

Anna Nowak, Jacek Wróbel *

Pomorska Akademia Medyczna w Szczecinie, Samodzielna Pracownia Farmakoterapii Dermatologicznej

* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Zakład Fizjologii Roślin

Wpływ wybranych regulatorów wzrostu na plonowanie soi (*Glycine max* L. Merr) w warunkach kontrolowanego uwilgotnienia podłoża

Impact of selected growth regulators on yielding of soybean (*Glycine max* L. Merr) in control requirements of substrate moisture

Słowa kluczowe: soja, kwas indolilo-3-masłowy (IBA), 6-benzyloaminopuryna (BAP), plon

Celem przeprowadzonych badań była ocena skuteczności oddziaływania egzogennych regulatorów wzrostu, tj. auksyny i cytokininy, stosowanych oddzielnie oraz w postaci mieszaniny tych związków, na plon trzech polskich odmian soi zwyczajnej (*Glycine max* L. Merr). Dwuletnie doświadczenie wazonowe zostało przeprowadzone w latach 2007 i 2008 w otwartej osiatkowanej hali wegetacyjnej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Dwuczynnikowe doświadczenie zostało założone w układzie kompletnej randomizacji w sześciu powtórzeniach. Pierwszym czynnikiem doświadczenia była odmiana soi (Aldana, Progres, Jutro), zaś drugim regulator wzrostu (kwas indolilo-3-masłowy, 6-benzyloaminopuryna oraz ich mieszanina). Podczas wegetacji roślin zastosowano dwukrotny oprysk regulatorami wzrostu w stężeniu 30 mg·dm⁻³. Plon soi był różnicowany w zależności od roku badań. W pierwszym roku (2007) istotnie najwyżej plonowała odmiana Progres opryskiwana kwasem indolilo-3-masłowym i 6-benzyloaminopuryną, natomiast w drugim roku (2008) odmiana Aldana opryskiwana kwasem indolilo-3-masłowym. Zastosowane regulatory wzrostu spowodowały istotne zwiększenie plonu soi w porównaniu do roślin kontrolnych.

Key words: soybean, indolilo-3-butyric acid (IBA), 6-benzylaminopurine (BAP), yield

The effect of growth regulators (indolilo-3-butyric acid, IBA, and 6-benzylaminopurine, BAP) on gas exchange parameters of soybean was examined in two-year pot experiment. Two-factor experiment was set up as randomised complete block design in six replications. The first factor was soybean cultivar (Aldana, Progres, Jutro), whereas growth regulator (indolilo-3-butyric, 6-benzylaminopurine and their mixture) was the second one. During plant vegetation, spraying with growth regulator in a concentration of 30 mg·dm⁻³ was made twice.

In 2007 the yield of cultivar Progres sprayed with indolilo-3-butyric acid and 6-benzylaminopurine was significantly the highest and in the next year (2008) the yield of cultivar Aldana sprayed with indolilo-3-butyric acid yield was the highest. In the study, a significant effect of growth regulators on the yield of soybean was found.

Wstęp

Soja (*Glycine max* L. Merr) jest jedną z ważniejszych roślin oleistych, uprawianych w wielu krajach o zróżnicowanych warunkach klimatyczno-glebowych. Jest ona cenną rośliną uprawianą na cele spożywcze i paszowe, zawiera średnio około 20% tłuszczu o wysokiej zawartości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, około 40% białka o bardzo dobrym składzie aminokwasowym. Ponadto nasiona zawierają składniki mineralne, tj. wapń, fosfor, potas, a także witaminy z grupy B oraz cenne fitoestrogeny (Zeller 1999, Rogalska-Niedźwiedź 2000).

Małe rozpowszechnienie tej rośliny na terenie naszego kraju jest spowodowane niekorzystnymi warunkami klimatycznymi (Borecka-Jamro i in. 1996). Jako roślina pochodząca z Dalekiego Wschodu ma wysokie wymagania termiczne i bardzo zmiennie reaguje na przyrodnicze warunki klimatyczne (Kołpak 1996). Posiada ona dość duże wymagania wodne i ciepłne, szczególnie w okresie kwitnienia (Gej i in. 1994, Grzesiak i in. 1996). Niekorzystne warunki do uprawy soi ograniczają procesy wzrostu i rozwoju, co w konsekwencji powoduje znaczne obniżenie plonowania (Michałek 1999).

Uważa się, iż nawożenie i ochrona roślin nie dają już możliwości znacznego podwyższenia plonów (Michałek i in. 2006). Ponadto rośliny strączkowe charakteryzują się niestabilnym plonem (Von Richthofen 2006a, b), więc coraz częściej zwraca się uwagę na stosowanie różnych substancji wzrostowych w produkcji roślinnej, przede wszystkim w celu zwiększenia potencjału plonotwórczego w nieprzychylnych warunkach klimatycznych bądź warunkach nie odpowiadających danej roślinie (Pospisilova i in. 2000). Do takich substancji wzrostowych zaliczyć możemy stosowane od dawna egzogenne regulatory wzrostu wykorzystywane w praktyce rolniczej i ogrodniczej.

Celem przeprowadzonych badań była ocena skuteczności oddziaływania egzogennych regulatorów wzrostu, tj. auksyny i cytokininy, stosowanych oddzielnie oraz w postaci mieszaniny tych związków na plonowanie trzech polskich odmian soi zwyczajnej (*Glycine max* L. Merr) w warunkach kontrolowanego uwilgotnienia podłoża.

Materiał i metody

Obiekt badań stanowiły trzy polskie odmiany soi zwyczajnej (*Glycine max* L. Merr.) – Aldana, Progres i Jutro, wyhodowane w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. W doświadczeniu wykorzystano egzogenne regulatory wzrostu: kwas indolilo-3-masłowy (IBA) stanowiący syntetyczną auksynę; 6-benzyloaminopurynę (BAP), należącą do grupy syntetycznych cytokinin oraz ich mieszaninę (IBA + BAP). Obydwa regulatory wzrostu pochodzą z Sigma-Aldrich Sp. z o.o.

Dwuletnie doświadczenie wazonowe zostało przeprowadzone w latach 2007 i 2008 w otwartej osiatkowanej hali vegetacyjnej Zachodniopolskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Dwuczynnikowe doświadczenie założono w układzie kompletnej randomizacji w sześciu powtórzeniach — 72 wazony, po sześć wazonów w każdym wariancie i 4 rośliny w jednym wazonie. Pierwszym czynnikiem doświadczenia były odmiany soi, zaś drugim regulator wzrostu. Wazony napełniono po 8 kg piaskiem gliniastym średnioziarnistym (wg PN-R-04033 z roku 1998, s. 5), III klasy bonitacyjnej, pobranym z poziomu ornopróchnicznego. Gleba zawierała około 24% części spławianych i charakteryzowała się średnią zawartością pierwiastków mineralnych (tab. 1).

Tabela 1
Właściwości i skład chemiczny gleby — *Soil properties and chemical composition*

Odczyn pH w KCL — <i>Reaction pH in KCL</i>	7,0	
Próchnica — <i>Humus</i> [%]	3,0	
C_{org} [$g \cdot kg^{-1}$]	17,2	
Zawartość N [$mg \cdot kg^{-1}$ s.m.] — <i>Nitrogen content</i> [$mg \cdot kg^{-1}$ d.m.]	N- NO_3	1,4
	N- NH_4	63,6
Zawartość makroelementów (składnika dostępnego) [$g \cdot kg^{-1}$ s.m.] <i>Content of macroelements (of available element)</i> [$g \cdot kg^{-1}$ d.m.]	P	0,49
	K	0,15
	Mg	0,10
Zawartość mikroelementów ogółem [$mg \cdot kg^{-1}$ s.m.] <i>Total content of microelements</i> [$mg \cdot kg^{-1}$ d.m.]	B	2,3
	Mn	195
	Cu	8,9
	Zn	22,9
	Fe	1571

Przez cały okres wegetacji codziennie kontrolowano w wazonach wilgotność podłoża, utrzymując ją na poziomie 70–75% pełnej pojemności wodnej (ppw). W każdym roku stosowano stałe żywienie roślin azotem (0,5 g N na wazon w formie NH_4NO_3); fosforem (0,60 g P na wazon w formie KH_2PO_4); potasem (1,0 g K na wazon w formie K_2SO_4) oraz magnezem (0,5 g Mg na wazon w formie $MgSO_4$). Nawozy te wymieszano z glebą w trakcie napełniania wazonów. Żywienie roślin i w tej samej ilości powtórzono pogłównie pod koniec czerwca.

Nasiona soi trzech odmian wysiewano każdego roku w połowie maja, gdy średnia temperatura powietrza przekroczyła $10^\circ C$, na głębokość 4–5 cm. Po wykiełkowaniu nasion, do dalszych badań pozostawiono po 4 reprezentatywne rośliny w każdym wazonie. Każdego roku podczas wegetacji soi wykonano dwukrotnie oprysk regulatorami wzrostu w następujących stężeniach: auksyna (IBA) — $30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; cytokinina (BAP) — $30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; auksyna + cytokinina (IBA + BAP)

— $30 + 30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Pierwszy oprysk wykonano, gdy rośliny osiągnęły stadium rozwojowe trójliści złożonych (12 w skali BBCH), natomiast drugi oprysk wykonano na początku kwitnienia (61 w skali BBCH) (Ostrowska i Kucińska 1996). Rośliny kontrolne opryskano wodą destylowaną. Rośliny opryskiwano do całkowitego zroszenia, zużywając około 20 cm^3 cieczy roboczej na wazon. Podczas dwóch sezonów wegetacyjnych oznaczono plon roślin, obejmujący liczbę strąków na jednej roślinie, świeżą i suchą masę strąków oraz nasion z jednej rośliny. Suchą masę strąków i nasion oznaczono na podstawie wagi materiału roślinnego wysuszonego w suszarce przez 48 godzin w temperaturze około 105°C .

Wyniki badań opracowano statystycznie na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji. W celu określenia istotności różnic między średnimi zastosowano przedziały ufności Tukey'a, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ ($\text{NIR}_{0,05}$). Wyniki opracowano za pomocą programu Statistica 6.

Wyniki

Warunki meteorologiczne panujące w latach 2007 i 2008 oraz w wieloleciu 1961–2000 zestawiono na podstawie danych meteorologicznych pochodzących ze Stacji Meteorologicznej IMGW w Szczecinie-Dąbiu (tab. 2). Wszystkie miesiące okresu wegetacyjnego 2007 (oprócz września) odznaczały się wyższą temperaturą powietrza od średnich wieloletnich. Rok ten charakteryzował się znaczną ilością opadów, wynoszącą 510 mm, przy czym najobfitszymi opadami charakteryzował się czerwiec (ponad 150 mm) i lipiec (139 mm). Promieniowanie słoneczne w 2007 r. było średnie, z niewielką liczbą godzin słonecznych w lipcu stanowiącym ok. 77% normy. Okres wegetacyjny 2008 charakteryzował się ciepłym i suchym latem. Zdecydowanie najcieplejszym miesiącem w badanym okresie wegetacyjnym był lipiec. W roku tym odnotowano bardzo małą ilość opadów — tylko 198,8 mm od maja do września, co stanowiło 71% normy wieloletniej. Szczególnie małymi opadami charakteryzował się maj i czerwiec (odpowiednio — 26,7 i 47,7% normy). Okres wegetacyjny 2008 charakteryzował się dużą liczbą godzin słonecznych (ok. 1212 h).

Zróznicowane warunki klimatyczne panujące w okresach wegetacyjnych 2007 i 2008 w konsekwencji rzutowały na wyniki przeprowadzonego doświadczenia (tab. 3).

W 2007 roku wykazano, iż wszystkie zastosowane regulatory istotnie wpłynęły na plon nasion soi. Największy przyrost masy nasion z jednej rośliny stwierdzono u roślin opryskiwanych IBA, następnie BAP i IBA + BAP, gdzie przyrost plonu nasion wynosił kolejno 34, 32 i 29% w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Największą liczbę strąków na jednej roślinie wytworzyły rośliny opryskiwane IBA, zaś największą masę strąków z jednej rośliny — rośliny opryskiwane IBA i BAP, jednak w tym roku, w przypadku obydwu parametrów nie wykazano istotnych różnic.

Tabela 2

Warunki pogodowe w latach 2007 i 2008 — *Weather conditions in 2007 and 2008*

Rok Year	Miesiąc — Month					
	V	VI	VII	VIII	IX	V–IX
Średnia temperatura powietrza — <i>Mean air temperature</i> [°C]						Średnia — <i>Mean</i>
2007	15,2	18,3	18,2	18,3	13,6	16,8
2008	14,4	17,6	19,2	18,4	13,6	16,6
1961–2000	12,9	16,2	17,8	17,4	13,6	15,6
Opady — <i>Rainfall</i> [mm]						Suma — <i>Sum</i>
2007	90,1	150,4	138,9	74,7	56,5	510,6
2008	14,5	28,1	59,2	51,5	45,5	198,8
1961–2000	54,3	58,8	64,6	56,1	45,8	279,3
Uśonecznienie — <i>Insolation</i> [h]						Suma — <i>Sum</i>
2007	243,5	203,8	184,0	220,9	131,9	983,3
2008	337,4	294,7	286,6	168,6	124,3	1212,6
1961–2000	247,4	119,6	238,2	229,3	135,6	970,1

Tabela 3

Wpływ regulatorów wzrostu na plon nasion oraz liczbę i masę strąków na jednej roślinie
Effect of growth regulator on seeds yield and number and matter of pods per plant

Regulator wzrostu Growth regulator	Masa nasion z jednej rośliny <i>Matter of seeds per plant</i> [g]	Liczba strąków na jednej roślinie <i>Number of pods per plant</i> [szt.]	Masa strąków z jednej rośliny <i>Matter of pods per plant</i> [g]	Liczba nasion w strąku <i>Number of seeds in pod</i> [szt.]
Rok 2007 — <i>Year 2007</i>				
Kontrola — <i>Control</i>	3,90	14,41	7,07	2,08
IBA	5,26	15,45	8,15	2,29
BAP	5,17	14,00	8,16	2,04
IBA + BAP	5,06	13,41	7,79	1,95
NIR _{0,05} — <i>LSD</i> _{0,05}	0,724	r.n. — <i>n.s.</i>	r.n. — <i>n.s.</i>	r.n. — <i>n.s.</i>
Rok 2008 — <i>Year 2008</i>				
Kontrola — <i>Control</i>	5,06	15,04	9,37	2,16
IBA	6,57	19,08	11,93	2,37
BAP	6,29	18,75	11,92	2,33
IBA + BAP	6,09	17,41	11,44	2,21
NIR _{0,05} — <i>LSD</i> _{0,05}	1,502	3,062	1,126	r.n. — <i>n.s.</i>

NIR_{0,05} — najmniejsza istotna różnica, r.n. — różnica nieistotna*LSD*_{0,05} — *least significant difference*, *n.s.* — *non-significant difference*IBA — kwas indolilo-3-masłowy (auksyna), BAP — 6-benzyloaminopuryna (cytokinina)
— *indolilo-3-butyric acid* (auxin), BAP- *benzylaminopurine* (cytokinin)IBA + BAP — mieszanina kwasu indolilo-3-octowego + 6-benzyloaminopuryny (auksyna + cytokinina)
— *mixture of indolilo-3-butyric acid + benzylaminopurine* (auxin + cytokinin)

Rośliny soi w 2007 roku wytworzyły od 1 do 3 nasion w strąku. Najwięcej nasion w strąku stwierdzono u roślin opryskiwanych IBA, zaś najmniej u roślin traktowanych mieszaniną regulatorów wzrostu, jednak bez istotnych różnic (tab. 3).

W 2008 roku najwyższy plon nasion z jednej rośliny stwierdzono u roślin opryskiwanych IBA, następnie BAP oraz IBA + BAP — gdzie masa nasion z jednej rośliny wzrosła kolejno o 29, 24 i 20% w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Największą liczbę strąków na jednej roślinie wytworzyły rośliny opryskiwane IBA, gdzie stwierdzono wzrost o 26% porównując z roślinami kontrolnymi. Rośliny opryskiwane BAP i IBA + BAP również wytworzyły istotnie więcej strąków na jednej roślinie — odpowiednio wzrost o 20 i 13%. W przypadku masy wytworzonych strąków z jednej rośliny wszystkie zastosowane regulatory wzrostu spowodowały istotny wzrost badanego parametru średnio o 25% w porównaniu z masą strąków pochodzących z roślin kontrolnych (tab. 3).

Dyskusja

Warunki klimatyczne panujące w czasie wegetacji roślin, zwłaszcza temperatura i opady, są bardzo ważnym czynnikiem decydującym o wielkości plonu (Kotecki 1990). Zmienne warunki pogodowe panujące w obydwu latach badań miały odzwierciedlenie w zróżnicowanym plonie. W pierwszym roku rośliny plonowały słabiej, co było spowodowane prawdopodobnie dużo niższym nasłonecznieniem w czerwcu i lipcu. Soja jest rośliną ciepłolubną, wymagającą dużego nasłonecznienia, zwłaszcza w okresie kwitnienia (Boros 2002).

Zastosowanie egzogennych regulatorów wzrostu może podnieść produktywność roślin, stymulując wzrost i rozwój wytworzonych owoców (Reinecke i in. 1995). W badaniach własnych egzogenne regulatory wzrostu spowodowały zwiększenie plonu soi. W pierwszym roku plon nasion z jednej rośliny zwiększył się średnio o 34% po zastosowaniu IBA, 32% po zastosowaniu BAP oraz 29% po zastosowaniu mieszaniny regulatorów wzrostu. Natomiast w drugim roku, IBA spowodował wzrost plonu nasion o 29%, masy strąków o 25%, zaś liczby strąków o 26%. Literatura potwierdza korzystny wpływ syntetycznych auksyn i cytokinin na plonowanie soi i innych roślin strączkowych. Czaplą i in. (2003) stosując na soję dwa rodzaje syntetycznych auksyn — IBA i NAA (kwas naftylo-1-octowy) oraz ich mieszaniny (wszystkie w stężeniu 20 mg·dm⁻³), stwierdzili największą liczbę strąków na roślinie i plon nasion z rośliny w warunkach stosowania IBA. Nowak i in. (1997) donoszą o istotnym wzroście masy nasion u bobiku, średnio o 10% po zastosowaniu NAA w stężeniu 20 mg·dm⁻³ i BAP w stężeniu 40 mg·dm⁻³ oraz ich mieszaniny. Autorzy nie wykazali natomiast istotnych różnic w liczbie strąków na roślinie. Korzystny wpływ BAP na masę strąków i nasion potwierdzają również Barclay i in. (1998), stosujący ten hormon na groch w stężeniu 20 mg·dm⁻³.

Inne wyniki uzyskała Skalska (1992), która stwierdziła istotny spadek plonu nasion lucerny po zastosowaniu benzyloadeniny. O braku istotnych różnic w plonowaniu pszenżyta opryskanego 6-benzyloaminopuryną a roślin kontrolnych donosi Czapla i in. (2005). Clifford i in. (1992) twierdzą, że poziom endogennych fitohormonów, takich jak: auksyny i cytokininy w soku ksylemowym jest wysoki na początku kwitnienia, natomiast w trakcie kwitnienia często jego zawartość ulega obniżeniu, co może być powodem przedwczesnego opadania kwiatów, a następnie niższego plonu strąków (Baylis i in. 1991). Egzogenne auksyny i cytokininy zapobiegają opadaniu kwiatów i strąków na roślinach soi (Reese i in. 1995, Nagel i in. 2001). Qifu i in. (1998) sugerują, że zastosowanie cytokininy w syntetycznej formie powoduje lepsze unaczynienie tkanek i zwiększone przemieszczanie asymilatów z części wegetatywnych do generatywnych, co w konsekwencji prowadzi do lepszego wypełnienia nasion oraz wzrostu plonu (Kuang i in. 1999 a, b).

Wnioski

1. W warunkach kontrolowanego uwilgotnienia gleby zastosowane regulatory wzrostu wpłynęły korzystnie na badane parametry.
2. Wszystkie zastosowane regulatory wzrostu spowodowały istotny wzrost plonu nasion z jednej rośliny w obydwu latach badań.
3. Liczba i masa strąków z jednej rośliny po zastosowaniu wszystkich regulatorów wzrostu istotnie zwiększyła się tylko w drugim roku badań.
4. Opryskiwanie roślin soi regulatorami wzrostu nie miało wyraźnego wpływu na liczbę nasion w strąku.

Literatura

- Barclay G.F., McDavid C.R. 1998. Effect of benzyloaminopurine on fruit set and seed development in pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Scientia Hort.*, 72: 81-86.
- Baylis A.D., Clifford P.E. 1991. Control of reproductive abscission in grain legumes. *Ann. Bull. Br. Soc. Pl. Growth. Regul.*, 1: 1-12.
- Borecka-Jamro D., Pizło H. 1996. Wpływ czynników agrotechnicznych na plonowanie soi w warunkach Polski południowo-wschodniej. *Biul. IHAR.*, 198: 31-44.
- Boros L. 2002. Soja – charakterystyka odmian i technologia uprawy. Broszura Informacyjna, IHAR, Radzików, 18.
- Clifford P.E., Pentland B.S., Baylis A.D. 1992. Effect of growth regulators on reproductive abscission in faba bean (*Vicia faba* cv. Troy). *J. Agric. Sci.*, 119: 71-78.
- Czapla J., Nogalska A., Stasiulewicz L. 2003. Działanie syntetycznych auksyn na plonowanie i gospodarkę mineralną soi. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2: 123-131.

- Gej B., Balcerzak K., Węgrzynowska A. 1994. Physiological response of Fidel ben to the water deficit in soil. *Ann. Warsa. Agricult. Univ.*, 27: 21-35.
- Grzesiak S., Filek W., Skrudlik G., Pieńkowski S. 1996. Międzyodmianowe zróżnicowanie reakcji na działanie suszy kilku gatunków roślin strączkowych. *Mat. Ogólnopol. Konfer. „Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych”*, Kraków, 23-25 listopada, 275-277.
- Kołąk R. 1996. Plonowanie soi oraz kształtowanie się cech morfologicznych na tle obsady i nawożenia roślin. *Biul. IHAR*, 198: 53-55.
- Kotecki A. 1990. Wpływ temperatury i opadów na rozwój i plonowanie łubinu żółtego odmiany Topaz. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Rol.*, 52: 95-106.
- Kuang A., Peterson C.M., Dute R.R. 1991a. Changes in soybean raceme and petiole anatomy induced by 6-benzylaminopurine. *Ann. Bot.*, 67: 23-27.
- Kuang A., Peterson C.M., Dute R.R. 1991b. Pedicel abscission and rachis morphology of soybean as influenced by benzylaminopurine and the presence of pods. *J. Plant Growth Regul.*, 10: 291-303.
- Qifu M., Longnecker N., Atkins C. 1998. Exogenous cytokinin and nitrogen do not increase grain yield in narrow-leaved lupins. *Crop Sci.*, 38: 717-721.
- Michałek S., Borowski E. 2006. Plonowanie oraz zawartość tłuszczu, kwasów tłuszczowych i białka w nasionach krajowych odmian soi w warunkach suszy. *Acta Agroph.*, 8: 459-471.
- Michałek S. 1999. Wzrost, wymiana gazowa i plonowanie kilku polskich odmian soi w warunkach suszy. *Zesz. Problem. Post. Nauk Rol.*, 469: 217-223.
- Nagel L., Brewster R., Riedell W.E., Reese R.N. 2001. Cytokinin regulation of flower and pod set soybeans (*Glycine max* L. Merr.). *Ann. Bot.*, 88: 27-31.
- Nowak G.A., Klasa A., Wierzbowska J., Gotkiewicz M. 1997. Plonowanie oraz zawartość makroskładników w roślinach bobiku w warunkach stosowania retardantów i fitohormonów. *Cz. I. Plonowanie roślin. Biul. IHAR*, 201: 289-294.
- Ostrowska D., Kucińska K. 1996. Projekt klucza do oznaczania stadiów rozwojowych soi (*Glycine max* L.). *Biul. IHAR* 198: 13-19.
- Pospišilová J., Synkova H., Rulcová J. 2000. Cytokinins and water stress. *Biol. Plant.* 43: 321-328.
- Reinecke D.M., Ozga J.A., Magnus V. 1995. Effect of halogen substitution of indole-3-acetic acid on biological activity in pea fruit. *Phytochemistry*, 40: 1361-1366.
- Reinecke D. M. 1999. 4-Chloroindole-3-acetic and plant growth. *Pl. Growth Regul.*, 27: 3-13.
- Resse R.N., Dybing C.D., White C.A., Page S.M., Larson J.E. 1995. Expression of vegetative storage protein (VSP- β) in soybean raceme tissues in response to flower set. *J. Exp. Bot.*, 46: 957-964.
- Rogalska-Niedźwiedz M. 2000. Białko sojowe. *Debata*, 2: 121-132.
- Skalska M. 1992. Wpływ regulatorów wzrostu na cechy morfologiczne, zawartość chlorofilu i plon nasion lucerny (*Medicago sativa* L.) w doświadczeniach wazonowych. *Biul. IHAR*, 184: 59-65.
- Von Richthofen J.S. 2006a. What do European farmers think about grain legumes. *Grain Legumes*, 45: 14-15.
- Von Richthofen J.S. 2006b. Economic impact of grain legumes in European crop rotations. *Grain Legumes*, 45: 16-19.
- Zeller F.J. 1999. Die Sojabohne (*Glycine max* L. Merr.): Nutzung, Genetik, Biotechnologie. *Die Bodenkultur*, 50: 191-202.