

Kinga Matysiak, Sylwia Kaczmarek, Roman Kierzek

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu,

Zakład Herbológii i Techniki Ochrony Roślin

Adres do korespondencji: ior.poznan.kinga@gmail.com

Wpływ wyciągu z alg morskich *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) na rośliny rzepaku ozimego

Effect of algae *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) on winter oilseed rape

Słowa kluczowe: biostymulator, algi morskie, wysokość roślin, zawartość chlorofilu, komponenty plonu, plon nasion, jakość nasion

W latach 2008–2010 w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu wykonano ściśle doświadczenia polowe, których celem była ocena wpływu wyciągu z alg morskich *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) na rośliny rzepaku ozimego odmiany Galileo. W badaniach porównywano działanie preparatu w zależności od terminu aplikacji. Kelpak SL stosowano w dawce $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ jednorazowo w fazach rozwojowych BBCH 13–14 i BBCH 28–30 oraz sekwencyjnie w obu podanych fazach rozwojowych. Dodatkową kombinację doświadczalną stanowił preparat Asahi SL. W doświadczeniach stosowano standardową ochronę fungicydową, herbicydową i insektycydową. Określono wysokość roślin, zawartość chlorofilu w liściach oraz parametry ilościowe i jakościowe plonu. Lata badań różniły się warunkami pogodowymi w okresie wegetacji rzepaku, co znacznie wpłynęło na działanie preparatu Kelpak SL. Udowodniono także wpływ terminu zabiegu na badane cechy roślin. Korzystniejsze działanie odnotowano po aplikacji preparatu w fazie BBCH 28–30 w porównaniu do aplikacji wcześniejszej (BBCH 13–14). Kelpak SL wykazał działanie stymulujące plonowanie rzepaku, korzystnie wpływał na masę 1000 nasion, liczbę nasion w łuszczynach, wysokość roślin i zawartość chlorofilu w liściach. Kelpak SL nie zmieniał parametrów jakościowych nasion rzepaku.

Key words: biostimulant, marine algae, plant height, chlorophyll content, number of seeds per silique, quality and quantity traits of seeds

Field trials in winter oilseed rape were carried out in the Institute of Plant Protection in the years 2008–2010. The aim of these experiments was to find out what was the influence on winter oilseed rape cv. Galileo of the same dose of extract from marine algae *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) applied in different developmental stages. A dose of $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ of Kelpak SL was used once in the developmental stage BBCH 13–14 or BBCH 28–30 and sequentially in the both stages. Additionally the results of treatment with Asahi SL were compared. The standard fungicide, herbicide and insecticide protection was used in all trials. The results of experiments were assessed by comparison of: plant height, leaf chlorophyll content, number of seeds per silique, weight of 1000 seeds, yield and quality parameters of the yield. The effect of Kelpak SL was strongly influenced both by weather conditions during the vegetation period and by growth stage of crop during the application. Better effects were observed after later biostimulant application (BBCH 28–30) as compared to the earlier treatment (BBCH 13–14). Kelpak had a positive influence on weight of 1000 seeds, number of seeds per silique, plant height and chlorophyll content in the leaves. Biostimulant did not change the quality parameters of seeds.

Wstęp

Wyciągi z alg są produktami coraz powszechniej wykorzystywanymi w rolnictwie na całym świecie. Szczególne zainteresowanie tymi produktami wiąże się przede wszystkim z proekologiczną tendencją w uprawie roślin i większą troską o środowisko naturalne i bezpieczeństwo żywności. Zwiększający się popyt na biostymulatory oparte na algach morskich skłania producentów preparatów do coraz bardziej wnikliwych badań dotyczących metod i częstości ich aplikacji. Doniesienia literaturowe podkreślają korzystny wpływ alg na zwiększenie plonowania roślin, ich kondycję, zwiększenie odporności na szkodniki lub patogeny (Verkleij 1992, Cszizinszky 1994, Stirk i Van Staden 1997). Wielu badaczy podkreśla także istotne znaczenie alg morskich w przeciwdziałaniu skutkom czynników stresogennych dla roślin uprawnych, takich jak: nadmierne zasolenie, wysoka temperatura, chłód itd. i przypisuje im działanie antyoksydacyjne w roślinie (Allen i in. 2001, Mancuso i in. 2006, Zhang i Ervin 2004). Za fizjologiczną aktywność wyciągów z alg odpowiadają zawarte w nich kwasy alginowe, liczne polisacharydy i aminokwasy, ale w szczególności obecne we wszystkich roślinach hormony roślinne: auksyny i cytokininy. Uważa się, że fitohormonami, które w najwyższym stopniu decydują o właściwościach alg morskich, są swoiste cytokininy. Algi morskie różnią się między sobą składem chemicznym, a poprzez to także w pewnym stopniu właściwościami (Van Staden 1985, De Waele i in. 1988, Bai i in. 2007). Są one uzależnione od rodzaju, do którego przynależą, a także od terminu zbioru (ze względu na zmiany w proporcjach fitohormonów w zależności od wieku alg). Spośród trzech rodzajów alg: brunatnice (*Phaeophyta*), zielenice (*Chlorophyta*), krasnorosty (*Rhodophyta*), największe właściwości biostymulujące przypisuje się brunatnicom. Dotychczas udowodniono, że gatunki alg o szczególnie korzystnym wpływie na rośliny uprawne to: *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* spp., *Sargassum* spp., *Turbinaria* spp. (Khan i in. 2009). Do brunatnic należy także gatunek *Ecklonia maxima*, pozyskiwany u wybrzeży Afryki Południowej. Po raz pierwszy ten gatunek alg został wprowadzony na rynek biostymulatorów przez firmę Kelp Products Ltd. i stosowany w Afryce Południowej jako preparat Kelpak 66. Obecnie ekstrakt z *Ecklonia maxima* w wielu krajach występuje pod nazwą Kelpak (Khan i in. 2009). W świetle dotychczasowych badań udowodniono, iż działanie alg w dużym stopniu uzależnione jest od dawki, częstości zabiegu oraz gatunku rośliny uprawnej (Zodape 2001, Ferreira 2002, Matysiak i Adamczewski 2006).

Celem pracy było określenie wpływu ekstraktu z alg morskich *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) na wzrost i plonowanie rzepaku ozimego w zależności od terminu aplikacji.

Material i metody

Badania polowe prowadzono w Instytucie Ochrony Roślin w latach 2008–2010. Doświadczenia z rzepakiem ozimym odmiany Galileo założono w układzie bloków losowanych, w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 16,5 m², a szerokość międzyrzędzi – 25 cm. Rzepak ozimy wysiano w ilości 5 kg·ha⁻¹, a przedplonem była pszenica ozima. W 2008 roku rzepak wysiano 28 sierpnia, natomiast w kolejnym roku 31 sierpnia. Badania prowadzono na glebie płowej, klasy IVa, o odczynie pH 5,8–5,9 i zawartości substancji organicznej 1,12 i 1,14% w zależności od roku badawczego. Zastosowano nawożenie mineralne: N 185 kg·ha⁻¹, P 105 kg·ha⁻¹ i K 105 kg·ha⁻¹. Na całym doświadczeniu zastosowano standardową ochronę herbicydową, fungicydową i insektycydową (Butisan 416 SC 2,5 dm³·ha⁻¹, Pantera 040 EC + Olbras 88 EC 2,5 dm³·ha⁻¹ + 1,5 dm³·ha⁻¹, Fusilade Forte 150 EC 2,0 dm³·ha⁻¹, Karate Zeon 050 CS 0,15 dm³·ha⁻¹, Nurelle D 550 EC 0,8 dm³·ha⁻¹).

Obiekty doświadczalne stanowiły:

1. Kontrola.
2. Kelpak SL (2,0 dm³·ha⁻¹), aplikowany jesienią w fazie rozwojowej rzepaku BBCH 13–14.
3. Kelpak SL (2,0 dm³·ha⁻¹), aplikowany wiosną w fazie rozwojowej rzepaku BBCH 28–30.
4. Kelpak SL (2,0 dm³·ha⁻¹), aplikowany w dwóch fazach rozwojowych rzepaku BBCH 13–14 i BBCH 28–30.
5. Asahi SL (2,0 dm³·ha⁻¹), aplikowany wiosną w fazie rozwojowej BBCH 28–30.

W sezonie 2008/2009 zabiegi wykonano 26 września i 6 kwietnia, przy temperaturach odpowiednio: 15 i 17°C, natomiast w sezonie 2009/2010 badane substancje aplikowano 30 września i 6 kwietnia, w warunkach temperaturowych: 13 i 10°C. Zabiegi wykonano opryskiwaczem plecakowym Gloria z butlą na sprężone powietrze o pojemności 4 dm³. Przy wykonywaniu zabiegów stosowano 200 litrów wody na ha przy ciśnieniu 3 bary.

Badania uwzględniały ocenę takich cech jak: wysokość roślin, zawartość chlorofilu w liściach, liczbę łuszczyń na roślinie, liczbę nasion w łuszczyńce, masę 1000 nasion, plon oraz zawartość białka i tłuszczu w nasionach. Pomiaru wysokości roślin dokonano na 25 roślinach z każdego poletka doświadczalnego. Zawartość chlorofilu w liściach mierzono 14 dni po zabiegu w fazie BBCH 13–14 oraz 28–30. Do określenia ilości chlorofilu w roślinach wykorzystano aparat N-tester i metodę SPAD. N-tester oblicza zawartość chlorofilu na podstawie 30 prawidłowo wykonanych pomiarów, a pomiary dalece odbiegające od średniej są odrzucane. Wynik z 30 pomiarów, po przeliczeniu jest wyświetlany w formie tzw. jednostek SPAD (Soil Plant Analysis Development). Odczyt mieści się pomiędzy 0 a 800. Powierzchnia pomiaru SPAD na liściu wynosiła 2 mm × 3 mm.

Zbiór rzepaku przeprowadzono kombajnem z całej powierzchni poletek, a plony wyrażono w tonach na ha przy wilgotności 12%.

Analizę jakościową wykonano korzystając z aparatu Infratec 1241 firmy Foss. Wyniki poddano analizie wariancji na poziomie istotności NIR $\alpha = 0,05$. Do obliczeń statystycznych wykorzystano program FR-ANALWAR-4,3.

Wyniki i dyskusja

Działanie biostymulatora Kelpak SL na rośliny rzepaku ozimego różniło się w zależności od roku badań. Wpływ na reakcję rośliny uprawnej miały przede wszystkim warunki pogodowe towarzyszące wegetacji. W sezonie wegetacyjnym 2008/2009 w okresie kwitnienia rzepaku wystąpił znaczny niedobór wody, któremu towarzyszyła wysoka temperatura. Współczynnik Sielianinowa dla kwietnia wynosił tylko 0,1, co oznacza dość znaczną suszę (tab. 1). Susza ta wystąpiła jednak po bardzo wilgotnym marcu. W tym roku miesiącem z dużą ilością opadów był także czerwiec. Bardziej korzystne warunki pogodowe dla wzrostu i rozwoju rzepaku ozimego wystąpiły w kolejnym roku badań. Miesiące marzec, kwiecień i maj można określić jako wilgotne lub względnie wilgotne, natomiast okres półsuszy wystąpił tylko w czerwcu.

Tabela 1

Współczynnik Sielianinowa w Polowej Stacji Doświadczalnej w Winnej Górze
Sielianinov's index at the Experimental Station in Winna Gora

Lata Years	Miesiąc — Month							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2008	–	–	–	–	–	1,1	1,2	1,7
2009	4,2	0,1	1,7	2,2	1,7	0,5	1,0	2,0
2010	3,9	1,3	2,9	0,8	1,1	3,7	–	–

0–0,5 – okres suszy — *drought period*

0,51–1,0 – okres półsuszy — *semi-drought period*

1,01–2,0 – okres względnie wilgotny — *relatively moist period*

>2,01 – okres bardzo wilgotny — *highly-moist period*

Wpływ preparatu Kelpak SL na wysokość roślin różnił się w kolejnych latach badań. W sezonie 2008/2009 nie odnotowano istotnych zmian w wysokości roślin (tab. 2). Z kolei w sezonie 2009/2010 najwyższe rośliny odnotowano po wiosennej aplikacji preparatu Kelpak SL, o około 12 cm (12%) wyższe od roślin kontrolnych. Zwiększenie wysokości rzepaku wystąpiło także w wyniku podwójnego stosowania zarówno preparatu Kelpak SL (o 10%), jak i Asahi SL (o 8%). Stymulujące działanie ekstraktów z alg na wysokość roślin zostało potwierdzone przez Bai i in. (2007), którzy w swoich badaniach, w wyniku nalistnego stosowania alg na rośliny

uprawne, uzyskali pędy dłuższe aż o 35% w porównaniu do roślin kontrolnych. Doniesienia o istotnym wpływie alg na intensywność wzrostu pędów znajdują się także w pracach Thevanathana i in. (2005) i De Villiersa i in. (1983).

Tabela 2
Wpływ biostymulatora Kelpak SL na wysokość roślin i zawartość chlorofilu w liściach rzepaku
Influence of Kelpak SL on plant height and chlorophyll content in leaves of winter oilseed rape

Obiekt <i>Treatment</i>	Termin zabiegu <i>Appl. term BBCH</i>	Wysokość roślin [cm] <i>Plant height</i>			Zawartość chlorofilu <i>Chlorophyll content SPAD</i>		
		2008/09	2009/10	średnia <i>average</i>	2008/09	2009/10	średnia <i>average</i>
Kontrola — <i>Control</i>	—	90,5	102,1	96,3	525	619	572
Kelpak SL	13–14	89,5	106,2	97,9	615*	647	631*
Kelpak SL	28–30	90,7	114,3*	102,5	598*	699	649*
Kelpak SL	13–14 28–30	88,7	112,1*	100,4	578*	674	626*
Asahi SL	28–30	96,1	110,4*	103,3	577*	669	623*
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		ns	7,66	ns	41,7	ns	38,9

* – zmiany istotne — *significant differences*

ns – zmiany nieistotne — *not significant differences*

W prezentowanych badaniach znaczące zmiany w zakresie pozostałych cech określanych w badaniach wystąpiły tylko w roku 2008/2009. Istotne zwiększenie zawartości chlorofilu (o 9–17%) w liściach rzepaku uzyskano na wszystkich obiektach doświadczalnych (tab. 2). W tym sezonie największy wpływ na tę cechę miał Kelpak SL zastosowany wiosną, w fazie BBCH 13–14. Działanie alg z gatunku *Ecklonia maxima* na zwiększenie zawartości chlorofilu zostało potwierdzone także w badaniach Thirumarana i in. (2009).

Również w roku 2008/2009 uzyskano więcej nasion w łuszczykach na obiektach, na których stosowano Kelpak SL wiosną lub jesienią i wiosną (tab. 3). Korzystne działanie na tę cechę wykazał także preparat Asahi SL. W łuszczykach znajdowało się o 7–8 (40%) nasion więcej w porównaniu z łuszczykami zebranymi z obiektów kontrolnych. Badane preparaty nie miały wpływu na liczbę łuszczyk na roślinie. W sezonie 2008/2009 uzyskano również istotny wpływ biostymulatorów na wysokość plonu rzepaku (tab. 4). Kelpak SL oraz Asahi SL aplikowane wiosną (BBCH 28–30) zwiększały plonowanie odpowiednio o 0,59 i 0,57 t·ha⁻¹ (około 25%). Tymczasem po aplikacji we wcześniejszej fazie rozwojowej (BBCH 13–14) nie zanotowano istotnych zmian w plonie w stosunku do kontroli. Wyższą skuteczność wiosennego stosowania alg, w porównaniu z terminem jesiennym, na plonowanie rzepaku udowodniono także w pracy Pietrygi i Matysiak (2003). Jednak w badaniach własnych najlepsze plonowanie uzyskano w wyniku stosowania preparatu w dwóch fazach rozwojowych – wzrost plonu o 0,68 t·ha⁻¹ (29%).

Tabela 3

Wpływ biostymulatora Kelpak SL na liczbę nasion w łuszczyńce i liczbę łuszczyń na roślinie
Influence of Kelpak SL on number of siliques per plant and number of seeds per silique

Obiekt <i>Treatment</i>	Termin zabiegu <i>Appl. term</i> BBCH	Liczba nasion w łuszczyńce <i>Number of seeds per silique</i>			Liczba łuszczyń na roślinie <i>Number of siliques per plant</i>		
		2008/09	2009/10	średnia <i>average</i>	2008/09	2009/10	średnia <i>average</i>
Kontrola — <i>Control</i>	–	17	21	19	57	89	73
Kelpak SL	13–14	21	22	21	64	92	78
Kelpak SL	28–30	25*	23	21	62	88	75
Kelpak SL	13–14 28–30	25*	24	22	54	85	70
Asahi SL	28–30	24*	23	20	60	90	75
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		6,42	ns	ns	ns	ns	ns

* – zmiany istotne — *significant differences*

ns – zmiany nieistotne — *not significant differences*

Tabela 4

Wpływ biostymulatora Kelpak SL na plon nasion i masę 1000 nasion rzepaku ozimego
Influence of Kelpak SL on seeds yield and weight of 1000 seeds of winter oilseed rape

Obiekt <i>Treatment</i>	Termin zabiegu <i>Appl. term</i> BBCH	Plon nasion [t·ha ⁻¹] <i>Seed yield</i>			Masa 1000 nasion [g] <i>Weight of 1000 seeds</i>		
		2008/09	2009/10	średnia <i>average</i>	2008/09	2009/10	średnia <i>average</i>
Kontrola — <i>Control</i>	–	2,31	3,80	3,06	5,23	3,35	4,29
Kelpak SL	13–14	2,48	4,07	3,28	5,87	3,36	4,62
Kelpak SL	28–30	2,90*	4,24	3,43	5,93	3,48	4,71
Kelpak SL	13–14 28–30	2,99*	4,25	3,62*	5,82	3,51	4,67
Asahi SL	28–30	2,88*	4,15	3,52	5,73	3,38	4,56
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		0,570	ns	0,554	ns	ns	ns

* – zmiany istotne — *significant differences*

ns – zmiany nieistotne — *not significant differences*

W drugim roku badań nie uzyskano istotnych zmian w plonowaniu, ale w kombinacjach z biostymulatorami pojawiła się wyraźna tendencja do zwiększania plonu. W badaniach Verkleij'a (1992) Kelpak istotnie wpływał na plonowanie oraz wszystkie pozostałe cechy ilościowe i jakościowe plonu, przy czym autor wyraźnie wskazuje na lepsze działanie podwójnej aplikacji preparatu na zwiększenie plonowania i polepszenie cech jakościowych plonu roślin uprawnych. Natomiast w badaniach własnych nie udowodniono wpływu badanych substancji na takie cechy jak: wilgotność nasion oraz zawartość białka i tłuszczu w nasionach (tab. 5).

Tabela 5
Wpływ biostymulatora Kelpak SL na wilgotność i cechy jakościowe plonu rzepaku ozimego
Influence of Kelpak SL on moisture and quality traits of yield of winter oilseed rape

Obiekt <i>Treatment</i>	Termin zabiegu <i>Appl. term</i> BBCH	Zawartość białka [%] <i>Protein content</i>			Zawartość tłuszczu [%] <i>Fat content</i>			Wilgotność [%] <i>Moisture</i>		
		2008/ 2009	2009/ 2010	średnia <i>average</i>	2008/ 2009	2009/ 2010	średnia <i>average</i>	2008/ 2009	2009/ 2010	średnia <i>average</i>
Kontrola <i>Control</i>	–	18	19,3	18,7	47,4	47,2	47,3	6,8	7,9	7,4
Kelpak SL	13–14	19,9	19,6	19,8	46,4	47,4	46,9	6,2	7,8	7,0
Kelpak SL	28–30	20,6	19,2	19,9	45,5	47,5	46,5	6,1	7,9	7,0
Kelpak SL	13–14 28–30	19,2	19,9	19,5	47,2	47,3	47,3	6,0	7,7	6,8
Asahi SL	28–30	19,4	19,6	19,5	46,5	47,3	46,9	6,0	7,9	6,9
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* – zmiany istotne — *significant differences*

ns – zmiany nieistotne — *not significant differences*

Wnioski

1. Warunki pogodowe istotnie modyfikowały działanie preparatów Kelpak SL (*Ecklonia maxima*) oraz Asahi SL na rośliny rzepaku.
2. W drugim roku badań (2009/2010) aplikowane biostymulatory wpływały istotnie jedynie na wysokość roślin. Najwyższe rośliny uzyskano na obiekcie, gdzie stosowano Kelpak SL w terminie wiosennym, w fazie rozwojowej BBCH 28–30. W pierwszym roku badań 2008/2009 nie udowodniono wpływu badanych substancji na tę cechę.
3. Znaczne zwiększenie zawartości chlorofilu w liściach wystąpiło po aplikacji wiosennej biostymulatora Kelpak SL (rok 2008/2009). W kolejnym roku badań 2009/2010 nie odnotowano wpływu preparatów Kelpak SL oraz Asahi SL na zawartość chlorofilu w liściach roślin rzepaku.
4. Kelpak SL zwiększał liczbę nasion w łuszczyńce, natomiast nie miał wpływu na liczbę łuszczyń na roślinie. Korzystniejsze działanie na liczbę nasion w łuszczyńcach miało stosowanie wiosenne lub aplikacja sekwencyjna (I zabieg jesienią, II – wiosną), w porównaniu do stosowania jesiennego (rok 2008/2009). W sezonie 2009/2010 nie uzyskano żadnych zmian w liczbie nasion w łuszczyńce.
5. Biostymulatory Kelpak SL i Asahi SL istotnie zwiększały plonowanie rzepaku w sezonie wegetacyjnym 2008/2009, ale nie odnotowano wpływu tych preparatów na cechy jakościowe nasion. W roku 2009/2010 badane preparaty nie miały wpływu na plonowanie rzepaku ozimego.

Literatura

- Allen V.G., Pond K.R., Saker K.E., Fontenot J.P., Bagley C.P., Ivy R.L., Evans R.R., Schmidt R.E., Fike J.H., Zhang X., Ayad J.Y., Brown C.P., Miller M.F., Montgomery J.L., Mahan J., Wester D.B., Melton C. 2001. Tasco: influence of a brown seaweed on antioxidants in forages and livestock – a review. *J. Anim. Sci.*, 79: E21-E31.
- Bai N.R., Banu N.R.L., Prakash J.W., Goldi S.J. 2007. Effects of *Asparagopsis taxiformis* extract on the growth and yield of *Phaseolus aureus*. *J. Basic Appl. Biol.*, 1 (1): 6-11.
- Csizinszky A.A. 1994. Yield response of tomato, cv. Agriset 761, to seaweed spray, micronutrient, and N and K rates. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 107: 139-142.
- De Waele D., McDonald A.H., De Waele E. 1988. Influence of seaweed concentrate on the growth of maize and reproduction of *Pratylenchus zeae* (Nematoda). *Nematologia*, 34: 71-77.
- De Villiers J., Kotze W.A.G., Joubert M. 1983. Effect of seaweed foliar spray on fruit quality and mineral nutrition. *The Deciduous Fruit Grower*, 33: 97-101.
- Ferreira M.I. 2002. Report to kelp products on the efficacy of Kelpak on canola. Production Technology. Internal Technical Bulletin of Cobbett Pty Ltd (CD).
- Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M.N., Rayorath P., Hodges D.M., Critchley A.T., Craigie J.S., Norrie J., Prithiviraj B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regul.*, 28: 386-399.
- Mancuso S., Azzarello E., Mugnai S., Briand X. 2006. Marine bioactive substances (IPA extract) improve ion fluxes and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv. Hortic. Sci.*, 20: 156-161.
- Matysiak K., Adamczewski K. 2006. Wpływ bioregulatora Kelpak na plonowanie roślin uprawnych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 46 (2): 102-108.
- Pietryga J., Matysiak K. 2003. Biologiczna ocena bioregulatora wzrostu Kelpak w rzepaku ozimym. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 43 (2): 863-865.
- Stirk W.A., van Staden J. 1997. Comparison of cytokinin- and auxin-like activity in some commercially used seaweed extracts. *J. Appl. Phycol.*, 8: 503-508.
- Temple W.D., Bomke A.A. 1989. Effects of kelp (*Macrocystis integrifolia* and *Ecklonia maxima*) foliar applications on bean crop growth. *Plant and Soil*, 117: 85-92.
- Thirumaran G., Arumugam M., Arumugam R., Anantharaman P. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* (L.) medicus. *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2 (2): 57-66.
- Thevanathan R., Dutta A., Dinamani D.S., Bhavani L.G. 2005. Studies on the impact of application of marine algal manure and liquid fertiliser on the linear growth of the seedlings of some pulses. *Seaweed Res. Util.*, 27 (1/2): 125-133.
- Van Staden J. 1985. 1-aminocyclopropane-1-carboxyl acid in seaweed concentrate. *Bot. Mar.*, 28: 415-417.
- Verkleij F.N. 1992. Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. *Biol. Agr. Hort.*, 8: 309-324.
- Zhang X., Ervin E.H. 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with Creeping Bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Sci.*, 44: 1737-1745.
- Zodape S. 2001. Seaweeds as a biofertilizer. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 60: 378-382.