

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. XXII(1)

SECTIO EEE

2012

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
ul. St. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: zbigniew.jarosz@up.lublin.pl

ZBIGNIEW JAROSZ

**Wpływ nawozu Pentakeep® V na plonowanie
oraz zawartość wybranych makro- i mikroelementów w sałacie**

The effect of Pentakeep® V fertilizer on the yielding and content of selected
macro- and micronutrients in lettuce

Streszczenie. Doświadczenie z sałatą odmiany Omega F₁ przeprowadzono w szklarni w 2011 r. Rośliny uprawiano w doniczkach o pojemności 2 dm³, napełnionych podłożem torfowym zwapnowanym do pH 6,5. W badaniach oceniano wpływ dokorzeniowego stosowania wzrastających dawek nawozu Pentakeep® V, zawierającego kwas 5-aminolewulinowy, na plonowanie i skład chemiczny sałaty uprawianej przy zróżnicowanej ogólnej koncentracji jonów w środowisku korzeniowym. W badaniach stwierdzono istotnie większą masę jednostkową główek sałaty w obiektach nawożonych dokorzeniowo nawozem Pentakeep® V o stężeniu 12,2–16,7% w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Analiza statystyczna uzyskanych wyników wykazała istotny spadek plonu sałaty uprawianej w podłożu o EC 2,90–3,10 mS·cm⁻¹ w porównaniu z pozostałymi obiektami. W liściach roślin nawożonych dokorzeniowo nawozem Pentakeep® V odnotowano tendencję do mniejszej kumulacji azotu ogółem, potasu, sodu, żelaza, cynku oraz większej wapnia, manganu i miedzi w porównaniu z roślinami rosnącymi w obiektach kontrolnych.

Słowa kluczowe: kwas 5-aminolewulinowy, przewodność elektryczna, plon, skład chemiczny

WSTĘP

Nowoczesne nawozy mineralne, oprócz niezbędnych składników pokarmowych, zawierają różnorodne substancje poprawiające funkcjonowanie organizmów roślinnych oraz uodparniające je na czynniki stresowe. Jednym z takich nawozów jest Pentakeep® V, za-

wierający w swoim składzie kwas 5-aminolewulinowy [Smoleń i Sady 2010, Smoleń i in. 2010]. Ten naturalny, niebiałkowy aminokwas, występujący we wszystkich żywych organizmach, u roślin jest prekursorem chlorofilu [Tanaka i in. 2005]. Liczne badania wykazały korzystny wpływ kwasu 5-aminolewulinowego (ALA), stosowanego w postaci nawozów Pentakeep®, na wzrost wydajności fotosyntezy oraz na wielkość i główne parametry jakościowe plonu roślin [Hotta i in. 1997, Yaronkaya i in. 2006]. W badaniach Memon i in. [2009] przy pozakorzeniowym podawaniu kwasu 5-aminolewulinowego w uprawie kapusty chińskiej stwierdzono większą aktywność fotosyntezy oraz antyoksydacyjną. Z kolei Watanabe i in. [2000] podkreślają korzystny wpływ stosowania ALA na wzrost odporności roślin na stres solny. W literaturze mało jest jednak doniesień na temat efektywności kwasu 5-aminolewulinowego podawanego doko-rzeniowo w bezglebowej uprawie roślin przy zróżnicowanym EC podłoża.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wzrastających dawek nawozu Pentakeep® V stosowanych doko-rzeniowo na plonowanie i skład chemiczny sałaty odmiany Omega F₁, uprawianej przy zróżnicowanej koncentracji jonów w środowisku korzeniowym.

MATERIAŁ I METODA

Doświadczenie z sałatą (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) odmiany Omega F₁ przeprowadzono w szklarni od 4 maja do 2 czerwca 2011 r. Rośliny uprawiano w doniczkach o pojemności 2 dm³, napełnionych podłożem torfowym zwapnowanym do pH 6,5. Dwuczynnikowe doświadczenie założono w układzie kompletnie zrandomizowanym w dziesięciu powtórzeniach. Powtórzenie stanowiła doniczka z jedną rośliną. W badaniach zastosowano wzrastające dawki nawozu Pentakeep® V (w ml-roślina⁻¹): 0 ml (P-V 0); 0,1 ml (P-V 0,1); 0,5 ml (P-V 0,5) oraz 1,0 ml (P-V 1,0). Nawóz Pentakeep® V stosowano doko-rzeniowo w czterech równych dawkach co 7 dni. Nawóz ten, oprócz kwasu 5-aminolewulinowego (ALA), zawiera (w %): N – 9,5 (N-NO₃ – 3,8, N-NH₄ – 5,7), MgO – 5,7, B – 0,14, Cu – 0,02, Fe-DTPA – 0,6, Mn – 0,23, Mo – 0,02 oraz Zn – 0,16. Dodatkowo w doświadczeniu zróżnicowano ogólną koncentrację jonów w podłożu (EC), utrzymując ją przez cały okres badań na trzech poziomach (mS·cm⁻¹): 0,41–0,65 (EC I), 1,60–1,82 (EC II) oraz 2,90–3,10 (EC III). Zakładany poziom ogólnej koncentracji jonów w podłożach utrzymywano poprzez stosowanie odpowiednich dawek nawozów mineralnych (nutrifol zielony, saletra potasowa, saletra wapniowa, siarczan magnezu).

Rośliny zebrano po osiągnięciu dojrzałości zbiorczej, określając masę jednostkową główek. Po wysuszeniu próbek materiału roślinnego (105°C) oznaczono zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla (Foss-Tecator). Pozostałe składniki oznaczono po spaleniu materiału roślinnego w piecu (temp. 550°C): fosfor kolorymetrycznie z wanadomolibdenianem amonu (Thermo, Evolution 300) potas, wapń, magnez, sód, żelazo, cynk, mangan i miedź metodą ASA (Perkin-Elmer Analyst 300).

Analizę podłoża wykonywano po zakończeniu doświadczenia. Oznaczenia zawartości N-NH₄, N-NO₃, P-PO₄, K, Ca, Mg i Na wykonywano po ekstrakcji próbki podłoża (20 cm³) 0,03 M CH₃COOH, natomiast Fe, Zn, Mn i Cu w wyciągu kwasu wersenowego z zachowaniem proporcji podłoże : roztwór ekstrakcyjny jak 1 : 4. Azot amonowy i azotanowy oznaczono metodą Bremnera (w modyfikacji Starcka), fosfor kolorymetrycznie

z wanadomolibdenianem amonu, potas, wapń i magnez, sól, żelazo, cynk, mangan i miedź metodą ASA (Perkin-Elmer Analyst 300). Kwasowość podłoża oznaczano metodą potencjometryczną w H_2O , ogólną koncentrację soli (EC) metodą konduktometryczną. Odczyn podłoża (pH_{H_2O}) w trakcie badań utrzymywał się w zakresie 5,96–6,35.

Opracowanie statystyczne wyników przeprowadzono metodą analizy wariancji na wartościach średnich, stosując do oceny różnic test Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W nowoczesnej produkcji roślinnej coraz częściej sięga się po substancje modyfikujące podstawowe funkcje życiowe roślin, popularnie nazywane biostymulatorami. Jak wykazały liczne badania, do grupy substancji poprawiających funkcjonowanie organizmów roślinnych można zaliczyć również kwas 5-aminolewulinowy, będący składnikiem nawozów Pentakeep® [Hotta i in. 1997, Watanabe i in. 2000, Memon i in. 2009]. W bezglebowej produkcji roślinnej pod osłonami szczególnie cenny wydaje się korzystny wpływ 5-ALA jako czynnika poprawiającego odporność roślin na warunki stresowe, takie jak niedobór lub nadmiar światła, stres termiczny lub stres solny [Watanabe i in. 2000, Youssef i Awad 2008].

Analiza statystyczna wyników uzyskanych w przeprowadzonych badaniach wykazała istotny wzrost masy jednostkowej główek sałaty nawożonej dokorzeniowo nawozem Pentakeep® V (tab. 1). Zaobserwowany wzrost masy główek sałaty, w zależności od dawki nawozu, wynosił w porównaniu z obiektami kontrolnymi od 12,2 do 16,7%. Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze badania, w których odnotowano istotny wzrost plonu roślin nawożonych nawozami Pentakeep® V [Hotta i in. 1997]. Wysoką efektywność plonotwórczą tych nawozów wykazano również w badaniach z papryką [Eveleens 2005], pomidorem i kapustą [Babik i in. 2008], ogórkiem [Babik i Babik 2007] oraz wieloma gatunkami sadowniczymi. Zdaniem wielu autorów regularne stosowanie kwasu 5-aminolewulinowego w odpowiednim stężeniu powoduje istotny wzrost wydajności fotosyntezy, co skutkuje lepszym plonowaniem roślin [Tanaka i in. 2005, Watanabe i in. 2000]. Odnotowany w badaniach własnych istotny wzrost plonu sałaty należy zapewne tłumaczyć tą specyficzną efektywnością składnika nawozu Pentakeep® V. Podkreślenia wymaga istotny spadek masy jednostkowej główek sałaty (o 28,3–31,2%) odnotowany w obiektach o największej ogólnej koncentracji jonów w ryzosferze ($EC\ 2,80\text{--}3,10\ mS\cdot cm^{-1}$) w porównaniu z pozostałymi badanymi obiektami. Wyniki te są zgodne z wieloma doniesieniami potwierdzającymi spadek produktywności roślin uprawianych w systemie bezglebowym z powodu nadmiernego wzrostu ogólnej kumulacji jonów w ryzosferze [Magan i in. 2008, Tuzel i in. 2003]. Zdaniem Watanabe i in. [2000], stosowanie nawozu Pentakeep® V zawierającego kwas 5-aminolewulinowy zwiększa odporność roślin na stres solny. Podobne wyniki prezentują również Youssef i Awad [2008], badający reakcję młodych roślin na stres solny wywołany ogólną koncentracją jonów w ryzosferze w przedziale od 1 do $30\ mS\cdot cm^{-1}$. Analizując wyniki uzyskane w badaniach własnych, można zauważyć zależności potwierdzające te doniesienia (tab. 1–3).

Tabela 1. Plon sałaty (g-roślina⁻¹) w zależności od dawki nawozu Pentakeep® V oraz zróżnicowanego poziomu ogólnej koncentracji jonów (EC) w podłożu
 Table 1. Yield of lettuce (g-plant⁻¹) depending on the dose of Pentakeep® V fertilizer and different levels of total ion concentration (EC) in substrate

Dawka nawozu Fertilizer dose (A)	Ogólna koncentracja jonów w podłożu Total ion concentration in substrate (B)			\bar{x}
	EC I	EC II	EC III	
P-V 0	232,1	224,8	155,2	204,0
P-V 0,1	236,1	256,6	221,3	238,0
P-V 0,5	264,0	251,7	191,1	235,6
P-V 1,0	300,6	250,6	137,8	229,9
\bar{x}	258,2	245,9	176,3	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}				
A				25,00
B				19,17
A × B				55,78

Babik i in. [2008] dowiedli, iż stosowanie nawozu Pentakeep® V korzystnie wpływa na pobieranie składników pokarmowych z gleby lub podłoża, co istotnie poprawia stan odżywienia roślin. W prezentowanych badaniach stwierdzono mniej azotu ogółem (5,13–5,49% s.m.), potasu (5,55–5,66% s.m.), sodu (0,09–0,15% s.m.) oraz żelaza (204–236 mg·kg⁻¹ s.m.) w liściach sałaty nawożonej dokerzeniowo wzrastającymi dawkami nawozu Pentakeep® V w porównaniu z roślinami uprawianymi w obiektach kontrolnych (tab. 2). Podobnie Smoleń i Sady [2010], badając efektywność nawozu Pentakeep® V w dokarmianiu pozakorzeniowym szpinaku przy zróżnicowanym nawożeniu doglebowym azotem, nie stwierdzili istotnego wpływu tego nawozu na zawartość makro- oraz mikroelementów w liściach badanych roślin.

Podkreślenia wymagają interesujące wyniki zawartości wapnia w roślinach w zależności od badanych czynników (tab. 2). Analizując wyniki uzyskane w doświadczeniu, można zauważyć tendencję do większego pobierania wapnia przez rośliny nawożone dokerzeniowo nawozami Pentakeep® V w stężeniu 0,1 oraz 0,5 ml. Smoleń i Sady [2010] odnotowali wzrost zawartości wapnia w roślinach szpinaku jedynie jako efekt współdziałania pozakorzeniowego stosowania nawozu Pentakeep® V oraz doglebowego nawożenia azotem. Optymalna zawartość wapnia w roślinach jest czynnikiem zmniejszającym ryzyko wystąpienia schorzeń fizjologicznych wywołanych niedoborem tego składnika, które w bezglebowej uprawie warzyw mogą powodować olbrzymie straty plonu [Jarosz i Dzida 2011]. Potwierdzeniem uzyskanych wyników wydają się badania Eveleens [2005], w których przy codziennym oraz cotygodniowym stosowaniu nawozu Pentakeep® V wraz z fertygacją odnotowano istotny spadek liczby owoców z objawami suchej zgnilizny wierzchołkowej.

Analiza składu chemicznego środowiska korzeniowego roślin uprawianych w poszczególnych obiektach wykazała istotne zróżnicowanie zawartości makro- i mikroskładników w ryzosferze w zależności od badanych czynników (tab. 3). W obiektach nawożonych dokerzeniowo Pentakeep® V w dawce 0,1 ml-roślina⁻¹ stwierdzono istotnie mniej azotu mineralnego, fosforu, potasu, wapnia, magnezu, sodu i miedzi w porównaniu z obiektami kontrolnymi.

Tabela 2. Skład chemiczny sałaty w zależności od dawki nawozu Pentakeep® V oraz zróżnicowanego poziomu ogólnej koncentracji jonów (EC)
 Table 2. Chemical content of lettuce depending on the dose of fertilizer Pentakeep® V and different levels of total ion concentration (EC)

Dawka nawozu Fertilizer dose (A)	EC (B)	N-ogółem N-Total	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
		% s.m – % d.m.							mg·kg ⁻¹ s.m. – mg·kg ⁻¹ d.m.		
P-V 0	I	5,31	0,57	5,19	1,33	0,28	0,11	209	71	80	2,04
	II	5,70	0,64	5,42	1,16	0,29	0,18	251	135	89	2,91
	III	6,05	0,81	6,65	0,88	0,33	0,20	284	144	98	3,54
\bar{x} P-V 0		5,69	0,67	5,75	1,12	0,30	0,16	248	117	89	2,83
P-V 0,1	I	4,84	0,49	4,91	1,62	0,26	0,11	294	82	99	2,56
	II	5,08	0,58	5,31	1,68	0,26	0,16	218	96	86	2,97
	III	5,65	0,80	6,41	1,19	0,24	0,19	196	164	89	4,11
\bar{x} P-V 0,1		5,19	0,62	5,55	1,49	0,25	0,15	236	114	91	3,21
P-V 0,5	I	4,83	0,67	4,61	1,52	0,29	0,10	232	78	107	3,43
	II	5,12	0,69	5,80	1,61	0,35	0,11	192	93	102	3,19
	III	5,42	0,74	6,58	1,13	0,37	0,13	189	82	134	3,98
\bar{x} P-V 0,5		5,13	0,70	5,66	1,42	0,34	0,11	204	84	114	3,53
P-V 1,0	I	5,49	0,52	4,97	1,63	0,34	0,08	235	94	129	4,31
	II	5,58	0,77	5,40	1,06	0,41	0,09	211	92	138	5,11
	III	5,39	0,61	5,92	0,76	0,40	0,11	241	105	102	3,52
\bar{x} P-V 1,0		5,49	0,63	5,63	1,15	0,38	0,09	229	97	123	4,31
\bar{x} EC I		5,12	0,56	4,92	1,53	0,29	0,10	243	81	104	3,08
\bar{x} EC II		5,37	0,67	5,48	1,34	0,33	0,14	218	104	104	3,55
\bar{x} EC III		5,63	0,74	6,39	0,99	0,34	0,16	228	124	106	3,79
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} :	A	0,21	r.n. – ns	r.n. – ns	0,19	0,05	0,03	25,6	r.n. – ns	9,2	0,33
	B	0,15	0,17	0,40	0,15	0,03	0,03	18,1	25,2	r.n. – ns	0,19
	A × B	0,42	0,30	r.n. – ns	0,36	0,07	0,08	45,4	48,7	24,8	0,45

r.n. – ns – różnice nieistotne – not significant

Tabela 3. Zawartość składników pokarmowych (mg·dm⁻³) w podłożu w zależności od dawki nawozu Pentakeep® V oraz zróżnicowanego poziomu ogólnej koncentracji jonów (EC)

Table 3. Nutrients content (mg·dm⁻³) in the substrate depending on the dose of fertilizer Pentakeep® V and different levels of total ion concentration (EC)

Dawka nawozu Fertilizer dose (A)	EC (B)	N-NH ₄	N-NO ₃	P-PO ₄	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
P-V 0	I	61	58	68	148	961	129	2,5	10,8	0,94	7,18	0,83
	II	106	161	136	358	1028	188	4,7	13,9	1,39	10,8	1,65
	III	223	574	254	1173	1248	286	14,9	15,4	2,75	14,2	1,91
\bar{x}		195	264	153	560	1079	201	7,40	13,4	1,69	10,7	1,46
P-V 0,1	I	39	45	61	102	862	74	2,2	15,2	1,12	7,61	0,93
	II	61	71	112	345	867	87	3,5	15,4	1,79	9,85	1,11
	III	97	304	246	958	901	109	6,5	15,5	1,35	10,84	1,27
\bar{x}		66	140	140	468	877	90	4,1	15,4	1,42	9,43	1,10
P-V 0,5	I	98	143	97	196	988	103	4,2	17,4	1,27	11,9	1,24
	II	165	307	286	645	1086	126	6,4	17,9	1,21	12,2	1,48
	III	186	552	338	1237	1145	197	17,9	18,7	1,09	16,4	1,78
\bar{x}		150	334	240	693	1073	142	9,5	18,1	1,19	13,7	1,50
P-V 1,0	I	193	182	103	243	996	171	12,5	19,4	0,98	11,3	1,77
	II	233	293	265	568	1153	206	9,5	20,2	1,09	16,7	1,94
	III	331	726	361	1332	1363	278	21,5	19,7	4,84	22,9	2,48
\bar{x}		252	400	243	714	1171	218	14,5	19,8	2,30	17,0	2,06
\bar{x} EC I		98	107	82	172	952	119	5,4	15,7	1,08	9,50	1,19
\bar{x} EC II		141	209	199	484	1034	152	6,0	16,9	1,37	12,4	1,55
\bar{x} EC III		419	539	301	1175	1164	218	15,2	17,3	2,51	16,1	1,86
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} :	A	39,03	21,75	6,05	84,26	165,2	21,35	2,12	1,49	0,45	1,37	0,13
	B	30,34	16,91	4,71	65,51	r.n. – ns	16,60	3,42	r.n. – ns	0,61	1,07	0,11
	A × B	90,32	50,32	14,02	194,9	r.n. – ns	49,40	5,53	r.n. – ns	1,03	r.n. – ns	0,31

r.n. – ns – różnice nieistotne – not significant

Wraz ze wzrostem ogólnej koncentracji soli (EC) w podłożu odnotowano istotne zwiększenie się zawartości azotu amonowego oraz azotanowego, fosforanów, potasu, magnezu, manganu oraz miedzi. Al-Afifi i Al-Shrouf [2010], porównując efektywność nawozu Pentakeep® V stosowanego doglebowo w polowej uprawie pomidora, odnotowali istotny spadek zawartości fosforu i mikroelementów w roślinach, co było efektem istotnego wzrostu pH gleby w obiektach nawożonych badanym nawozem. W badaniach własnych nie stwierdzono podobnego efektu. Odczyn w badanych obiektach ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) utrzymywał się w zakresie 5,96–6,35.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotnie większą masę jednostkową główek sałaty w obiektach nawożonych dokerzeniowo nawozem Pentakeep® V o 12,2–16,7% w porównaniu z roślinami kontrolnymi.
2. Odnotowano istotny spadek plonu sałaty uprawianej w podłożu o EC 2,9–03,10 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ w porównaniu z pozostałymi obiektami.
3. W badaniach wykazano tendencję do mniejszej zawartości azotu ogółem, potasu, sodu, żelaza, cynku oraz większej wapnia, manganu i miedzi w liściach roślin nawożonych dokerzeniowo nawozem Pentakeep® V w porównaniu z roślinami rosnącymi w obiektach kontrolnych, jednak nie dla wszystkich składników różnice te zostały potwierdzone statystycznie.

PIŚMIENNICTWO

- Al-Afifi M.M., Al-Shrouf A.M., 2010. Influence of Pentakeep® V on the nutrient interaction and availability of tomato production. Emir. J. Food Prod. Agric., 22(3), 174–188.
- Babik I., Babik J., 2007. Effect of Pentakeep® V on the yield and quality of greenhouse cucumber grown in organic media. Proceedings. Pentakeep International Scientific Workshop, Budapest, 241–245.
- Babik I., Babik J., Dyško J., 2008. Effect of 5-aminolevulinic acid (ALA) from Pentakeep® fertilizers on yield and quality of vegetables grown in the field and under covers. Biostimulators in modern production. Vegetable Crops., 61–74.
- Eveleens B., 2005. Effect of Pentakeep® V on sweet pepper. Final Report. Applied Plant Research, Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Magan J.J., Gallardo M., Thompson R.B., Lorenzo P., 2008. Effect of salinity on fruit yield and quality of tomato grown in soil-less culture in greenhouse in Mediterranean climatic conditions. Agric. Water Manag., 95(9), 1041–1055.
- Memon S.A., Hou X., Wang L., Li Y., 2009. Promotive effect of 5-aminolevulinic acid on chlorophyll, antioxidative enzymes and photosynthesis of Pakchoi (*Brassica campestris* ssp. *Chinensis* var. *communis* Tsen et Lee). Acta Physiol. Plant., 31, 51–57.
- Hotta Y., Tanaka T., Takaoka H., Takeuchi Y., Konnai M., 1997. Promotive effects of 5-aminolevulinic acid on the yield of several crops. Plant Growth Reg., 22(2), 109–114.
- Jarosz Z., Dzida K., 2011. Effect of substratum and nutrient solution upon yielding and chemical composition of leaves and fruits of glasshouse tomato grown in prolonged cycle. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus, 10(3), 247–258.
- Smoleń S., Sady W., 2010. Effect of plant biostimulation with Pentakeep V fertilizer and nitrogen fertilization on the content of macro- and micronutrients in spinach. J. Elementol., 15(2), 343–353.

- Smoleń S., Sady W., Wierzbińska J., 2010. The effect of plant biostimulation with 'Pentakeep V' and nitrogen fertilization on the content of fourteen elements in spinach. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 9(1), 13–24.
- Tanaka T., Iwai K., Watanabe K., Hotta Z., 2005. Development of 5-aminolevulinic acid for agriculture uses. *Regul. Plant Growth Devel.*, 40(1), 22–29.
- Tuzel Y., Tuzel I.H., Ucer F., 2003. Effects of salinity on tomato growing in substrate culture. *Acta Hort.*, 609, 329–335.
- Watanabe K., Tanaka T., Hotta Y., Kuramochi H., Takeuchi I., 2000. Improving salt tolerance of cotton seedlings with 5-aminolevulinic acid. *J. Plant Growth Regul.*, 32, 91–103.
- Yaronskaya E., Vershilowskaya I., Poers Y., Alawady A.E., Averina N., Grimm B., 2006. Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activity in barley seedling. *Planta*, 224, 700–709.
- Youssef T., Awad M.A., 2008. Mechanism of enhancing photosynthetic gas exchange in date palm seedling (*Phoenix dactylifera* L.) under salinity stress by a 5-aminolevulinic acid-based fertilizer. *J. Plant Growth Regul.*, 27, 1–9.

Summary. The experiment with lettuce Omega F₁ cultivars was conducted in a greenhouse in 2011. Plants were grown in pots with a capacity of 2 dm³ filled with peat substrate liming to pH 6.5. The studies examined the effect of increasing doses of Pentakeep® V fertilizer, containing 5-aminolevulinic acid, on the yield and chemical composition of lettuce grown at varying total concentration of ions in the root environment. The studies found a significantly greater mass unit head of lettuce in the objects fertilized to the rhizosphere with Pentakeep® V 12.2–16.7% compared to control plants. The statistical analysis of results showed a significant decrease in the yield of lettuce grown in a substrate with EC 2.90–3.10 mS·cm⁻¹, compared to other objects. The leaves of plants fertilized to the rhizosphere with Pentakeep® V had a tendency to lower accumulation of total nitrogen, potassium, sodium, iron, zinc, and greater of calcium, manganese and copper as compared to plants grown in the control objects.

Key words: 5-aminolevulinic acid, electrical conductivity, yield, chemical composition