

Anna-Maria Lorenc-Kozik, Elżbieta Pisulewska

Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i mikroelementami na plonowanie wybranych odmian soi

**Effect of increasing levels of nitrogen fertilizer and microelements
on seed yield of selected soybean cultivars**

Słowa kluczowe: soja, odmiany, azot, mikroelementy, plon nasion, liczba strąków

Key words: soybean, cultivars, nitrogen, microelements, seed yield, number of pods

Wstęp

Olbrzymie możliwości wykorzystania soi sprawiają, że jest ona rośliną uniwersalną i bardzo cenną. Rosnące zapotrzebowanie na soję, zwłaszcza w produkcji tzw. żywności prozdrowotnej, skłania wielu badaczy do hodowli odmian przystosowanych do naszego klimatu i poszukiwania odpowiedniej dla nich agrotechniki. Aktualnie zarejestrowane odmiany są stosunkowo dobrze przystosowane do naszych warunków klimatyczno-glebowych (Szyrmer, Boros 1997). Odmiany te spełniają podstawowe wymogi producentów: są dość plenne, tolerancyjne na niesprzyjające warunki przyrodnicze, przystosowane do zbioru mechanicznego oraz wczesne (Szyrmer, Boros 1996). Podnosi to ekonomiczną atrakcyjność tej rośliny.

Plon nasion soi i jego strukturę istotnie kształtuje przebieg warunków atmosferycznych (Bobrecka-Jamro 1996; Pisulewska i in. 1997). Korzystny przebieg warunków pogodowych, zwłaszcza na początku wegetacji oraz przedłużony okres osadzania i wypełniania strąków dodatnio wpływa na uzyskane plony nasion. Również wysokie wymagania pokarmowe rzutują na możliwość wysokiego plonowania soi. Potrzeby nawozowe tego gatunku kształtują się następująco: 60–80 kg/ha P₂O₅, 120–160 kg/ha K₂O i 15–60 kg/ha N. Zapotrzebowanie na azot zostaje pokryte od 30 do 60% dzięki symbiozie z bakteriami

brodawkowymi *Bradyrhizobium japonicum* (Strzelec 1995), stąd konieczność dodatkowego dokarmiania soi azotem mineralnym dla pełnego wykorzystania jej potencjału produkcyjnego. Nieodpowiednio dobrane dawki azotu mineralnego opóźniają okres kwitnienia soi, wydłużają wegetację, wpływają na obniżenie masy brodawek na roślinie i zwiększają masę korzeni. Według badań Pyzika i Bobreckiej-Jamro (1978) nawożenie azotem w ilości 30 kg/ha N wpływa na wzrost plonu nasion średnio o 2 dt z hektara i wzrost zawartości białka surowego w nasionach o ponad 1%.

Soja jest rośliną, która bardzo silnie reaguje na nawożenie mikroelementami. Racjonalne stosowanie zwłaszcza boru i molibdenu może się wydatnie przyczynić do wzrostu plonów. W licznych doświadczeniach stwierdzono duży wpływ boru na wzrost, rozwój oraz plon soi (Ziółek i Ziółek 1987; Jasińska i Kotecki 1994). Nie mniej ważny wpływ na plonowanie wywiera molibden. W wyniku zastosowania molibdenu w postaci molibdenianu amonu przy dawce N 30 kg/ha rośliny były wyższe, wykształcały większą liczbę strąków na roślinie i miały większą masę 1000 nasion w porównaniu z kontrolą (Ziółek i Ziółek 1987; Jasińska i in. 1997). Molibden wpłynął również korzystnie na wydłużenie okresu kwitnienia i zawiązywania strąków, a także na rozwój systemu korzeniowego oraz ilość brodawek. Zwiększeniu uległa nie tylko liczba brodawek (na roślinie), również wzrastała ich wielkość i aktywność (Shirashankar 1984). Duże rozbieżności co do wysokości dawki azotu i stosowania mikroelementów w uprawie soi wpłynęły na podjęcie tej problematyki badawczej w niniejszej pracy.

Celem pracy była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem i mikroelementami na plonowanie dwóch odmian soi: grubo- i drobnonasiennej.

Material i metodyka badań

Do badań wybrano 2 odmiany soi: grubonasienną odmianę Aldana i drobnonasienną odmianę Nawiko. Dwuczynnikowe (czynnik 1 — odmiany, czynnik 2 — nawożenie) doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1995–1998 w czterech powtórzeniach w Stacji Doświadczalnej Prusy, należącej do Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Akademii Rolniczej w Krakowie. Zastosowana agrotechnika nie odbiegała od zasad zalecanych w uprawie roślin strączkowych. Przedplonem soi były we wszystkich latach prowadzenia badań zboża jare. Po ich zbiorze wykonywano zespół uprawek późniwnych i przedsięwnych z zastosowaniem 70 kg/ha P₂O₅ w postaci superfosfatu potrójnego i 120 kg/ha K₂O w formie soli potasowej. Ilość wysiewu dla poszczególnych odmian obliczano corocznie dla obsady 80 sztuk na metrze kwadratowym. Stosowano stałą rozstawę rzędów co 25 cm.

Każdego roku przed siewem soja była zaprawiana preparatem grzybobójczym Vitavax 200 FS oraz szczepiona bakteriami *Bradyrhizobium japonicum*. Wiosną

również stosowano nawożenie azotem w formie saletry amonowej w ilości 0, 30, 60 kg N/ha. Ze względu na ograniczoną wielkość doświadczenia nawożenie mikroelementami: borem i molibdenem stosowano jedynie na obiektach nawożonych azotem w ilości 60 kg/ha. Mikroelementy zastosowano oddzielnie w fazie pąków kwiatowych w postaci 0,3% roztworu boraksu oraz 0,02% roztworu molibdenianu sodu. Corocznie siew soi przypadał z końcem kwietnia lub w pierwszych dniach maja. Wykonywano go siewnikiem poletkowym Bratek.

Zwalczanie chorób i szkodników przeprowadzono według aktualnie obowiązujących zaleceń ochrony roślin. W 1997 roku przeciwko *Ascochyta sojaecola* Abr. zastosowano oprysk preparatem Dithane M-45, natomiast walkę z chwastami corocznie prowadzono przy użyciu Gesagardu 50 WP oraz mechanicznie w miarę pojawiania się chwastów. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 10 m².

Omówienie wyników

Uzyskane wyniki badań potwierdziły dużą wrażliwość soi na przebieg warunków pogodowych w latach prowadzenia doświadczeń polowych. Plonowanie soi zależało w dużym stopniu od ilości i rozkładu opadów oraz temperatury powietrza, zwłaszcza w czasie rozwoju generatywnego. Najwyższe plony nasion uzyskano w pierwszym roku prowadzenia doświadczeń (1995), który zarówno pod względem ilości i rozkładu opadów, jak i średniej temperatury powietrza, szczególnie w lipcu (tab. 1) był najkorzystniejszy do wzrostu, rozwoju i dojrzewania roślin. O istotnym wpływie warunków pogodowych na plon soi donosi również Pyzik (1996) oraz Pisulewska i in. (1997). Różnica w plonach soi uzyskanych w 1995 roku w stosunku do plonów z lat 1996 i 1997 była statystycznie istotna i wynosiła odpowiednio 0,72 i 0,6 t/ha (tab. 2).

Tabela 1
Rozkład opadów i temperatury powietrza w okresie wegetacji roślin w latach 1995–1998
Distribution of rainfalls and temperatures over vegetation seasons 1995–1998

| Lata Years | Miesiące — Months | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | I-III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | Suma |
| | Opady — Precipitation [mm] | | | | | | | |
| 1995 | 88,0 | 74,9 | 81,8 | 101,9 | 35,2 | 70,2 | 64,3 | 516,3 |
| 1996 | 62,9 | 39,7 | 129,1 | 69,4 | 70,4 | 169,0 | 135,8 | 676,3 |
| 1997 | 57,8 | 28,1 | 74,0 | 114,6 | 236,2 | 68,9 | 48,6 | 628,2 |
| 1998 | 44,3 | 85,0 | 47,0 | 114,0 | 57,0 | 67,0 | 52,0 | 466,3 |
| 1984–1994 | 77,6 | 44,1 | 72,0 | 79,3 | 56,6 | 67,2 | 57,5 | 454,6 |
| Temperatura — Temperatures [°C] | | | | | | | | |

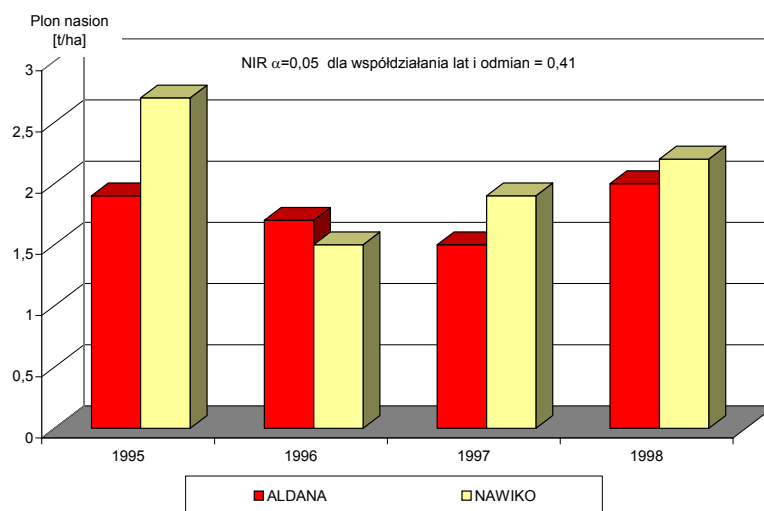
| | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1995 | 1,76 | 8,1 | 12,7 | 16,7 | 20,4 | 17,7 | 12,7 | 10,0 |
| 1996 | -4,3 | 7,9 | 14,8 | 17,3 | 16,6 | 17,7 | 10,4 | 8,9 |
| 1997 | -4,4 | 5,2 | 14,6 | 17,2 | 17,4 | 18,4 | 13,4 | 9,5 |
| 1998 | 2,2 | 10,6 | 14,4 | 18,3 | 18,2 | 17,7 | 13,8 | 13,6 |
| 1984–1994 | 0,2 | 8,8 | 13,8 | 26,4 | 18,5 | 18,4 | 13,6 | 11,1 |

Plony nasion porównywanych odmian soi nie różniły się istotnie (tab. 2). Istotne natomiast okazało się współdziałanie odmian soi z przebiegiem warunków pogodowych w latach prowadzenia doświadczeń (rys. 1). Z dwóch badanych odmian w kolejnych latach uprawy, za wyjątkiem 1996 roku, wyżej plonowała drobnonasienna odmiana Nawiko. Grubonasienna odmiana Aldana charakteryzowała się nieco niższym plonem, ale analizując rysunek 1 można stwierdzić, że była mniej wrażliwa na niesprzyjające warunki atmosferyczne i tym samym bardziej wierna pod względem uzyskiwanego plonu nasion.

Analiza wariancji wykazała także, że nawożenie azotem istotnie wpłynęło na wysokość uzyskanego plonu nasion. Dawka 30 kg N/ha zastosowana przedsięwzięcie spowodowała przyrost plonu nasion o 13%, a dawka 60 kg N/ha o 14% w porównaniu z obiektem kontrolnym. Zwyżka plonu przy dawce 60 kg/ha azotu z równoczesnym stosowaniem nawożenia mikroelementami wyniosła 22%. Przyrost plonu pod wpływem tej dawki był istotny w porównaniu z obiektem kontrolnym.

Tabela 2
Kształtowanie się plonu nasion soi [t/ha] w zależności od odmiany soi, nawożenia azotem i lat badań — Soybean seed yields [t/ha] as affected by soybean cultivars, nitrogen (N) fertilizer and vegetation seasons

| Lata Years | Odmiana Cultivar | Nawożenie — Fertilization [N kg/ha] | | | | Średnie dla lat Means for years |
|---|---------------------|-------------------------------------|------|------|------------|------------------------------------|
| | | 0 | 30 | 60 | 60 + B, Mo | |
| | | plon nasion — seed yield [t/ha]- | | | | |
| 1995 | Aldana | 1,48 | 1,95 | 1,93 | 2,10 | 2,30 |
| | Nawiko | 2,61 | 2,71 | 2,90 | 2,75 | |
| 1996 | Aldana | 1,47 | 1,83 | 1,57 | 1,75 | 1,58 |
| | Nawiko | 1,34 | 1,25 | 1,52 | 1,95 | |
| 1997 | Aldana | 1,34 | 1,77 | 1,67 | 1,46 | 1,70 |
| | Nawiko | 1,52 | 1,61 | 2,46 | 1,90 | |
| 1998 | Aldana | 1,90 | 2,11 | 2,00 | 2,17 | 2,14 |
| | Nawiko | 1,91 | 2,17 | 2,35 | 2,49 | |
| Średnie dla nawożenia N Means for fertilization N | | 1,69 | 1,91 | 1,93 | 2,07 | |
| Średnie dla odmian Means for cultivars | | Aldana | | 1,77 | | |
| | | Nawiko | | 2,03 | | |
| NIR _{α=0,05} dla nawożenia — LSD _{α=0,05} for fertilization | | | | 0,21 | | |
| NIR _{α=0,05} dla odmian — LSD _{α=0,05} for cultivars | | | | r.n. | | |
| NIR _{α=0,05} dla lat — LSD _{α=0,05} for years | | | | 0,33 | | |



Rys. 1. Współdziałanie odmian soi oraz lat prowadzenia badań w kształtowaniu plonu nasion [t/ha]
Interaction between soybean cultivars and vegetation seasons on seed yield [t/ha]

Porównywane odmiany różnie zareagowały na stosowane dawki azotu w poszczególnych latach (tab. 2). W przypadku odmiany drobnonasiennej najlepsza okazała się dawka 60 kg N/ha we wszystkich latach prowadzenia badań. Odmiana grubonasienna w latach o wysokiej sumie opadów i niższej średniej temperaturze powietrza (1996 i 1997) dawała wyższy plon przy nawożeniu dawką 30 kg N/ha, natomiast w latach suchszych (1995 i 1998) korzystniejsza okazała się dawka 60 kg N/ha. Zbliżone wyniki podczas swych długoletnich badań uzyskali również Szyrmer i Boros (1997).

Uzyskane plony soi kształtowane były zwłaszcza przez liczbę strąków wytworzonych na roślinie (tab. 3) oraz masę nasion z rośliny (tab. 4). Obydwa komponenty struktury plonu wykazały również silną reakcję na stosowane nawożenie azotem. Liczba strąków zawiązanych na roślinie, podobnie jak plon nasion, zależała od warunków pogodowych i agrotechnicznych. Istotnie różnicowały ją poszczególne czynniki doświadczeń, a zatem lata odmiany oraz nawożenie (tab. 3).

Tabela 3

Kształtowanie się liczby strąków na roślinie w zależności od odmiany soi, poziomu nawożenia azotem i lat badań — *Number of pods per plant as affected by soybean cultivars, level of nitrogen (N) fertilizer and growing seasons*

| Lata Years | Odmiana Cultivar | Nawożenie — <i>Fertilization</i> [N kg/ha] | | | | Średnie dla lat Means for years |
|---|---------------------|--|------|------|------------|--|
| | | 0 | 30 | 60 | 60 + B, Mo | |
| | | liczba strąków na roślinie [szt.] <i>number of pods per plant</i> | | | | |
| 1995 | Aldana | 26,2 | 34,7 | 36,9 | 34,0 | 35,8 |
| | Nawiko | 37,3 | 38,4 | 35,0 | 42,7 | |
| 1996 | Aldana | 11,2 | 13,4 | 14,6 | 14,4 | 17,4 |
| | Nawiko | 19,3 | 23,5 | 25,5 | 17,4 | |
| 1997 | Aldana | 16,4 | 21,4 | 18,4 | 20,5 | 21,5 |
| | Nawiko | 14,9 | 25,7 | 32,5 | 22,5 | |
| 1998 | Aldana | 28,4 | 25,2 | 25,0 | 20,1 | 31,7 |
| | Nawiko | 35,4 | 25,6 | 39,5 | 54,1 | |
| Średnie dla nawożenia <i>Means for fertilizer</i> | | 23,7 | 26,0 | 28,4 | 28,3 | |
| Średnie dla odmian <i>Means for cultivars</i> | | Aldana | | 22,6 | | |
| | | Nawiko | | 30,6 | | |
| NIR _{α=0,05} dla odmian — <i>LSD_{α=0,05} for cultivars</i> | | | | 2,6 | | |
| NIR _{α=0,05} dla nawożenia — <i>LSD_{α=0,05} for fertilization</i> | | | | 2,9 | | |
| NIR _{α=0,05} dla lat — <i>LSD_{α=0,05} for years</i> | | | | 6,0 | | |

Tabela 4

Kształtowanie się masy nasion z rośliny w zależności od odmiany soi, nawożenia azotem i lat badań — *Plant seed yield [g/plant] as affected by soybean cultivars, level of nitrogen (N) fertilizer and vegetation seasons*

| Lata <i>Years</i> | Odmiana <i>Cultivar</i> | Nawożenie — <i>Fertilization</i> [N kg/ha] | | | | Średnie dla lat <i>Means for years</i> |
|--|----------------------------|---|------|------|------------|--|
| | | 0 | 30 | 60 | 60 + B, Mo | |
| | | masa nasion z rośliny — <i>seed yield per plant</i> [g] | | | | |
| 1995 | Aldana | 9,7 | 12,2 | 13,5 | 13,3 | 10,7 |
| | Nawiko | 8,9 | 8,5 | 9,2 | 10,4 | |
| 1996 | Aldana | 3,4 | 3,9 | 4,0 | 3,9 | 3,8 |
| | Nawiko | 3,8 | 4,2 | 4,5 | 3,1 | |
| 1997 | Aldana | 3,9 | 4,8 | 4,1 | 3,9 | 3,8 |
| | Nawiko | 3,0 | 3,2 | 4,1 | 3,3 | |
| 1998 | Aldana | 7,2 | 4,7 | 6,4 | 5,2 | 6,3 |
| | Nawiko | 6,2 | 4,7 | 7,6 | 8,5 | |
| Średnie dla nawożenia <i>Means for fertilization</i> | | 5,8 | 5,8 | 6,7 | 6,4 | |
| Średnie dla odmian <i>Means for cultivars:</i> | | Aldana | | 6,5 | | |
| | | Nawiko | | 5,8 | | |
| NIR $(\alpha=0,05)$ dla odmian — <i>LSD$(\alpha=0,05)$ for cultivars</i> | | | | 0,61 | | |
| NIR $(\alpha=0,05)$ dla nawożenia — <i>LSD$(\alpha=0,05)$ for fertilization</i> | | | | 0,7 | | |
| NIR $(\alpha=0,05)$ dla lat — <i>LSD$(\alpha=0,05)$ for years</i> | | | | 1,4 | | |

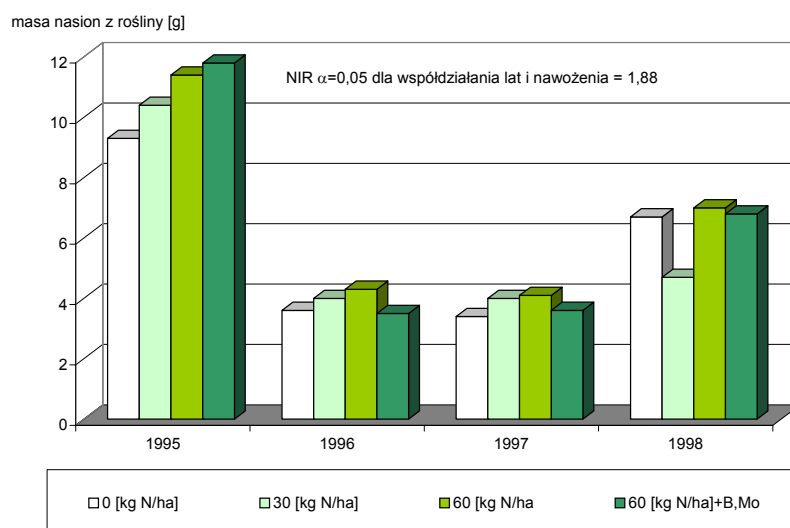
Liczba strąków zawiązanych na roślinie była zawsze wyższa w latach cieplejszych, tj. 1995 i 1998. Podobne wyniki uzyskał również Pyzik (1982). Zdaniem Szyrmera i Federowskiej (1987) różnice w ilości wykształconych strąków w trakcie prowadzonych badań są wynikiem odmiennego rozkładu opadów, temperatury i nasłonecznienia w okresie kwitnienia roślin.

W liczbie wykształconych strąków i nasion wykazano istotne różnice między odmianami. Z badanych odmian Nawiko wyróżniała się największą ilością strąków wykształconych na roślinie. Obfite deszcze w okresie kwitnienia soi, zwłaszcza w 1997 roku, wpłynęły na znaczny spadek ilości zawiązanych strąków. Liczne publikacje potwierdzają występowanie zjawiska opadania zawiązków strąków przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych (Fehr i Cawiness 1977; Janicka 1986; Szyrmer i Janicka 1987).

Wzrastające nawożenie azotowe w kolejnych latach badań wpłynęło na wzrost liczby strąków wykształconych na roślinie, z wyjątkiem 1996 roku. Statystycznie istotne różnice wystąpiły w 1997 roku, w którym w porównaniu z kontrolą dawka 30 kg N/ha spowodowała wzrost liczby zawiązanych strąków

o 50%, a 60 kg N/ha o 62%. W 1998 roku istotne różnice wystąpiły w ilości wykształconych strąków pomiędzy obiektami nawożonymi dawką 30 kg N/ha i 60 kg N/ha. W latach 1996–1997 nawożenie 60 kg N/ha oraz B i Mo nie wpłynęło na wzrost liczby strąków wykształconych na roślinie (tab. 3)

Masa nasion z rośliny zależała od odmiany, stosowanej dawki azotu, jak również warunków meteorologicznych w okresie wegetacji roślin (tab. 4). Wyższą masą nasion z rośliny charakteryzowała się odmiana Aldana. Nawożenie azotowe także wpływało istotnie na masę nasion z rośliny. Największa ze stosowanych dawek 60 kg N/ha najbardziej, bo o 16% zwiększała masę nasion z rośliny w stosunku do obiektów nie nawożonych. W poszczególnych latach soja reagowała odmiennie na stosowane nawożenie, czego rezultatem było współdziałanie nawożenia azotowego z przebiegiem warunków pogodowych w latach prowadzenia doświadczeń (rys. 2). Wystąpiły duże różnice w masie nasion w latach prowadzenia doświadczeń. Najgorszymi pod względem przebiegu pogody były lata 1996 i 1997.



Rys. 2. Współdziałanie nawożenia oraz lat prowadzenia badań w kształtowaniu masy nasion z rośliny [g]
Interaction between fertilizer nitrogen (N) and vegetation seasons on plant seed yield [g/plant]

Chłodna i deszczowa pogoda w lipcu i sierpniu 1996 roku stworzyła niekorzystne warunki dla rozwoju soi. W 1997 roku zaś zbyt duża ilość opadów w lipcu spowodowała nadmierne uwilgotnienie gleby i wyleganie łanów soi, co w znacznym stopniu spowodowało spadek masy nasion z rośliny. Masa nasion z rośliny była wyraźnie wyższa w latach o wyższych temperaturach w okresie wegetacji roślin, tj. w 1995 i 1998 roku. Potwierdzają to również badania Pyzika (1982). W roku 1995 na wagę nasion korzystnie wpływała dawka 60 kg N/ha + bor i molibden, a w 1998 roku ta sama dawka bez mikroelementów okazała się korzystniejsza. W tym samym roku dawka 30 kg N/ha obniżyła masę nasion z rośliny (tab. 4).

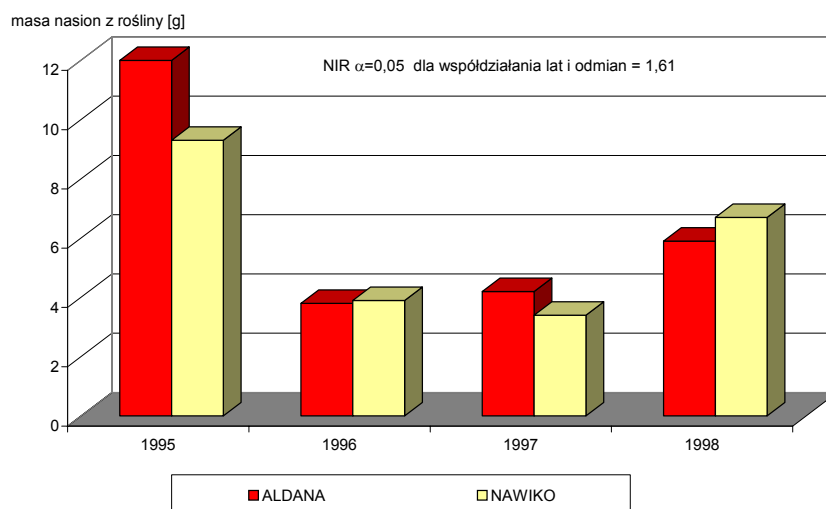
Zanotowano również różnice w masie nasion z rośliny między odmianami soi w kolejnych latach badań (rys. 3). Masa nasion z rośliny była największa u odmiany Aldana i Nawiko w 1995 roku, a najmniejsza w 1996 i 1997 roku. W 1998 roku uległa ona niewielkiemu podwyższeniu w porównaniu z dwoma poprzednimi latami, ale wciąż odbiegała od masy nasion z 1995 roku i była niższa o 10%.

Liczba nasion wykształcona na roślinach porównywanych odmian była istotnie zróżnicowana dla odmian oraz lat prowadzenia doświadczeń (tab. 5). Odmiana grubonasienna wykształcała więcej nasion na roślinach w porównaniu z odmianą drobnonasienną, przy czym różnice te były szczególnie widoczne w latach 1996 i 1998. Stosowane w badaniach różne dawki nawożenia azotem oraz mikroelementy nie wpłynęły w sposób istotny statystycznie na omawianą cechę.

Tabela 5
Kształtowanie się liczby nasion na roślinie w zależności od odmiany soi, nawożenia i lat badań — *Number of seeds per plant as affected by soybean cultivars, level of nitrogen (N) fertilizer and vegetation seasons*

| Lata <i>Years</i> | Odmiana <i>Cultivar</i> | Nawożenie — <i>Fertilization</i> [N kg/ha] | | | | Średnie dla lat <i>Means for years</i> |
|--|----------------------------|---|------|------|------------|---|
| | | 0 | 30 | 60 | 60 + B, Mo | |
| | | liczba nasion na roślinie [szt.] — <i>number of seeds per plant</i> | | | | |
| 1995 | Aldana | 63,5 | 62,8 | 61,7 | 69,1 | 64,2 |
| | Nawiko | 59,0 | 61,6 | 69,6 | 66,0 | |
| 1996 | Aldana | 34,5 | 37,6 | 40,4 | 27,7 | 28,9 |
| | Nawiko | 20,8 | 23,5 | 24,9 | 22,2 | |
| 1997 | Aldana | 27,9 | 26,5 | 40,2 | 24,2 | 29,2 |
| | Nawiko | 27,7 | 32,6 | 26,8 | 27,9 | |
| 1998 | Aldana | 52,6 | 42,8 | 62,1 | 72,4 | 46,8 |
| | Nawiko | 44,5 | 38,0 | 29,8 | 32,3 | |
| Średnie dla nawożenia <i>Means for fertilization</i> | | 41,3 | 40,7 | 44,4 | 42,4 | |
| Średnie dla odmian <i>Means for cultivars</i> | | Aldana | | 47,2 | | |
| | | Nawiko | | 37,3 | | |
| NIR _{α=0,05} dla odmian — <i>LSD_{α=0,05} for cultivars</i> | | | | 3,2 | | |
| NIR _{α=0,05} dla nawożenia — <i>LSD_{α=0,05} for fertilization</i> | | | | r.n. | | |
| NIR _{α=0,05} dla lat — <i>LSD_{α=0,05} for years</i> | | | | 7,0 | | |
| NIR _{α=0,05} dla współdziałania — <i>LSD_{α=0,05} for interaction</i> | | | | 14,2 | | |

Do badań użyto odmian o zróżnicowanej genetycznie masie tysiąca nasion. Przebieg warunków atmosferycznych w poszczególnych latach prowadzenia doświadczeń istotnie modyfikował masę nasion (tab. 6). Najwyższą masą charakteryzowały się nasiona obu badanych odmian w pierwszym roku doświadczeń (1995) o najkorzystniejszych warunkach pogodowych, a najniższą w roku (1997) o bardzo dużej sumie opadów w czerwcu (114 mm) i lipcu (236 mm).



Rys. 3. Współdziałanie odmian oraz lat prowadzenia badań w kształtowaniu masy nasion z rośliny [g]
Interaction between cultivars and vegetation seasons on plant seed yield [g/plant]

Tabela 6

Kształtowanie się masy 1000 nasion [g] badanych odmian soi w zależności od odmiany, nawożenia oraz lat badań — 1000-seed weight [g] as affected by soybean cultivars, fertilizer nitrogen (N) levels and vegetation seasons

| Lata Years | Odmiana Cultivar | Nawożenie — Fertilization [N kg/ha] | | | | Średnie dla lat Means for years |
|---|---------------------|--|-------|-------|------------|--|
| | | 0 | 30 | 60 | 60 + B, Mo | |
| | | masa tysiąca nasion — 1000 seed weight [g] | | | | |
| 1995 | Aldana | 198,1 | 198,0 | 197,1 | 201,8 | 169,6 |
| | Nawiko | 124,1 | 137,2 | 150,6 | 149,7 | |
| 1996 | Aldana | 167,2 | 166,1 | 166,1 | 176,4 | 140,3 |
| | Nawiko | 110,4 | 111,4 | 113,7 | 111,1 | |
| 1997 | Aldana | 142,8 | 150,0 | 156,2 | 145,4 | 127,0 |
| | Nawiko | 106,6 | 106,0 | 106,2 | 103,2 | |
| 1998 | Aldana | 177,9 | 168,6 | 186,7 | 181,1 | 152,2 |
| | Nawiko | 129,4 | 118,6 | 132,3 | 123,3 | |
| Średnie dla nawożenia Means for fertilizer | | 144,6 | 144,5 | 151,1 | 149,0 | |
| Średnie dla odmian Means for cultivar | | Aldana | | 173,7 | | |
| | | Nawiko | | 120,9 | | |
| | | NIR $_{\alpha=0,05}$ dla odmian — LSD $_{\alpha=0,05}$ for cultivars | | 2,83 | | |
| | | NIR $_{\alpha=0,05}$ dla nawożenia — LSD $_{\alpha=0,05}$ for fertilizer | | r.n. | | |
| | | NIR $_{\alpha=0,05}$ dla lat — LSD $_{\alpha=0,05}$ for years | | 5,02 | | |
| | | NIR $_{\alpha=0,05}$ dla współdziałania — LSD $_{\alpha=0,05}$ for interaction | | r.n. | | |

Wnioski

1. Z porównywanych odmian soi grubonasienna odmiana *Aldana* plonowała niżej w porównaniu do drobnonasiennej odmiany *Nawiko*, ale równocześnie była mniej wrażliwa na niesprzyjające warunki meteorologiczne. W roku 1995 o najkorzystniejszym przebiegu warunków pogodowych najwyższe plony uzyskano dla odmiany *Nawiko*, natomiast dla grubonasiennej *Aldana* w 1998 roku.
2. O wyższym plonie nasion odmiany *Nawiko* zdecydowała większa liczba strąków wykształcona na roślinach (średnio o 26%) w porównaniu z odmianą *Aldana* we wszystkich latach prowadzenia doświadczeń. Pozostałe elementy struktury plonu (liczba nasion i masa nasion) były wyższe dla odmiany *Aldana* (odpowiednio o 20 i 11%) w sposób istotny statystycznie, ale w znacznie mniejszym stopniu rzutowały na plon.
3. Nawożenie zróżnicowanymi dawkami azotu i mikroelementami miało istotny wpływ na uzyskane plony nasion badanych odmian. Najkorzystniejszą dla plonowania odmiany *Aldana* była dawka 30 kg N/ha (plon 1,9 t/ha), powodująca wzrost plonu nasion o 22,7% w porównaniu z kontrolą, a dla odmiany *Nawiko* 60 kg N/ha (plon 2,3 t/ha) powodująca wzrost plonu w porównaniu z kontrolą o 25%.
4. W badaniach stwierdzono istotne współdziałanie pomiędzy przebiegiem warunków atmosferycznych w latach badań a plonem nasion porównywanych odmian soi i jego strukturą. Najlepszy okazał się rok 1995, w którym korzystny układ warunków pogodowych na początku wegetacji oraz wydłużony okres osadzania i wypełniania strąków dodatnio rzutował na osiągnięte plony nasion.
5. Mikroelementy bor i molibden stosowane pogłównie w postaci 0,3% roztworu boraksu oraz 0,02% roztworu molibdenianu sodu w fazie pąków kwiatowych zwiększyły liczbę nasion z rośliny oraz plony nasion.

Conclusions

1. Among compared cultivars, a large-seed *Aldana* gave lower yields than a small-seed *Nawiko*. At the same time, the former cultivar was less susceptible to adverse weather conditions. Due to favourable weather conditions, *Nawiko* gave highest yields in 1995 whereas *Aldana* gave highest yields in 1998.
2. Higher yields of a small-seed *Nawiko* resulted from an increased number of pods per plant (+26%), compared with large-seed *Aldana*, over the entire experiment. The remaining elements of yield structure (i.e. number of seeds and mass of seeds per plant) were higher for *Aldana* (+20 and +11%, respectively).

3. Graded nitrogen (N) fertilizer and microelements significantly affected seed yield of the studied cultivars. The most effective N fertilizer levels were 30 kg/ha for a large-seed Aldana (seed yield 1.9 t/ha, increase 22.7%) and 60 kg/ha for a small-seed Nawiko (seed yield 2.3 t/ha, increase 25%).
4. A significant interaction was detected between weather conditions, seed yield, and yield structure. The most favourable weather conditions, noted in 1995, resulted in the highest seed yields of the studied soybean cultivars.
5. The microelements (B and Mo), applied as 0.3% borax and 0.02% sodium molybdate, during plant vegetation (a phase of flower buds), increased number of seeds per plant and seed yield.

Literatura

- Bobrecka-Jamro D., Pizło H. 1996 Wpływ czynników agrotechnicznych na plonowanie soi w warunkach Polski południowo-wschodniej. Biuletyn IHAR Nr 198: 31-44.
- Fehr W.R., Cawiness Ch.E. 1977. Stege of soybean development. Special Report 80. Cooper Extens. Service Agric a Home Econom Exp. Stat. Iowa st. Unic. Of Sc a Tech: 1-11.
- Janicka M. 1986. Morfologia kwitnienia i produktywność zróżnicowanych genotypowo form soi. Cz. I. Wpływ warunków klimatycznych na przebieg kwitnienia i zawiązywania strąków. Hod. Rośl. Aklim i Nasien. t. 30 3/4: 59-75.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1994. Wpływ doglebowego nawożenia azotem i dolistnego mikroelementami na rozwój i plonowanie soi odmiany Polan. Cz. III. Wartość pokarmowa nasion i słomy. Biuletyn IHAR 190: 161-168.
- Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M. 1997. Akumulacja składników mineralnych w częściach nadziemnych soi pod wpływem nawożenia azotem i mikroskładnikami. Z. Probl. Post. Nauk. Rol. 446: 313-319.
- Lampart-Szczapa E. 1997. Nasiona roślin strączkowych w żywieniu człowieka, wartość biologiczna i technologiczna. Rośliny strączkowe w hodowli i uprawie. Z. Probl. Post. Nauk Rol. 446: 61-81.
- Pisulewska E., Kulig B., Ziółek W. 1997. Zmienność i współzależność elementów struktur plonu nasion z krajowych odmian soi w zależności od terminu i sposobu zbioru oraz lat badań. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXIX Nr 308: 59-71.
- Pyzik J., Bobrecka-Jamro D. 1978. Dotychczasowe badania i próby wdrożenia uprawy soi na południu Polski. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo 18 Nr 149: 129-145.
- Pyzik J. 1982. Wpływ warunków przyrodniczych i czynników agrotechnicznych na plon i skład chemiczny nasion oraz niektóre cechy morfologiczne nowych form soi. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo 149, 18: 129-145.
- Strzelec A. 1995. Stosowanie szczepionek w uprawie roślin motylkowych. Wyd. IUNG Puławy 28.
- Szyrmer J., Boros L. 1996. Postęp w hodowli i wprowadzenie do uprawy nowych odmian soi. Biuletyn IHAR Nr 198: 5-12.
- Szyrmer J., Boros L. 1997. Postęp w krajowej hodowli fasoli i soi. Z. Probl. Post. Nauk. Rol. 446: 43-53.
- Szyrmer J., Federowska B. 1987. Polskie odmiany soi w kolekcji. Biuletyn IHAR 164: 5-23.
- Szyrmer J., Janicka M. 1987. Wpływ warunków meteorologicznych na wzrost i rozwój roślin soi. Biuletyn IHAR 164: 43-50.
- Ziółek W., Ziółek W. 1987. Wpływ nawożenia mikroelementami na plon i jakość nasion soi. Acta agr. et silv., ser. agr. Vol. XXV: 195-207.