soybean varieties (*Glycine max*) – Głubczyce

System nawożenia azotem Nitrogen fertilization system	2014				2015			
	Plon Yield (t·ha ⁻¹)	Białko Protein (%)	Olej Oil (%)	MTN TGW (g)	Plon Yield (t·ha ⁻¹)	Białko Protein (%)	Olej Oil (%)	MTN TGW (g)
Augusta								
I	2,14	35,3	20,7	157,1	0,78	32,2	23,7	100,7
II	2,27	35,9	20,8	151,1	0,67	33,0	23,6	95,4
III	1,68	36,5	20,9	160,3	0,64	33,2	23,3	100,7

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Mavka								
I	3,03	35,3	21,7	184,6	2,00	31,1	26,6	125,7
II	2,99	37,8	21,3	167,7	1,90	31,9	25,9	151,1
III	3,09	36,8	20,9	208,4	1,79	32,6	25,8	160,4
Merlin								
I	3,45	36,9	21,7	168,8	2,32	32,6	26,0	132,0
II	3,48	38,2	21,0	209,9	2,12	33,5	25,3	127,6
III	3,07	36,9	21,4	163,6	2,00	33,4	25,5	133,6

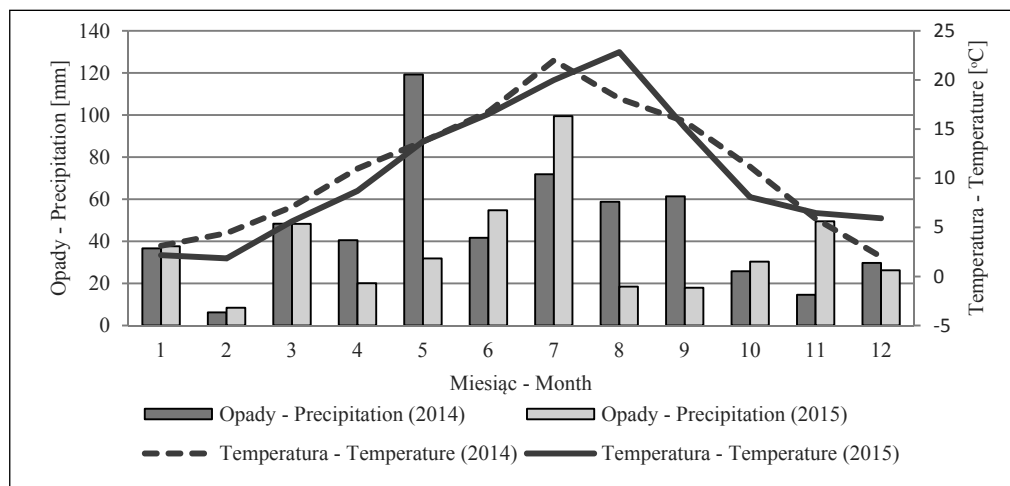
I – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem/before sowingII – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem/ before sowing + 16 kg N·ha⁻¹ krótko przed kwitnieniem soi/in stage BBCH 49III – 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem/ before sowing + 32 kg N·ha⁻¹ krótko przed kwitnieniem soi/in stage BBCH 49

Generalnie odnotowano wyższą zawartość białka w nasionach soi po zastosowaniu średnich i wyższych dawek azotu (w Winnej Górze: 32 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹ oraz 48 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹, w Głubczycach: 32 kg N·ha⁻¹ + 16 kg N·ha⁻¹ oraz 32 kg N·ha⁻¹ + 32 kg N·ha⁻¹). Zależność ta była wyraźnie widoczna w doświadczeniach przeprowadzonych w Głubczycach w obu latach badań oraz w Winnej Górze w sezonie 2015. Pisulewska i in. [1999] podają, że nawożenie azotem wpływa dodatnio na ilość białka ogólnego w nasionach, jednocześnie obniżając jego wartość biologiczną, a równocześnie polepszając jego strawność. Jarecki i Bobrecka-Jamro [2015] uważają, że także nawożenie nalistne soi wpływa na wzrost zawartości białka w nasionach.

Wyższą zawartość oleju w nasionach soi stwierdzono po zastosowaniu niższych lub średnich dawek azotu (w Winnej Górze: 32 kg N·ha⁻¹ + 32 kg N·ha⁻¹ oraz 32 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹, w Głubczycach: 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem oraz 32 kg N·ha⁻¹ + 16 kg N·ha⁻¹). Pisulewska i in. [1999] podają, że wysokie nawożenie azotowe może wpływać ujemnie na zawartość oleju w nasionach soi. Natomiast w innej publikacji Pisulewska i in. [1998] konkludują, że zawartość oleju w dużym stopniu zależy od przebiegu warunków atmosferycznych w okresie wegetacji, a także od odmiany.

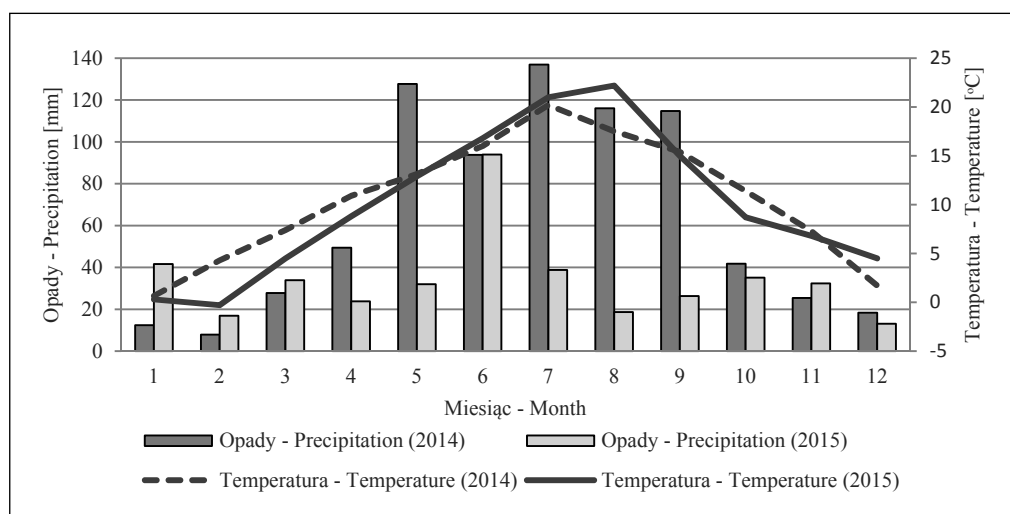
Generalnie uzyskano wyższą masę tysiąca nasion (MTN) po zastosowaniu niższych oraz najwyższych dawek azotu, zarówno w Winnej Górze, jak i w Głubczycach. Jednakże żaden z badanych systemów nawożenia azotem nie miał istotnego wpływu na MTN soi, za wyjątkiem doświadczenia w Winnej Górze (odmiana Merlin, sezon 2015), w którym to odnotowano istotny przyrost po zastosowaniu najwyższej dawki azotu. W badaniach Caliskan'a i in. [2008] uzyskano najwyższą MTN po zastosowaniu niskich dawek azotu (40 kg N·ha⁻¹).

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono wpływ wysokości opadów atmosferycznych na plonowanie soi. W Winnej Górze w roku 2014 roczna suma opadów atmosferycznych wyniosła 555,3 mm, natomiast w roku 2015 suma ta wyniosła 443,5 mm. W Głubczycach w sezonie 2014 roczna suma opadów wyniosła 772,2 mm, a w sezonie 2015 odnotowano roczne opady na poziomie 406,5 mm. Wyższe plony soi odnotowano w sezonie 2014 w stosunku do suchego roku 2015, w którym roczna suma opadów była niższa, a także rozkład opadów był gorszy. W sezonie 2015 w Głubczycach skrajnie niskie opady atmosferyczne odnotowano w maju oraz w fazie wypełniania strąków (lipiec – wrzesień), natomiast w Winnej Górze niedobory wody zarejestrowano w maju, sierpniu oraz wrześniu. Dane szczegółowe przedstawiono na



Rys. 1. Opady atmosferyczne i temperatura (Winna Góra)

Fig. 1. Precipitation and temperature (Winna Góra)



Rys. 2. Opady atmosferyczne i temperatura (Głubczyce)

Fig. 2. Precipitation and temperature (Głubczyce)

rysunkach 2 oraz 3. Duży wpływ na niższe plonowanie soi w roku 2015 miała susza w okresie wiosenno-letnim. Pisulewska i in. [1999] wyszczególniają trzy najważniejsze momenty krytyczne pod kątem wymagań wilgotnościowych. Pierwszy zaczyna się od siewu i trwa do pełni wschodów. Drugi okres krytyczny przypada w fazie kwitnienia roślin, a brak wody może przedłużyć kwitnienie roślin nawet do 30 dni. Trzeci okres zapotrzebowania na wodę przypada na

fazę wypełniania strąków i według wymienionych autorów jest ważnym momentem mającym wpływ na wysokość plonowania soi. Zielińska-Dawidziak i in. [2012] podają, że niewystarczająca ilość wody w okresie nalewania nasion wpływa na zmniejszenie plonu.

Według wielu autorów [Jarecki i Bobrecka-Jamro 2015, Zielińska-Dawidziak i in. 2012] zawartość białka w nasionach soi również zależy od przebiegu pogody, a w szczególności od wysokości opadów. Wspomniani autorzy podają, że susza wpływa na zwiększenie zawartości białka, a skład chemiczny nasion soi w dalszej kolejności zależy od czynnika odmianowego. Wyniki doświadczeń wykonanych w Winnej Górze są zgodne z wynikami autorów (32,1–37,6% białka w sezonie 2014 oraz 40,8–47,5% w roku 2015). Odmienne wyniki uzyskano w doświadczeniach wykonanych w Głubczycach, w których wyższą zawartość białka w nasionach stwierdzono w sezonie 2014 (35,3–38,2%), kiedy opady były wyższe, w porównaniu do suchego sezonu 2015 (31,1–33,5%).

Według Pisulewskiej i in. [1999] zawartość oleju w nasionach także zależy od przebiegu warunków atmosferycznych. Przykładowo w sezonach o większej ilości opadów atmosferycznych zawartość oleju w nasionach soi wzrasta. Wyniki uzyskane w doświadczeniach w Winnej Górze są zgodne z tym stwierdzeniem. W sezonie 2014 zawartość oleju w nasionach wynosiła od 22,0 do 24,9% natomiast w suchym sezonie 2015 nasiona zawierały od 16,1 do 22,3% oleju. Z drugiej strony wyniki doświadczeń w Głubczycach nie potwierdzają takiej zależności (20,7–21,7% oleju w 2014 roku i 23,3–26,6% oleju w sezonie 2015).

Masa tysiąca nasion również zależała od warunków atmosferycznych. Wyższą MTN odnotowano w sezonie 2014 w porównaniu do suchego roku 2015 zarówno w Winnej Górze, jak i w Głubczycach. Uzyskane wyniki MTN w Winnej Górze w sezonie 2014 oscylowały w przedziale od 146,3 do 200,3 g, a w sezonie 2015 w przedziale od 112,4 do 163,8 g. Natomiast w Głubczycach w roku 2014 MTN wynosiła od 151,1 do 209,9 g, a w roku 2015 odnotowano wyniki wahające się w przedziale od 95,4 do 160,4 g. Z drugiej strony w doświadczeniu Caliskan'a i in. [2008] zaobserwować można, iż wyższa ilość opadów w 2003 roku nie wpłynęła na wzrost MTN w porównaniu do suchego roku 2004. W roku 2003 autorzy uzyskali wyniki na poziomie od 153 do 159 g, natomiast w roku 2004 wyniki wynosiły od 162 do 169 g.

Odnotowano różnice wysokości plonów w zależności od warunków siedliskowych i lokalizacji doświadczeń. Wyniki uzyskane w doświadczeniu ścisłym różniły się od wyników uzyskanych w doświadczeniu produkcyjnym. W Głubczycach plon w 2014 roku wynosił od 1,68 do 3,48 t·ha⁻¹, a w 2015 roku od 0,64 do 2,23 t·ha⁻¹. Dla porównania plon z doświadczeń w Winnej Górze w sezonie 2014 wyniósł od 1,58 do 2,81 t·ha⁻¹, a w sezonie 2015 od 0,69 do 1,68 t·ha⁻¹. Odnotowano również wyższe wartości MTN w doświadczeniach przeprowadzonych w Głubczycach, gdzie występują korzystniejsze warunki siedliskowe do uprawy soi, w stosunku do doświadczeń wykonanych w Winnej Górze.

Wysokość plonowania zależała także od odmiany soi. W Winnej Górze w 2014 roku najwyżej plonowała odmiana Merlin (2,21–2,81 t·ha⁻¹), natomiast najniższe plony uzyskano na obiektach z odmianą Augusta (1,58–2,25 t·ha⁻¹). W 2015 roku najwyższe plony odnotowano na poletkach, na których wysiano odmianę Mavka (1,60–1,68 t·ha⁻¹), natomiast najniżej plonowała odmiana Augusta (0,69–0,79 t·ha⁻¹). W Głubczycach w 2014 roku najwyższym plonowaniem charakteryzowała się odmiana Merlin (3,07–3,48 t·ha⁻¹), a najniższymi plonami odmiana Augusta (1,68–2,27 t·ha⁻¹). W roku 2015 również najwyżej plonowała odmiana Merlin (0,65–2,23 t·ha⁻¹), a najniżej odmiana Augusta (0,64–0,78 t·ha⁻¹).

W Winnej Górze najwyższą zawartość białka stwierdzono w nasionach odmiany Augusta. W Głubczycach odnotowano wyższe wartości białka dla odmiany Merlin.

Zarówno w Winnej Górze, jak i w Głubczycach najwyższą zawartość oleju stwierdzono w nasionach odmian Mavka oraz Merlin. W badaniach Pisulewskiej i in. [1998] zauważyć moż-

na różnice pomiędzy zawartością oleju w nasionach nowszych i starszych odmian soi. Również w badaniach Jareckiego i Bobreckiej-Jamro [2015] występują istotne różnice zawartości oleju w nasionach różnych odmian soi. Z kolei w badaniach Pisulewskiej i in. [1999] czynnik odmianowy nie miał istotnego wpływu na zawartość oleju w nasionach.

Odnotowano różnice międzyodmianowe w wysokości MTN. Zarówno w Winnej Górze, jak i w Głubczycach najwyższą MTN charakteryzowała się odmiana Mavka. Masa tysiąca nasion jest wielkością uwarunkowaną genetycznie, ale również modyfikowaną przez warunki siedliska [Jarecki i Borecka-Jamro 2015].

WNIOSKI

1. W Winnej Górze, gdzie występowały tylko pojedyncze brodawki korzeniowe z bakteriami symbiotycznymi najkorzystniejszy wpływ na wysokość plonu miało zastosowanie systemów nawożenia: 32 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹ oraz 48 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹.
2. W Głubczycach, gdzie intensywność brodawkowania była wyższa najkorzystniejszy wpływ na wysokość plonu miało zastosowanie systemu nawożenia: 32 kg N·ha⁻¹ przed siewem.
3. W sezonie 2015 uzyskano o około 50% niższe plony w porównaniu do roku 2014, co spowodowane było niekorzystnymi warunkami pogodowymi (susza w okresie wiosenno-letnim).
4. Zastosowanie wyższych dawek azotu spowodowało wzrost zawartości białka w nasionach, natomiast zastosowanie niższych dawek azotu wpłynęło na wzrost zawartości oleju w nasionach.
5. Badane odmiany charakteryzowały się różnym poziomem plonowania i parametrami jakościowymi nasion.

PIŚMIENNICTWO

- Bury M., Nawracała J. 2004. Wstępna ocena potencjału plonowania odmian soi (*Glycine max* (L.) Merrill) uprawianych w rejonie Szczecina. Rośl. Oleiste/Oilseed Crops 25(2): 415–422.
- Caliskan S., Ozkaya I., Caliskan M., Arslan M. 2008. The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. Field Crops Res. 108: 126–132.
- Filoda G., Mrówczyński M. (red.) 2016. Metodyka integrowanej ochrony i produkcji soi dla doradców. Wyd. IOR-PIB Poznań, ss. 137.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2015. Wpływ nawożenia dolistnego na plon i skład chemiczny nasion soi (*Glycine max* (L.) Merrill). Fragm. Agron. 32(4): 22–31.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2016. Reakcja roślin soi na szczepienie nasion nitraginą oraz nawożenie startowe azotem. Nauka Przyr. Technol. 10(1), #12.
- Książak J. 2015. (pod red.). Wybrane zagadnienia uprawy roślin strączkowych. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA, Warszawa, ss. 60.
- Lorenc-Kozik A. M., Pisulewska E. 2003. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i mikroelementami na plonowanie wybranych odmian soi. Rośliny Oleiste-Oilseed Crops 24 (1): 131–142.
- Martyniuk S., Kozel M., Stalenga J. 2013. Wpływ różnych szczepów bakterii symbiotycznych na plony i brodawkowanie łubinu i soi. J. Res. Appl. Agric. Eng. 58(4): 67–70.
- Pisulewska E., Lorenc-Kozik A., Borowiec F. 1998. Porównanie plonu nasion oraz zawartości tłuszczu i kwasów tłuszczowych w krajowych odmianach soi. Rośl. Oleiste/Oilseed Crops 19 (1): 97–104.
- Pisulewska E., Lorenc-Kozik A., Borowiec F. 1999. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na plon, zawartość oraz skład kwasów tłuszczowych w nasionach dwóch odmian soi. Rośl. Oleiste/Oilseed Crops 20(2): 511–520.

- Tyczewska A., Gracz J., Twardowski T., Małyska A. 2014. Soja przyszłością polskiego rolnictwa? Nauka 4: 121–138.
- Zielińska-Dawidziak M., Nawracała J., Piasecka-Kwiatkowska D., Król E., Staniek H. Krejpcio Z. 2012. Wpływ roku zbioru nasion soi (*Glycine max* L. Merrill) na akumulację żelaza z roztworów FeSO₄. Fragm. Agron. 29(4): 183–193.

A. LUBOŃSKI, M. MARKOWICZ

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION SYSTEM ON YIELDING OF THREE NON-GMO SOYBEAN VARIETIES

Summary

Field experiments were conducted during the years 2014–2015. First, were conducted in the Field Experimental Station at Winna Góra, and second under production conditions in fields of Top Farms company at Głubczyce. Experiments conducted in a non-GMO soybean varieties (Augusta, Mavka, Merlin). Research factor was nitrogen fertilization system. In Winna Góra three systems of nitrogen fertilization were used: system I – 32 kg N·ha⁻¹ before sowing + 32 kg N·ha⁻¹ in stage BBCH 49, system II – 32 kg N·ha⁻¹ before sowing + 48 kg N·ha⁻¹ in stage BBCH 49, system III – 48 kg N·ha⁻¹ before sowing + 48 kg N·ha⁻¹ in stage BBCH 49. In Głubczyce also three different systems of nitrogen fertilization were used: system I – 32 kg N·ha⁻¹ before sowing, system II – 32 kg N·ha⁻¹ before sowing + 16 kg N·ha⁻¹ in stage BBCH 49, system III – 32 kg N·ha⁻¹ before sowing + 32 kg N·ha⁻¹ in stage BBCH 49. In experiments at Winna Góra soybean plants produced only single root nodules and the most favorable impact on amount of yield have application of fertilization systems: 32 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹ and 48 kg N·ha⁻¹ + 48 kg N·ha⁻¹. In experiments at Głubczyce where intensity of root nodules production was higher the most favorable impact on amount of yield have application of fertilization system: 32 kg N·ha⁻¹ before sowing. On the objects which were applied higher doses of nitrogen established higher protein content. While objects which were applied lower doses of nitrogen were characterized by higher oil content. Varieties reacted differently to applied nitrogen fertilization systems.

Key words: non-GMO soybean, nitrogen fertilization, soybean varieties

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 16.06.2017

Do cytowania – *For citation*

Luboński A., Markowicz M. 2017. Wpływ systemu nawożenia azotem na plonowanie trzech odmian soi (*Glycine max* (L.) Merr.). Fragm. Agron. 34(3): 66–75.