

**Marcin Kozak, Władysław Malarz, Andrzej Kotecki, Ivan Černý*,
Magdalena Serafin-Andrzejewska**

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

* Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre, Katedra Rastlinnej Výroby

Wpływ zróżnicowanej ilości wysiewu i biostymulatora Asahi SL na skład chemiczny nasion i resztek pozbiorowych soi uprawnej

**The effect of different sowing rate and Asahi SL biostimulator
on chemical composition of soybean seeds and postharvest residues**

Słowa kluczowe: soja, ilość wysiewu, Asahi SL, skład chemiczny

W latach 2005–2007 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, przeprowadzono trójczynnikowe doświadczenie polowe w układzie „split-plot” w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były w kolejności: I — odmiany soi (Aldana — grubonasienna, Nawiko — drobnonasienna), II — ilość wysiewu nasion na 1 m² (50, 75, 100 nasion), III — termin aplikacji Asahi SL (kontrola — bez aplikacji, faza listnienia — 14–15 BBCH, faza pąkowania — 59 BBCH). Biostymulator stosowano w dawce 0,6 dm³·ha⁻¹. Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanej ilości wysiewu i aplikacji biostymulatora na skład chemiczny nasion i resztek pozbiorowych soi uprawnej.

Po zbiorze w nasionach oznaczono zawartość białka ogółem, tłuszczu surowego, popiołu surowego i włókna surowego oraz makroskładników (fosfor, potas, wapń, magnez), a w słomie i korzeniach zawartość azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu.

W warunkach południowo-zachodniej Polski najwyższe plony nasion i słomy soi uzyskano wysiewając 100 nasion o pełnej wartości użytkowej na 1 m² i aplikując biostymulator Asahi SL w fazie pąkowania roślin.

Spośród porównywanych odmian istotnie wyższą zawartością białka ogółem (37,5%), włókna surowego (5,8%) i popiołu surowego (6,7%) odznaczała się drobnonasienna odmiana Nawiko.

Zwiększenie ilości wysiewu z 50 do 100 nasion na 1 m² spowodowało spadek zawartości tłuszczu surowego w nasionach soi. Niezależnie od terminu aplikacji biostymulator Asahi SL miał niewielki wpływ na zawartość makroskładników w resztkach pozbiorowych soi uprawnej.

Key words: soybean, sowing rate, Asahi SL, chemical composition

In 2005–2007 at the Research Station Pawłowice which belongs to Wrocław University of Environmental and Life Sciences, split-plot field experiments were carried out in four replications. The following three factors were investigated: I — soybean cultivars (large-seed Aldana, small-seed Nawiko); II — sowing rate per 1 m² (50, 75, 100); III — date of application of Asahi SL (control — without application, at leaf formation phase — 14–15 BBCH, at button phase — 59 BBCH). Biostimulator Asahi SL was applied at a dose 0.6 dm³·ha⁻¹. The aim of the present experiment was to evaluate the effect of different sowing rates and application of biostimulator Asahi SL on the chemical composition of soybean seeds and postharvest residues.

After harvesting, the following parameters were measured: total protein content, crude fat, crude ash and fiber, and macroelements (P, K, Ca, Mg) in the seeds; N, P, K, Ca and Mg concentration in straw and roots.

In the conditions of South-West Poland, the highest yields of soybean seeds and straw were obtained when 100 seeds of a full production value were sown per 1 m² and the Asahi SL biostimulator was applied in the button phase.

Among the compared cultivars the highest content of total protein (37.5%), crude fiber (5.8%) and crude ash (6.7%) was recorded in small-seeded cultivar Nawiko.

The increase in the sowing rate from 50 to 100 per 1 m² seeds lowered the content of crude fat in the soybean seeds. Irrespective of the application date, the Asahi SL biostimulator had little effect on the macroelements concentration in the postharvest residues of soybean.

Wstęp

Głównymi producentami soi na świecie są USA, Brazylia, Argentyna, Chiny i Indie. Powierzchnia uprawy soi w Europie wynosi około 1,39 mln ha, z czego na kraje Unii Europejskiej przypada 487 590 hektarów, co wynika przede wszystkim z wysokich wymagań termiczno-glebowych tego gatunku (Prusiński, Kotecki 2006, FAOSTAT 2006). Ze względu na pochodzenie i specyficzne wymagania klimatyczne soja jest rośliną stosunkowo rzadko uprawianą w Polsce, a jej areał nie przekracza 300 ha w skali całego kraju (FAOSTAT 2007).

Najkorzystniejsze warunki do rozwoju soi występują w południowo-wschodniej części Polski, pozostającej pod wpływem klimatu kontynentalnego (Łykowski 1984) oraz w południowo-zachodniej, charakteryzującej się najdłuższym okresem wegetacyjnym dla roślin (Jasińska, Kotecki 1993). Do uprawy w warunkach klimatycznych Polski najodpowiedniejsze są formy roślin odznaczające się dużą tolerancją na długość dnia, okresem wegetacji wynoszącym 125–135 dni oraz wiernym plonowaniem na poziomie co najmniej 1,6 t·ha⁻¹ (Szyrmer, Federowska 1978).

W 2008 roku w krajowym rejestrze odmian COBORU znajduje się osiem odmian soi — Aldana, Augusta, Jutro, Mazowia, Nawiko, Progres, Pripjat i Yanina. Najnowsze wyniki badań w ramach systemu Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) wskazują, że w 2007 roku plony wzorca, który stanowiła średnia z odmian Aldana i Nawiko wynosiły 2,6 tony nasion z 1 ha. Z porównywanych odmian jedynie Aldana plonowała powyżej średniej (104% wzorca), natomiast Augusta uzyskała 98%, a Nawiko 96% wzorcowego plonu. W odniesieniu do pozostałych zarejestrowanych odmian brak obecnie porównawczych danych o ich poziomie plonowania (Dolata, Wiatr 2007).

Jednym z głównych czynników agrotechnicznych kształtujących plonowanie soi jest ilość wysiewu nasion na jednostkę powierzchni (Bobrecka-Jamro i in. 1995, Jasińska i in. 1987, Pyzik i in. 1987). Optymalne rozmieszczenie roślin soi w łanie zmniejsza zarówno wzajemne zacienianie się roślin, jak również straty energii świetlnej na nagrzewanie się gleby, co wpływa na wzrost plonu nasion

(Kołpak 1996). Zwiększenie obsady roślin soi wiąże się także z mniejszymi stratami wody z gleby, co przyczynia się nie tylko do wzrostu plonu nasion, ale także wpływa na gromadzenie przez nie tłuszczu i białka (Taylor 1980). Dotychczasowe badania (Bobrecka-Jamro i in. 1993, 1995, Jasińska i in. 1987, Kołpak 1994) wskazują, że w warunkach Polski optymalna ilość wysiewu soi kształtuje się w dość szerokich granicach od 60 do 100 nasion na 1 m² i jest przede wszystkim zależna od interakcji genotypowo-środowiskowej. Z kolei skład chemiczny i wartość energetyczna nasion w niewielkim stopniu zależą od gęstości siewu (Jasińska i in. 1987).

Długi okres wegetacji soi przyczynia się do zwiększenia podatności roślin na różnego rodzaju czynniki stresowe, do których należą przede wszystkim skokowe zmiany temperatur oraz niedobory wilgoci w krytycznych fazach rozwojowych (pąkowanie, kwitnienie, wykształcanie strąków) (Jasińska, Kotecki 1993). Kołodziej i Pisulewska (2000) wskazują na niejednakową reakcję odmian na czynniki pogodowe w poszczególnych okresach rozwojowych soi. Głównymi czynnikami determinującymi uzyskane plony nasion były: minimalna temperatura powietrza, amplituda temperatur i średnia dobową temperatura powietrza. Nie stwierdzono natomiast silnego oddziaływania warunków pogodowych na zawartość tłuszczu w nasionach. Z kolei wyniki badań Michałka i Borowskiego (2006), dotyczące wpływu stresu suszy na plonowanie i zawartość tłuszczu oraz białka w nasionach soi, sugerują istotny wpływ niedoboru wilgoci na zawartość tłuszczu w nasionach wszystkich ocenianych odmian. Na znaczący wpływ warunków pogodowych na wykorzystanie potencjału plonotwórczego soi w warunkach Pomorza Zachodniego zwracają również uwagę Bury i Nawracała (2004).

Wprowadzanie biostymulatorów do nowoczesnych technologii produkcji różnych gatunków roślin (Černý i in. 2002, 2005, 2007, Harasimowicz-Hermann, Borowska 2006, Słowiński 2004) stało się bezpośrednią inspiracją do podjęcia badań nad określeniem optymalnego terminu aplikacji biostymulatora Asahi SL w uprawie soi, a także ustalenia właściwej ilości wysiewu, zapewniającej uzyskanie wysokiego plonu nasion oraz resztek pozbiorowych.

Material i metody

W latach 2005–2007 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, przeprowadzono trójczynnikowe doświadczenie polowe w układzie „split-plot” w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były w kolejności: I — odmiany soi (Aldana — grubonasienna, Nawiko — drobnonasienna), II — ilość wysiewu nasion na 1 m² (50, 75, 100 nasion), III — termin zastosowania Asahi SL (kontrola — bez aplikacji, faza listnienia — 14–15 BBCH, faza pąkowania — 59 BBCH). Celem badań było

określenie wpływu zróżnicowanej ilości wysiewu i aplikacji biostymulatora na plony i skład chemiczny nasion i resztek pozbiorowych soi uprawnej.

Doświadczenie zakładano na glebie płowej, kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III b. Zasobność gleby w fosfor, potas i magnez wahała się od średniej do bardzo wysokiej, natomiast pH gleby było lekko kwaśne. Soję uprawiano rokrocznie w stanowisku po pszenicy ozimej, stosując następujące nawożenie ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): 30 N (saletra amonowa 34%), 80 P_2O_5 (superfosfat potrójny 46%) i 120 K_2O (sól potasowa 60%). Materiał siewny soi zaprawiono przeciwko chorobom zaprawą Funaben T, a następnie bezpośrednio przed siewem zaszczepiono preparatem Nitragina — firmy Biofood z Wałcza (zawierającym szczepy *Bradyrhizobium japonicum*). Siew soi zgodnie z przyjętą metodyką doświadczenia wykonano, w zależności od rozpoczęcia wiosennych prac polowych, w 2005 roku 28 kwietnia, a w 2006 roku 8 maja, natomiast z powodu awarii siewnika w 2007 roku w terminie opóźnionym 14 maja, w rozstawie rzędów 15 cm, na głębokość 2–3 cm. Chwasty zwalczano bezpośrednio posiewnie wykonując oprysk herbicydowy preparatem Afalon Dyspersyjny 450 SC w dawce $2,0 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Biostymulator Asahi SL stosowano zgodnie z przyjętą metodyką w fazie 14–15 BBCH oraz 59 BBCH (Adamczewski i Matysiak 2005) w dawce $0,6 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ łącznie ze zwilżaczem Trend 90 EC w dawce $0,03 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Soję zebrano jednoetapowo kombajnem poletkowym w następujących terminach: 9.09.2005, 5.09.2006, 21.09.2007. Powierzchnia pojedynczego poletka do zbioru wynosiła 15 m^2 .

Po zbiorze określono plon nasion z każdego poletka i resztek pozbiorowych (słoma i korzenie) z powierzchni $0,25 \text{ m}^2$. Plony nasion soi sprowadzono do stałej wilgotności wynoszącej 13%, a resztek pozbiorowych (słoma, korzenie) 15%.

Ocenę jakościową nasion soi oparto na wynikach analiz chemicznych przeprowadzonych następującymi metodami: sucha masa — metodą suszarkową, azot ogólny (białko ogółem) — metodą Kjeldahla (w próbach oznaczono azot ogólny i przeliczono na białko ogółem stosując współczynnik 6,25), tłuszcz surowy (ekstrakt eterowy) — metodą odtłuszczonej reszty w aparacie Soxhleta, włókno surowe — metodą Henneberga-Stohmanna, popiół surowy — poprzez spalanie materiału roślinnego w piecu elektrycznym w temperaturze 600°C , potas, wapń — metodą fotometrii płomieniowej oraz fosfor, magnez — metodą kolorymetryczną (Krełowska-Kułas 1993, Nowak 2007).

Zawartość bezazotowych związków wyciągowych w nasionach soi obliczono odejmując od 100% sumaryczną zawartość białka ogółem, tłuszczu surowego, włókna surowego i popiołu surowego. Ponadto w słomie i korzeniach soi oznaczono zawartość składników mineralnych: azot, fosfor, potas, wapń, magnez według podanych wyżej metod.

Analizę wariancji ocenianych cech wykonano zgodnie z metodyką doświadczeń polowych (Elandt 1964), a parametry statystyczne weryfikowano na poziomie ufności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Układ warunków meteorologicznych w okresie wegetacyjnym soi w poszczególnych latach badań (2005, 2006, 2007) był silnie zróżnicowany, zarówno pod względem temperatur jak i opadów, co znalazło swoje odzwierciedlenie w długości trwania poszczególnych faz rozwojowych oraz uzyskanych plonach nasion i resztek pozbiorowych. W 2005 roku siew soi wykonano 28.04., tj. w terminie optymalnym dla obszaru Dolnego Śląska. Średnia temperatura powietrza III dekady kwietnia ($9,8^{\circ}\text{C}$) była o $1,6^{\circ}\text{C}$ wyższa w stosunku do średnich z wielolecia 1961–2000. Jednocześnie występujące niedobory wilgoci spowodowane całkowitym brakiem opadów w II dekadzie kwietnia i opadem w III dekadzie jedynie na poziomie 1,4 mm wpłynęły na przyspieszenie wschodów, które miały miejsce po 16 dniach od siewu. Poprawa warunków wilgotnościowych nastąpiła już w I dekadzie maja, a dalsze opady w II i III dekadzie miesiąca spowodowały przekroczenie sumy z wielolecia 1961–2000 (51,3 mm) o 64 mm, co skutkowało szybkim wykształcaniem przez rośliny liści właściwych. Początek formowania pędów u obu odmian miał miejsce 24 czerwca, w okresie słabego uwilgotnienia gleby. Odmiana Nawiko, w porównaniu z Aldaną, rozpoczęła kwitnienie o jeden dzień później, co jednak ze względu na korzystny przebieg pogody w tym okresie nie miało wpływu na długość tej fazy, która u obydwu odmian wynosiła 19 dni. Po aplikacji biostymulatora nie stwierdzono jego wpływu na tempo pojawiania się kolejnych faz rozwojowych roślin. Wysoka temperatura powietrza w lipcu oraz w II i III dekadzie sierpnia, przy dobrym uwilgotnieniu gleby sprzyjała wykształcaniu strąków. Wyjątkowo ciepła I dekada września ($18,4^{\circ}\text{C}$), w porównaniu do średniej wielolecia ($17,1^{\circ}\text{C}$), przyczyniła się do wyrównania dojrzewania strąków i umożliwiła dokonanie zbioru 9 września 2005 roku.

Pierwsza dekada maja 2006 roku, w której wykonano siew soi, charakteryzowała się wyjątkowo wysokimi temperaturami powietrza (średnio 14°C), przy jednocześnie dużych niedoborach wilgoci glebowej. Suma miesięcznych opadów w maju wyniosła zaledwie 15,9 mm, podczas gdy suma opadów z wielolecia 1961–2000 wynosiła 49,9 mm. Skutkowało to bardzo szybkimi wschodami roślin, które miały miejsce już po 10 dniach od siewu u odmiany Nawiko i po 12 dniach u odmiany Aldana. Średnie miesięczne temperatury maja, czerwca i lipca 2006 roku były wyższe od średnich z wielolecia (1961–2000) odpowiednio o 0,4, 1,8 i $4,9^{\circ}\text{C}$, i w tym okresie rośliny soi wytworzyły 6–7 liści, a następnie formowały pędy. Podobnie jak w pierwszym roku badań nie stwierdzono wpływu preparatu Asahi SL na szybkość pojawiania się kolejnych faz rozwojowych roślin. Niewielkie opady (12,0 mm), w porównaniu do średniej sumy z wielolecia (63,4 mm), występujące w lipcu nie poprawiły uwilgotnienia gleby. W związku z tym przez większą część okresu wegetacyjnego roślin panowała susza, która ujemnie wpłynęła na obfitość kwitnienia i wykształcanie strąków. Radykalna zmiana uwilgot-

nienia nastąpiła w I dekadzie sierpnia, w której opady wyniosły 111,2 mm oraz w II dekadzie — 46,4 mm, co jednak nie było w stanie zrekompensować niedoborów wody we wcześniejszych fazach rozwojowych soi.

Zmienny przebieg pogody na przełomie III dekady kwietnia i I dekady maja 2007 roku oraz awaria siewnika spowodowały opóźnienie siewu soi, który wykonano 14 maja, tj. w terminie opóźnionym dla Dolnego Śląska. Dzięki opadom w II dekadzie maja na poziomie 24,5 mm i średniej temperaturze powietrza wynoszącej 14,9°C, mimo opóźnionego siewu wschody roślin miały miejsce po 11 dniach u odmiany Nawiko i 14 dniach u odmiany Aldana. Czerwiec 2007 roku, w którym soja tworzyła liście właściwe i formowała pędy charakteryzował się sumą opadów wynoszącą 33,0 mm, co stanowi mniej niż 50% sumy opadów z wielolecia (1961–2000), przy średnich temperaturach powietrza na poziomie 18,1°C. Spowodowało to przyspieszenie początku kwitnienia, które rozpoczęło się 25 czerwca u odmiany Nawiko i 26 czerwca u odmiany Aldana. Poprawa warunków wilgotnościowych, która nastąpiła w lipcu (92,4 mm opadów) przy jednocześnie wysokich temperaturach powietrza (19,2°C), korzystnie wpłynęła na przebieg kwitnienia i wykształcanie strąków na roślinach. Równomierny rozkład opadów w I i II dekadzie sierpnia przy nadal wysokich temperaturach powietrza sprzyjał dobremu wypełnianiu strąków nasionami. Dojrzewanie roślin na przełomie III dekady sierpnia i I dekady września przypadło na okres zmiennych warunków pogodowych. Silne uwilgotnienie strąków w I i II dekadzie września wpłynęło na opóźnienie terminu zbioru, który przeprowadzono 21.09.2007.

W doświadczeniu własnym wzajemna interakcja badanych czynników dotyczyła jedynie wysokości plonu nasion soi. Najwyższe plony nasion obydwu badanych odmian soi uzyskano stosując wysiew 100 nasion na 1 m² i aplikując biostymulator Asahi SL w fazie listnienia lub pąkowania roślin. W związku z tym pozostałe badane cechy przedstawiono w tabelach i omówiono na poziomie średnich dla poszczególnych czynników.

Wszystkie badane czynniki doświadczenia wpłynęły istotnie na uzyskane plony nasion i resztek pozbiorowych soi (tab. 1). Jedyne masa korzeni nie była uzależniona od stosowania biostymulatora Asahi SL. Średnio w okresie badań (2005–2007) istotnie wyższe plony nasion (2,46 t·ha⁻¹) i słomy (3,47 t·ha⁻¹) uzyskano w uprawie odmiany Nawiko, która jednocześnie charakteryzowała się istotnie niższą masą korzeni w porównaniu do Aldany. Wysoki potencjał plonotwórczy odmiany Nawiko potwierdzają wcześniejsze badania Pisulewskiej i in. (1998), w których odmiana ta uzyskała najwyższy plon nasion na tle takich odmian jak Polan, Progres i Aldana. Z kolei wyniki porównawczych doświadczeń, realizowanych w ramach PDO, dotyczących plonowania soi wskazują na niższe możliwości plonotwórcze tej odmiany (Dolata, Wiatr 2007). Niezależnie od badanej odmiany, najwyższe plony nasion i resztek pozbiorowych uzyskano przy wysiewie 100 nasion na 1 m². Badania własne potwierdzają w tym zakresie wyniki dotyczące zalecanej ilości wysiewu soi sformułowane przez Jasińską i in. (1987). Aplikacja

Tabela 1

Plony nasion i resztek pozbiorowych soi uprawnej (średnie dla czynników)
Yields of seed and harvest residues of soybean (means for factors)

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Plon nasion <i>Seed yield</i> [t·ha ⁻¹]	Plon słomy (łodygi + strączyzny) <i>Straw yield</i> (stems + stripped pods) [t·ha ⁻¹]	Masa korzeni <i>Weight of roots</i> [t·ha ⁻¹]
<i>Odmiany — Cultivars</i>			
Aldana	2,36	3,07	0,53
Nawiko	2,46	3,47	0,35
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,09	0,17	0,06
<i>Liczba wysianych nasion na 1 m² — Number of seeds sown per 1 m²</i>			
50	2,17	2,91	0,41
75	2,45	3,38	0,46
100	2,61	3,52	0,46
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,05	0,18	0,04
<i>Termin aplikacji — Date of application</i>			
Kontrola (bez aplikacji Asahi SL) <i>Control (without Asahi SL)</i>	2,26	3,11	0,43
Listnienie — <i>Leaf formation</i> 14–15 BBCH	2,45	3,29	0,44
Pąkowanie — <i>Button phase</i> 59 BBCH	2,53	3,41	0,46
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,05	0,16	rn
<i>Lata — Years</i>			
2005	2,19	3,58	0,44
2006	1,63	2,22	0,35
2007	3,41	4,01	0,55
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,11	0,21	0,07

rn — różnica nieistotna — *no significant difference*

biostymulatora w fazie listnienia lub pąkowania przyczyniła się do istotnego wzrostu plonu nasion i słomy w porównaniu do kontroli, gdzie Asahi SL nie był stosowany. Dotychczas w dostępnej literaturze brak innych wyników potwierdzających tę zależność w uprawie soi. Jednak podobne wyniki w odniesieniu do plonowania rzepaku jarego uzyskali Kozak i in. (2006), a rzepaku ozimego Harasimowicz-Hermann i Borowska (2006). Średnio najwyższy plon nasion soi (2,53 t·ha⁻¹) uzyskano stosując Asahi SL w fazie pąkowania roślin. Wysokie

i równomiernie rozłożone opady, przy jednocześnie wysokiej średniej temperaturze powietrza w okresie od wykształcania strąków do ich dojrzwania w 2007 roku, wpłynęły istotnie na uzyskanie najwyższych plonów nasion, słomy i masy korzeni w całym okresie badań. Wyniki własne potwierdzają w tym zakresie wcześniejsze doniesienia Jasińskiej i Koteckiego (1993), którzy wskazują, że w okresie wegetacji soi wyróżnia się dwa momenty krytyczne pod względem wymagań termicznych oraz trzy pod kątem wilgotnościowych. W okresie pierwszym od siewu do wschodów, soja wykazuje duże zapotrzebowanie zarówno na wysokie średnie temperatury powietrza, jak i na wodę. Drugi okres krytyczny przypada w fazie kwitnienia roślin, w której minimum biologiczne temperatury wynosi 17–18°C, a trzeci okres związany z dużym zapotrzebowaniem na wodę przypada na fazę wykształcania strąków.

Skład chemiczny nasion soi był w największym stopniu zależny od przebiegu pogody w latach badań, a w dalszej kolejności zależał od czynnika odmianowego i liczby wysianych nasion na 1 m² (tab. 2). Spośród porównywanych odmian istotnie wyższą zawartością białka ogółem (37,5%), włókna surowego (5,8%) i popiołu surowego (6,7%) odznaczała się drobnonasienna odmiana Nawiko. Na wysoką zawartość białka i plon białka z nasion odmiany Nawiko, w porównaniu do innych ocenianych 4 polskich odmian soi, zwracają również uwagę Pisulewska i in. (1998). Z kolei w badaniach własnych nasiona Aldany charakteryzowały się wysoką zawartością tłuszczu surowego. Michałek i Borowski (2006) wskazują, że niezależnie od poziomu uwilgotnienia podłoża odmiana ta odznacza się dużą koncentracją tłuszczu w nasionach. Wzrastająca liczba wysiewu na jednostce powierzchni modyfikowała jedynie zawartość tłuszczu surowego, przyczyniając się do zmniejszenia koncentracji tego składnika w nasionach. Nieznaczny wpływ zróżnicowanej ilości wysiewu nasion soi na ich skład chemiczny potwierdzają wcześniejsze badania Jasińskiej i in. (1987). Z kolei odmiennego zdania są Pyzik i in. (1987), którzy udowodnili, że istnieje istotny liniowy wpływ gęstości siewu na zawartość białka w nasionach. W badaniach własnych nie stwierdzono wpływu biostymulatora Asahi SL na skład chemiczny nasion. Silnie wilgotny i jednocześnie ciepły przebieg pogody w okresie od zawiązywania strąków do dojrzałości pełnej soi w 2007 roku, w porównaniu do pozostałych okresów badań, spowodował istotny wzrost zawartości tłuszczu surowego, włókna surowego i bezazotowych związków wyciągowych w nasionach. Z kolei brak opadów podczas kwitnienia i zawiązywania strąków w 2006 roku spowodował istotne obniżenie zawartości tłuszczu surowego w nasionach, przy jednocześnie bardzo wysokiej koncentracji białka ogółem (tab. 2). Obserwowane w badaniach własnych zależności potwierdzają w tym zakresie wcześniejsze doniesienia Jasińskiej i Koteckiego (1993) oraz Michałka i Borowskiego (2006).

Tabela 2

Skład chemiczny nasion soi — *The chemical composition of soybean seeds* [%]

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Białko ogółem <i>Total protein</i>	Tłuszcz surowy <i>Crude fat</i>	Włókno surowe <i>Crude fibre</i>	Popiół surowy <i>Crude ash</i>	BAW
Odmiany — <i>Cultivars</i>					
Aldana	35,0	21,6	5,5	6,4	31,5
Nawiko	37,5	19,8	5,8	6,7	30,2
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,7	0,2	0,2	0,1	0,6
Liczba wysianych nasion na 1 m ² — <i>Number of seeds sown per 1 m²</i>					
50	36,1	20,9	5,6	6,6	30,8
75	36,6	20,8	5,5	6,6	30,5
100	36,2	20,4	5,8	6,5	31,1
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	rn	0,3	rn	rn	rn
Termin aplikacji — <i>Date of application</i>					
Kontrola (bez aplikacji Asahi SL) <i>Control (without Asahi SL)</i>	36,3	20,5	5,7	6,6	30,9
Listnienie — <i>Leaf formation</i> 14–15 BBCH	35,8	20,8	5,6	6,6	31,2
Pąkowanie — <i>Button phase</i> 59 BBCH	36,6	20,8	5,6	6,6	30,4
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	rn	rn	rn	rn	rn
Lata — <i>Years</i>					
2005	36,9	20,9	5,5	6,5	30,2
2006	38,1	19,8	5,2	6,7	30,2
2007	33,7	21,5	6,2	6,5	32,1
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,8	0,3	0,3	0,1	0,7

rn — różnica nieistotna — *no significant difference*BAW — bezazotowe związki wyciągowe — *nitrogen free extract*

Spośród oznaczanych w nasionach makroskładników czynnik odmianowy kształtował istotnie jedynie zawartość fosforu i magnezu, z tym że odmiana Nawiko charakteryzowała się wyższą zawartością fosforu (0,57%), a Aldana magnezu (0,37%). Wzrost liczby wysianych nasion z 50 do 100 na 1 m² w niejednoznaczny sposób wpłynął na zawartość fosforu i magnezu, natomiast spowodował obniżenie zawartości wapnia (tab. 3). Kołpak (1989) podaje, że zróżnicowana obsada roślin oraz nawożenie azotem nie modyfikują zawartości fosforu i potasu w nasionach soi. Aplikacja Asahi SL w fazie pąkowania, w porównaniu do kontroli, wpłynęła

na zwiększenie zawartości magnezu w nasionach, przy czym odnotowano także wzrost zawartości potasu pod wpływem oprysku biostymulatorem w fazie listnienia lub pąkowania. Istotnie najwyższą zawartość fosforu i potasu w nasionach soi odnotowano w 2005 roku, który charakteryzował się wyjątkowo ciepłym okresem od kwitnienia do dojrzewania nasion, co może świadczyć o znaczącej roli tych składników w ograniczaniu niedoborów wilgoci w rozwoju soi.

Tabela 3

Zawartość makroskładników w nasionach soi [%]
The content of macroelements in soybean seeds

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Fosfor P	Potas K	Wapń Ca	Magnez Mg
<i>Odmiany — Cultivars</i>				
Aldana	0,52	1,60	0,17	0,37
Nawiko	0,57	1,60	0,17	0,34
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,02	m	m	0,01
<i>Liczba wysianych nasion na 1 m² — Number of seeds sown per 1 m²</i>				
50	0,54	1,59	0,19	0,37
75	0,57	1,61	0,17	0,34
100	0,53	1,60	0,17	0,36
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,02	m	0,01	0,02
<i>Termin aplikacji — Date of application</i>				
Kontrola (bez aplikacji Asahi SL) <i>Control (without Asahi SL)</i>	0,53	1,56	0,17	0,34
Listnienie — <i>Leaf formation</i> 14–15 BBCH	0,55	1,61	0,17	0,36
Pąkowanie — <i>Button phase</i> 59 BBCH	0,56	1,63	0,18	0,37
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	m	0,02	m	0,02
<i>Lata — Years</i>				
2005	0,64	1,99	0,19	0,35
2006	0,47	1,49	0,19	0,38
2007	0,53	1,32	0,14	0,34
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,02	0,02	0,01	0,02

m — różnica nieistotna — *no significant difference*

Zawartość większości analizowanych w słomie soi makroskładników kształtowała się na podobnym poziomie. Jedynie w odniesieniu do potasu i wapnia stwierdzono jego wyższą zawartość w słomie odmiany Nawiko (tab. 4). Zróż-

nicowana liczba wysianych nasion na 1 m² wpłynęła znacząco tylko na zawartość potasu w słomie, która była najwyższa (1,50%) przy ilości 100 sztuk na jednostkę powierzchni. W badaniach własnych nie stwierdzono istotnego wpływu aplikacji biostymulatora Asahi SL na zawartość oznaczanych makroskładników w słomie soi. Podobnie, jak w odniesieniu do zawartości fosforu i potasu w nasionach, przebieg pogody w 2005 roku sprzyjał zwiększonej koncentracji tych składników w słomie soi. Ponadto w tym samym roku badań odnotowano najwyższą zawartość wapnia w słomie (0,99%). Z kolei wysoką zawartością azotu odznaczała się słoma zebrana w 2007 roku (tab. 4).

Tabela 4
Zawartość makroskładników w słomie soi [%] — *The content of macroelements in soybean straw*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Azot N	Fosfor P	Potas K	Wapń Ca	Magnez Mg
<i>Odmiany — Cultivars</i>					
Aldana	0,51	0,21	1,38	0,76	0,51
Nawiko	0,50	0,20	1,51	0,88	0,49
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	rn	rn	0,05	0,03	rn
<i>Liczba wysianych nasion na 1 m² — Number of seeds sown per 1 m²</i>					
50	0,50	0,21	1,47	0,83	0,51
75	0,50	0,20	1,38	0,82	0,49
100	0,50	0,20	1,50	0,81	0,48
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	rn	rn	0,06	rn	rn
<i>Termin aplikacji — Date of application</i>					
Kontrola (bez aplikacji Asahi SL) <i>Control (without Asahi SL)</i>	0,51	0,20	1,46	0,83	0,52
Listnienie — <i>Leaf formation</i> 14–15 BBCH	0,50	0,21	1,46	0,81	0,48
Pąkowanie — <i>Button phase</i> 59 BBCH	0,50	0,20	1,43	0,82	0,49
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	rn	rn	rn	rn	rn
<i>Lata — Years</i>					
2005	0,48	0,24	1,62	0,99	0,41
2006	0,46	0,22	1,50	0,76	0,58
2007	0,57	0,14	1,22	0,71	0,49
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,02	0,02	0,06	0,04	0,05

rn — różnica nieistotna — *no significant difference*

Korzenie grubonasiennej odmiany Aldana zawierały istotnie więcej, w porównaniu do drobnonasiennej Nawiko, azotu (0,59%), fosforu (0,14%) i magnezu (0,21%), natomiast mniej potasu i wapnia (tab. 5). Największą zawartość potasu odnotowano w korzeniach soi wysiewanej w ilości 100 nasion na 1 m², natomiast wapnia przy wysiewie 75 lub 100 nasion. Na koncentrację pozostałych makroskładników w korzeniach nie wpływała zróżnicowana ilość wysiewu nasion soi. Spośród analizowanych w korzeniach makroskładników aplikacja Asahi SL w fazie pąkowania wpłynęła jedynie na zwiększenie zawartości wapnia. Z kolei Černý i in. (2002, 2005) wskazują, że aplikacja Atoniku (pol. Asahi SL) w uprawie buraka cukrowego zmniejsza stres wywołany stosowaniem herbicydów i przynosi wymierne

Tabela 5

Zawartość makroskładników w korzeniach soi [%]
The content of macroelements in soybean roots

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Azot N	Fosfor P	Potas K	Wapń Ca	Magnez Mg
<i>Odmiany — Cultivars</i>					
Aldana	0,59	0,14	0,56	0,23	0,21
Nawiko	0,55	0,11	0,65	0,26	0,18
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02
<i>Liczba wysianych nasion na 1 m² — Number of seeds sown per 1 m²</i>					
50	0,55	0,12	0,58	0,22	0,19
75	0,58	0,13	0,58	0,25	0,20
100	0,57	0,12	0,65	0,25	0,19
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	rn	rn	0,04	0,02	rn
<i>Termin aplikacji — Date of application</i>					
Kontrola (bez aplikacji Asahi SL) <i>Control (without Asahi SL)</i>	0,58	0,13	0,59	0,24	0,20
Listnienie — <i>Leaf formation</i> 14–15 BBCH	0,56	0,12	0,62	0,26	0,19
Pąkowanie — <i>Button phase</i> 59 BBCH	0,56	0,12	0,60	0,23	0,20
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	rn	rn	rn	0,02	rn
<i>Lata — Years</i>					
2005	0,58	0,16	0,65	0,27	0,23
2006	0,51	0,15	0,78	0,25	0,19
2007	0,61	0,06	0,37	0,20	0,16
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02

rn — różnica nieistotna — *no significant difference*

korzyści w postaci zwiększonego plonu korzeni. Odnotowano także pozytywny wpływ Atoniku na parametry produkcyjne korzeni cykorii uprawnej (Černý i in. 2007). Warunki wilgotnościowo-termiczne w okresie wegetacyjnym 2007 roku, na tle pozostałych lat badań, spowodowały istotne obniżenie zawartości fosforu, wapnia i magnezu w korzeniach soi.

Wnioski

1. W warunkach południowo-zachodniej Polski najwyższe plony nasion i słomy soi uzyskano wysiewając 100 nasion o pełnej wartości użytkowej na 1 m² i aplikując biostymulator Asahi SL w fazie pąkowania roślin.
2. Spośród porównywanych odmian istotnie wyższą zawartością białka ogółem, włókna surowego i popiołu surowego w nasionach odznaczała się odmiana Nawiko
3. Zwiększenie ilości wysiewu z 50 do 100 nasion na 1 m² spowodowało spadek zawartości tłuszczu surowego w nasionach soi.
4. Niezależnie od terminu aplikacji biostymulator Asahi SL miał niewielki wpływ na zawartość makroskładników w resztkach pozbiorowych soi uprawnej.

Literatura

- Adamczewski K., Matysiak K. 2005. Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH. Instytut Ochrony Roślin, Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Główny Inspektorat, Poznań, 44-47.
- Bobrecka-Jamro D., Pałka M., Pizło H. 1993. Wpływ gęstości siewu i przedplonów na przebieg wegetacji i plon nasion soi. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rol., 31: 117-128.
- Bobrecka-Jamro D., Pałka M., Sierpiński W. 1995. Wpływ gęstości siewu i przedplonów na cechy morfologiczne nowych odmian soi. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rol., 32: 5-17.
- Bury M., Nawracała J. 2004. Wstępna ocena potencjału plonowania odmian soi (*Glycine max* (L.) Merrill) uprawianych w rejonie Szczecina. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXV (2): 415-422.
- Černý I., Pačuta V., Fecková J., Golian J. 2002. Vplyv ročníka a aplikácie Atoniku na vybrané parametre úrody cukrovej repy. Journal Central European Agriculture, 3 (1): 15-22.
- Černý I., Pačuta V., Habán I. 2007. Produkčné parametre čakanky obyčajnej v závislosti na odrode a foliárnej aplikácii Atoniku a Polyboru 150. In. Listy cukrovarnícké a řepařské, 123, (9-10): 281-284.
- Černý I., Pačuta V., Konkořová M., Kováčik P. 2005. Vybrané parametre úrody cukrovej repy v závislosti na odrode a foliárnej aplikácii Atoniku a Polyboru 150. Listy cukrovarnícké a řepařské, 121 (7-8): 239-241.
- Dolata A., Wiatr K. 2007. Rośliny strączkowe (groch siewny, bobik, łubin wąskolistny, łubin żółty). Wstępne wyniki plonowania odmian w doświadczeniach porejestrowych. Słupia Wielka, COBORU, COBO 83, 200: 5.

- Elandt R. 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. PWN, Warszawa, 272-289.
- FAOSTAT 2006, 2007. Statistical databases. <http://faostat.fao.org/>.
- Harasimowicz-Hermann G., Borowska M. 2006. Efekty działania biostymulatora Asahi SL w uprawie rzepaku ozimego w zależności od warunków pluwiometrycznych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (1): 95-106.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1993. *Rośliny strączkowe*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 146-167.
- Jasińska Z., Kotecki A., Malarz W. 1987. Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na plonowanie soi na glebie brunatnej – średniej. *Biul. IHAR*, 164: 117-124.
- Kołodziej J., Pisulewska E. 2000. Wpływ czynników meteorologicznych na plon nasion i tłuszczu oraz zawartość tłuszczu w nasionach dwóch odmian soi. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (3): 759-776.
- Kołpak R. 1989. Kształtowanie się składu chemicznego nasion soi w zależności od obsad roślin i nawożenia azotem. *Mat. konf. nauk. Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych*, 8-9 listopada 1989, IUNG, Puławy, 193-201.
- Kołpak R. 1994. Kształtowanie się plonu soi w zależności od obsady roślin oraz nawożenia mineralnego. *Annales of Warsaw Agricultural University, Agriculture*, 27: 45-52.
- Kołpak R. 1996. Plonowanie soi oraz kształtowanie się cech morfologicznych na tle obsady i nawożenia roślin. *Biul. IHAR*, 198: 53-63.
- Kozak M., Malarz W., Kotecki A. 2006. Vliv aplikace biostimulátoru Asahi SL na růst a výnos jarní řepky v podmínkách dolního Slezka. *Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze*, 13-14.12.2006, Praha, 69-72.
- Krełowska-Kułas M. 1993. *Badanie jakości produktów spożywczych*. PWE, Warszawa, 18-109.
- Łykowski B. 1984. Warunki klimatyczne rozwoju i plonowania soi w Polsce. *Rozpr. Nauk. Monogr. Dział Wyd. SGGW*, Warszawa, 41: 1-84.
- Michalek S., Borowski E. 2006. Plonowanie oraz zawartość tłuszczu, kwasów tłuszczowych i białka w nasionach krajowych odmian soi w warunkach suszy. *Acta Agrophysica*, 8 (2): 459-471.
- Nowak W. 2007. *Instrukcja do analiz*. UP, Wrocław, 13-15.
- Pisulewska E., Lorenc-Kozik A., Oleksy A. 1998. Porównanie plonu, jego struktury oraz wartości pokarmowej nasion aktualnie zarejestrowanych polskich odmian soi. *Acta Agr. Silv., Agraria*, 36 (2): 69-77.
- Prusiński J., Kotecki A. 2006. Współczesne problemy produkcji roślin motylkowatych. *Fragm. Agron.*, 3 (91): 94-126.
- Pyzik J., Bobrecka-Jamro D., Rzęsa B. 1987. Wpływ gęstości siewu na cechy morfologiczne wczesnych odmian i rodów soi w południowo-wschodnim rejonie Polski. *Biul. IHAR*, 164: 71-82.
- Pyzik J., Pizło H., Bobrecka-Jamro D., Rzęsa B. 1987. Wpływ gęstości siewu na plon białka i tłuszczu oraz zawartość włókna i popiołu w nasionach soi w południowo-wschodnim rejonie Polski. *Biul. IHAR*, 164: 83-90.
- Słowiński A. 2004. Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin. *Wiś Jutra*, 3: 1.
- Szyrmer J., Federowska B. 1978. Badania odmian i form soi ze światowej kolekcji. *Biul. IHAR*, 134: 123-144.
- Taylor H.M. 1980. Soybean growth and yields affected by row spacing and by seasonal water supply. *Agron. J.*, 69: 729-732.