

INFLUENCE OF LIQUID SEAWEED EXTRACT OF *ECKLONIA MAXIMA* ON WINTER WHEAT CV TONACJA

Summary

Field trials were conducted during the years 2009-2011 at Institute of Plant Protection in Poznań. The aim of these trials was to determine an influence of seaweed extracts *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) on a growth and development of winter wheat cv Tonacja depending on term and method of application. Trials involved Kelpak SL single application in autumn (BBCH 20) or in spring (BBCH 39) and twice application in the both terms. In the all treatments Kelpak SL was used at the dose 2,0 l/ha. Field experiments were established in 4 replications and in split-plot design. In the trials height of plants, chlorophyll content in flag leaves and quality and quantity parameters of yield were estimated. Results shows different action of seaweed on winter wheat depending on application term and method. Weather conditions strongly influenced Kelpak SL action on wheat plants.

Key words: wheat; *Ecklonia maxima*; chlorophyll; chemico-physical properties; field experimentation

WPLYW EKSTRAKTU Z ALG MORSKICH *ECKLONIA MAXIMA* NA PSZENICĘ OZIMĄ ODMIANY TONACJA

Streszczenie

W latach 2009-2011 w Instytucie Ochrony Roślin przeprowadzono badania polowe, których celem była ocena działania wyciągu z alg *Ecklonia maxima* (brunatnica), stosowanych jako preparat Kelpak SL na rośliny pszenicy ozimej odmiany Tonacja. Pszenica ozima Tonacja jest odmianą chlebową odporną na porastanie, osypywanie i wyleganie, przystosowaną do intensywnych warunków uprawy. Wykazuje dużą tolerancję na warunki glebowe, np. na zakwaszenie gleby. Preparat Kelpak SL stosowano w jednej dawce – 2 l · ha⁻¹, ale w różnych fazach rozwojowych rośliny uprawnej. Jedną z opcji aplikacji było stosowanie sekwencyjne. Kelpak SL aplikowano jesienią, w fazie BBCH 20, wiosną, tuż po rozpoczęciu wegetacji oraz w fazie liścia flagowego (39 BBCH). Doświadczenia założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach. W badaniach oceniano wysokość roślin, zawartość chlorofilu w liściach oraz parametry jakościowe i ilościowe plonu. Wpływ preparatu Kelpak SL na wysokość roślin oraz zawartość chlorofilu w liściach był zależny od warunków pogodowych podczas wegetacji roślin. Wpływ preparatu na plonowanie oraz badane cechy jakościowe i ilościowe plonu był ściśle determinowany przez termin zabiegu, aczkolwiek tylko w jednym roku badań udowodniono korzystny wpływ alg na plonowanie pszenicy ozimej oraz cechy jakościowe i ilościowe plonu.

Słowa kluczowe: pszenica; algi morskie; brunatnica; chlorofil; właściwości chemiczno-fizyczne; badania polowe

1. Wstęp

Korzystny wpływ alg na rośliny uprawne znany jest już od wielu lat. Początkowo, algi wykorzystywane były do nawożenia roślin uprawianych w pobliżu rejonów ich wydobycia, a przełomem w wykorzystaniu alg na świecie stało się opracowanie metod pozyskiwania z nich trwałych ekstraktów. W zależności od sposobu pozyskiwania ekstraktu oraz indywidualnych właściwości gatunkowych, wyciągi z alg różnią się nie tylko właściwościami fizykochemicznymi (barwą, zapachem, lepkością), ale przede wszystkim intensywnością działania na rośliny uprawne [4]. Ekstrakty z alg zazwyczaj pozyskiwane są w warunkach wysokiej temperatury z zastosowaniem roztworów sodu i potasu i prawie wszystkie produkowane są z brunatnic. W ten sposób uzyskiwane są komercyjne produkty oparte na wyciągach z m.in. *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria spp.*, *Saragassum spp.*, *Durvillaea spp.* [2, 3]. Jednym z gatunków alg, uznawanych za bardzo korzystne dla roślin uprawnych, jest brunatnica *Ecklonia maxima*. Ekstrakt z tego gatunku pozyskiwany jest bez użycia wysokiej tem-

peratury i substancji chemicznych, co pozwala na zachowanie pierwotnych proporcji pomiędzy fitohormonami, aminokwasami i fenolami, wchodzącymi w skład tego gatunku. Podobnie jak w przypadku wyciągów z innych glonów, również skład chemiczny ekstraktu z *Ecklonia maxima* w dużym stopniu uzależniony jest od terminu zbioru. Młode części („liście”), pozyskiwane wiosną, zawierają większe ilości cytokinin i składników odżywczych, natomiast jesienią są bogatsze w polifenole oraz składniki przeciwgrzybowe [19].

Literatura podaje, że związkami, które w największym stopniu określają właściwości alg są hormony roślinne (auksyny, cytokiny, gibereliny, kwas abscysynowy), polisacharydy niewystępujące u roślin lądowych (agar, alginate, karageny, fukany), polifenole i florotaniny (np. floroglucinol) [3, 4, 7, 8]. Niektóre doniesienia literaturowe wskazują jednak, że to właśnie cytokiny zawarte w algach odgrywają najważniejszą rolę w stymulowaniu wzrostu i rozwoju roślin [6, 14, 15, 16].

W świetle dotychczasowych badań udowodniono pozytywny wpływ alg na kiełkowanie, rozwój masy korzenio-

wej i masy nadziemnej roślin, wielkość aparatu fotosyntezy, kwitnienie, wielkość owoców, zwiększenie zawartości mikroelementów w roślinie oraz ogólną kondycję roślin [1, 5, 6, 10, 13]. Zastosowanie alg na rośliny uprawne w chwili wegetacji ma więc szczególne znaczenie w ekstremalnych dla rośliny warunkach klimatyczno-glebowych. Uważa się jednak, że stopień odpowiedzi rośliny uprawnej na aplikację ekstraktów z alg zależy nie tylko od gatunku i odmiany rośliny uprawnej, ale także od dawki, częstotliwości zabiegu i fazy rozwojowej [8, 9, 12]. Częstota aplikacji jest uzależniona od indywidualnej wrażliwości gatunku rośliny uprawnej, jednak zabiegi można wykonywać kilkakrotnie w sezonie wegetacyjnym. Badania nad stosowaniem wyciągów z glonów na rośliny uprawne ujawniają, że podczas zabiegów sekwencyjnych kumulują się efekty działania preparatów [13].

Celem badań była ocena wpływu ekstraktu z alg morskich *Ecklonia maxima* na pszenicę ozimą odmiany Tonacja z uwzględnieniem fazy rozwojowej w momencie zabiegu i częstotliwości aplikacji. Na podstawie wyników dotychczasowych badań przyjęto hipotezę, że wpływ alg na rośliny uprawne jest silnie determinowany warunkami pogodowymi, a terminy zabiegów i ich częstotliwość mają kluczowe znaczenie w ich działaniu.

2. Materiał i metody

Badania prowadzono w latach 2009-2011, w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym, należącym do Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu. Do badań wybrano pszenicę ozimą odmiany Tonacja. Tonacja jest jedną z popularniejszych odmian pszenicy ozimej w Polsce. Charakteryzuje się bardzo dobrą mrozoodpornością, wysoką plennością i jest odmianą przystosowaną do intensywnych warunków uprawy. Doświadczenia założono w 4 powtórzeniach, metodą bloków losowanych, na glebie biellicowej III a. Powierzchnia poletka wynosiła 16,5 m², a szerokość międzyrzędzi 12,5 cm. W zależności od roku badawczego odczyn pH gleby wynosił od 5,6 do 5,8, a gleba w warstwie ornej zawierała od 0,92 do 1,45% próchnicy. Zastosowano nawożenie azotowe w wysokości 120 kg·ha⁻¹. W roku badawczym 2009/2010 przedplon stanowił rzepak ozimy, natomiast w roku 2010/2011 - jęczmień jary. Norma wysiewu pszenicy ozimej wynosiła 200 kg·ha⁻¹ (400 nasion·m⁻²).

Wyciąg z alg *Ecklonia maxima* stosowano jako preparat Kelpak SL.

Obiekty doświadczalne stanowiły:

- 1) Kontrola,
- 2) Kelpak SL (2 l·ha⁻¹), stosowany jesienią w fazie rozwojowej BBCH 20 oraz wiosną w fazie BBCH 28-30,
- 3) Kelpak SL (2 l·ha⁻¹), stosowany wiosną w fazie rozwojowej BBCH 28-30,
- 4) Kelpak SL (2 l·ha⁻¹), stosowany jesienią w fazie rozwojowej BBCH 20 oraz wiosną w fazie BBCH 39,
- 5) Kelpak SL (2 l·ha⁻¹), stosowany wiosną w fazie rozwojowej BBCH 28-30 oraz w fazie BBCH 39,
- 6) Kelpak SL (2 l·ha⁻¹), stosowany wiosną w fazie rozwojowej BBCH 39.

Zabiegi wykonano opryskiwaczem poletkowym, o pojemności 4 l, przy użyciu rozpylacza XR 11003. Na całym doświadczeniu zastosowano standardową ochronę herbicydową, fungicydową i insektycydową.

W czasie wegetacji oceniano wysokość roślin (25 roślin/poletko), ilość chlorofilu w liściach (30 roślin/poletko) oraz masę roślin z 1 mb. Do określenia ilości chlorofilu

w roślinach wykorzystano aparat N-tester i metodę SPAD. Chlorofil mierzono na liściu flagowym pszenicy 3 tygodnie po zabiegu. Plon zebrano kombajnem poletkowym, a następnie określono masę 1000 ziaren, liczbę ziaren w kłosie, gęstość ziarna w stanie zsypanym, cechy jakościowe plonu: zawartość białka, glutenu i skrobi, oraz wskaźnik sedymentacji i twardość ziarna. Liczbę ziaren w kłosie obliczono na podstawie próby 25 kłosów pobranych z każdego poletka. Określenia masy 1000 ziaren oraz gęstości ziarna w stanie zsypanym dokonano na podstawie 1 kg próby z każdego poletka. Pomiaru gęstości ziarna dokonano przy użyciu gęściomierza cylindrowego, natomiast analizę jakościową wykonano na aparacie Infratec 1241 firmy Foss. Wyniki poddano analizie wariancji na poziomie istotności NIR α =0,05. Do obliczeń statystycznych wykorzystano program FR-ANALWAR-4,3.

Warunki pogodowe

Do analizy warunków pogodowych wykorzystano współczynnik Sielianinowa, który wyznaczono dzieląc sumę opadów atmosferycznych przez sumę temperatur danego miesiąca pomniejszonych dziesięciokrotnie (tab. 1).

Tab. 1. Współczynnik Sielianinowa w Polowej Stacji Doświadczalnej w Winnej Górze w okresie wegetacji pszenicy ozimej w latach 2009-2011

Table 1. Sielianinov's index at the Experimental Station in Winna Gora during the vegetation of winter wheat in the 2009-2011

Lata Years	Miesiąc Month							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2009	-	-	-	-	-	-	-	2,0
2010	3,9	1,3	2,9	0,8	1,1	3,7	1,3	0,1
2011	0,7	0,1	0,4	0,8	-	-	-	-

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; *high-moist period*

Lata badawcze różniły się warunkami pogodowymi. Współczynnik Sielianinowa wskazuje, że marzec i maj 2010 r. można uznać za miesiące bardzo wilgotne, a kwiecień za względnie wilgotny. Gorsze warunki wilgotnościowo-termiczne wystąpiły w czerwcu (okres półsuszy). Wiosennej wegetacji pszenicy w 2011 r. towarzyszyły raczej niekorzystne warunki pogodowe. Miesiące od marca do czerwca charakteryzowała susza lub półsusza.

3. Wyniki i dyskusja

W żadnym roku badawczym nie stwierdzono wpływu wyciągu z alg na wysokość roślin pszenicy ozimej, natomiast istotne przyrosty masy uzyskano tylko w pierwszym roku badań (2009/2010), charakteryzującym się korzystniejszymi warunkami pogodowymi (tab. 2). Udowodniono, że największy wpływ na tę cechę miała aplikacja alg w późniejszych fazach rozwojowych rośliny uprawnej. Kelpak SL stosowany jednorazowo w fazie BBCH 28-30 lub jednorazowo w fazie BBCH 39 zwiększył masę roślin o 17-20%. Aplikacja sekwencyjna w obu tych fazach spowodowała przyrost masy roślin o 40%. Liczne doniesienia naukowe jednoznacznie wskazują, że wpływ ekstraktów z alg na wysokość i masę roślin jest determinowane gatunkiem glonów i warunkami, w jakich prowadzone są badania.

Tab. 2. Wpływ preparatu Kelpak SL na cechy morfologiczne, plon oraz parametry ilościowe pszenicy ozimej
 Table 2. Influence of Kelpak SL on morphological traits, yield and its quantity parameters of winter wheat

Obiekt Treatment	Termin zabiegu Term of application	Wysokość roślin Height of plants (cm)		Masa roślin Weight of plant (1 mb)		Zawartość chlorofilu Chlorophyll content (SPAD)		Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear		Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)		Plon Yield (t·ha ⁻¹)	
		2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11
Kontrola (Untreated)	–	102,9	106,1	1,79	1,15	565	568	53,1	47,2	47,15	44,89	9,57	5,80
Kelpak SL (Ecklonia maxima)	T1 + T2	103,8	108,2	1,59	1,18	590*	571	53,4	48,5	49,54	46,35	9,27	6,48
	T2	104,3	107,9	2,14*	1,41	547	559	52,3	49,4	48,66	47,99*	9,20	6,85*
	T1 + T3	102,1	106,8	1,98*	1,31	567	554	54,2	49,2	49,43	47,60*	9,57	6,65*
	T2 + T3	102,0	105,7	2,49*	1,22	576	569	56,2	46,9	50,17	47,54*	9,60	6,80*
	T3	102,4	106,4	2,11*	1,17	578	548	52,1	46,0	49,95	46,56	9,13	6,28
NIR _{0,05} (LSD _{0,05})		n.i	n.i	0,169	n.i.	38,0	n.i	n.i	n.i	n.i	2,314	n.i	0,830

T1 – BBCH 20; T2 – BBCH 28-30; T3 – BBCH 39

n.i – różnice nieistotne / not significant differences

Tab. 3. Wpływ preparatu Kelpak SL na cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej
 Table 3. Influence of Kelpak SL on quality of winter wheat grains

Obiekt Treatment	Termin zabiegu Term of application	Gęstość ziarna		Białko Proteins (%)		Skrobia Starch (%)		Gluten Gluten (%)		Wskaźnik sedymentacji Sedimentation value (ml)		Twardość Hardness	
		2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11
Kontrola (Untreated)	–	77,30	78,43	12,93	11,68	69,48	71,0	30,05	26,6	37,98	27,9	39,68	50,5
Kelpak SL (Ecklonia maxima)	T1 + T2	76,73	79,09*	12,83	11,53	69,38	71,5	29,65	26,3	37,68	26,9	35,33	50,2
	T2	76,73	79,18*	13,03	11,90*	69,45	70,6*	29,65	27,2	38,98	28,8	37,70	54,9
	T1 + T3	76,30	79,10*	12,93	11,83*	69,20	70,9*	29,73	27,1	38,55	29,2	37,28	51,1
	T2 + T3	76,80	78,91*	12,83	11,95*	69,68	70,2*	29,35	27,1	37,13	29,5	39,45	49,5
	T3	77,40	78,97*	12,83	12,15*	62,40	70,5*	29,53	28,1*	39,08	31,7	39,30	52,7
NIR _{0,05} (LSD _{0,05})		n.i	0,543	n.i	0,15	n.i	0,791	n.i	1,441	n.i	n.i	n.i	n.i

T1 – BBCH 20; T2 – BBCH 28-30; T3 – BBCH 39

n.i – różnice nieistotne / not significant differences

Część badaczy nie stwierdziła istotnego wpływu alg na te cechy roślin [5, 12], podczas gdy inni w wyniku nalistnego stosowania ekstraktów z alg na rośliny uprawne uzyskali pędy dłuższe o nawet o 35% [1, 10, 17].

Tylko w sezonie 2009/10, i to na jednym obiekcie doświadczalnym, stwierdzono wpływ alg na zawartość chlorofilu w liściu flagowym pszenicy. Podwójna aplikacja preparatu (BBCH 20 i BBCH 28-30) spowodowała nieznaczny wzrost poziomu barwnika (5%). Większość doniesień naukowych podaje, że wzrost zawartość chlorofilu w liściach w wyniku działania alg jest znikomy [10, 11, 18], ale istnieją również prace badawcze, w których podkreśla się pozytywny wpływ alg na jego zawartość [2].

Badany preparat nie miał wpływu na liczbę ziaren w kłosie, natomiast zmiany w masie 1000 ziaren oraz plonie ziarna pojawiły się tylko w roku 2010/11, w którym wiosennej vegetacji towarzyszyły mniej sprzyjające warunki pogodowe (tab. 1). Najwyższą, w stosunku do obiektu kontrolnego, masę 1000 ziaren i plon otrzymano po zastosowaniu wyciągu z alg pojedynczo w fazie BBCH 28-30. Na tym obiekcie masa 1000 ziaren wzrosła o 7%, a plon o 18%. Podwójne zastosowanie alg w fazach BBCH 20

i BBCH 39 oraz BBCH 28-30 i BBCH 39 skutkowało zwiększeniem plonu ziarna odpowiednio o 15 i 17% (tab. 2). Uzyskane zwyki plonu znacznie przewyższają te podawane przez literaturę. Doniesienia literaturowe potwierdzają wprawdzie korzystne działanie wyciągu z *Ecklonia maxima* na plonowanie zbóż, ale taką wartość przyrostu plonu wskazują dla zbóż jarych. Według danych literaturowych wyciągi z alg zwiększają plonowanie zbóż ozimych o około 5-7% [9]. Inne prace badawcze poza zwiększeniem plonowania roślin wskazują dodatkowo na korzystne działanie ekstraktu z alg na masę 1000 nasion [12].

Tylko w roku 2010/11 odnotowano wpływ preparatu Kelpak SL na takie cechy plonu jak: gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz zawartość białka, skrobi i glutenu w ziarnie (tab. 3). Wszystkie badane obiekty doświadczalne charakteryzowały się nieco zwiększoną gęstością ziarna w porównaniu z obiektem kontrolnym. Największy wpływ na tą cechę miały algi aplikowane w fazie rozwojowej BBCH 28-30. Tendencję do zwiększania zawartości białka w nasionach zaobserwowano w kombinacjach, w których wyciąg z alg był stosowany pojedynczo w fazach BBCH 28-30 i BBCH 39 oraz podwójnie w fazach BBCH 20 + BBCH 39

i BBCH 28-30 + BBCH 39. W tych samych obiektach doświadczalnych zaobserwowano tendencję do zmniejszania się zawartości skrobi, ale wzrostu poziomu glutenu. Największą ilością glutenu (o 6 % większą od kontroli) charakteryzowało się z ziarno z obiektu, na którym stosowano algi w najpóźniejszej fazie rozwojowej BBCH 39. Nie odnotowano wpływu preparatu Kelpak SL na wskaźnik sedymentacji i twardość ziarna pszenicy ozimej.

4. Wnioski

1. Działanie wyciągu z alg morskich *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) na rośliny pszenicy ozimej odm. Tonacja było determinowane warunkami pogodowymi w okresie wegetacji.

2. Algi nie wykazały stymulującego działania na wzrost roślin, a ich korzystny wpływ na masę roślin i zawartość chlorofilu w liściach ujawnił się tylko w roku, który charakteryzował się znacznie lepszymi warunkami wilgotnościowo-termicznymi w okresie wegetacji wiosennej.

3. Korzystne działanie wyciągu z alg morskich na masę 1000 ziaren, plon, gęstość ziarna, zawartość białka, skrobi i glutenu uzyskano w roku, w którym okres wiosenny (marzec-kwiecień) był okresem suszy lub półsuszy. Zwiększenie plonowania roślin odnotowano na wszystkich obiektach, na których aplikowano algi.

4. W wyniku aplikacji alg wraz z obniżeniem się zawartości skrobi w ziarnie wzrastała zawartość glutenu i skrobi. Największa zawartość glutenu w ziarnie pojawiła się w wyniku późnego zastosowania wyciągu z alg (BBCH 39).

5. Kelpak SL nie miał wpływu na wskaźnik sedymentacji i twardość ziarna pszenicy ozimej.

5. Bibliografia

- [1] Bai N. R., Banu N. R.L., Prakash J.W., Goldi S.J.: Effects of *Asparagopsis taxiformis* extract on the growth and yield of *Phaseolus aureus*. Journal of Basic and Applied Biology, 2007, 1 (1): 6-11.
- [2] Blunden G., Jenkins T., Liu Y.W.: Enhanced chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. J. Appl. Phycol., 1996, 8:535-543.
- [3] Connan S., Delise F., Deslandes E., Ar Gall E.: Intra-thallus phlorotannin content and antioxidant activity in *Phaeophyceae* of temperate waters. Bot. Mar, 2006, 49(1): 34-46.
- [4] Craigie J.S.: Seaweed extract stimuli plant science and agriculture. J Appl. Phycol., 2011, 23: 371-393.

- [5] De Waele D., McDonald A.H., De Waele E.: Influence of seaweed concentrate on the growth of maize and reproduction of *Pratylenchus zeae* (Nematoda). Nematologia, 1988, 34: 71.
- [6] Finnie J.F., van Staden J.: Effect of seaweed concentrate and applied hormone on in vitro tomato roots. J Plant. Physiol., 1985, 120: 215-222.
- [7] Hirsch R., Hartung W., Gimmler H. Abscisic acid content of algae under stress. Bot. Acta, 1989, 102: 326-334.
- [8] Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craigie JS, Norrie J, Prithiviraj B.: Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Plant Growth Regul., 2009, 28: 386-399.
- [9] Matysiak K., Kaczmarek S.: Potential advantages from Kelpak bioregulator applied to some field crops. Mat. Konf: „Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin”. SGGW Warszawa 2008. ISBN 83-89503-49-2.
- [10] Matysiak K., Kaczmarek S., Kierzek R., Kardasz P.: Ocena działania ekstraktów z alg morskich oraz mieszaniny kwasów huminowych i fulwowych na kiełkowanie i początkowy wzrost rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.). Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2010, Vol. 55(4): 28-33.
- [11] Matysiak K., Kaczmarek S., Krawczyk R.: Influence of seaweed extracts and mixture of humic and fulvic acids on germination and growth of *Zea mays* L. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 2011, 10 (1): 33-45.
- [12] Pietryga J., Matysiak K.: Biologiczna ocena bioregulatora wzrostu Kelpak w rzepaku ozimym. Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl., 2003, 43(2): 863-865.
- [13] Reitz S.R., Trumble J.T.: Effects of cytokinin-containing seaweed extract on *Phaseolus lunatus* L. Influence of nutrient availability and apex removal. Bot. Mar., 1996, 39: 33-39.
- [14] [Stirk W. A., van Staden J.: Comparison of cytokinin- and auxin- like activity in some commercially used seaweed extracts. J Appl Phycol, 1996, 8: 503-508.
- [15] Stirk W. A., van Staden J.: Isolation and identification of cytokinins. In a new commercial product made from *Fucus serratus* L. J Appl Phycol, 1997, 9: 327-330.
- [16] Taiz L., Zeiger E.: Cytokinins. In: Plant Physiology (ed. Taiz a. Zeiger). Benjamin/Cummings, Redwood City, CA, 1991, 452-472.
- [17] Thevanathan R. Anjanadutta, Dinamani D.S, Bhavani L.G.: Studies on the impact of application of marine alga manure and liquid fertiliser on the linear growth of the seedlings of some pulses. Seaweed research Utilisation, 2005, 27 (1/2): 125-133.
- [18] Venkataraman Kumar V., Mohan V.R.: Effect of seaweed liquid fertiliser on black gram. Phycos., 1997, 36(2): 43-47.
- [19] Verkleij F.N.: Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. Biol Agric Hortic., 1992, 8: 309-324.