

BARTOSZ MARKIEWICZ, TOMASZ KLEIBER

Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

TOLERANCJA SAŁATY (*LACTUCA SATIVA* L.) NA ZASOLENIE CZĘŚĆ II. WZROST, ROZWÓJ, PLONOWANIE I ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH W CZĘŚCIACH NADZIEMNYCH ROŚLIN

Streszczenie. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu stosowania pożywek o wzrastającym zasoleniu (wyrażonym jako EC) na wzrost i rozwój, plonowanie oraz zawartość składników pokarmowych w częściach nadziemnych (główkach i liściach zewnętrznych) sałaty masłowej uprawianej w wełnie mineralnej z zastosowaniem hydroponiki stagnującej. Stwierdzono istotny wpływ zasolenia pożywek na średnią masę wytwarzanych główek sałaty, a także na liczbę liści wytworzonych na roślinach i intensywność zabarwienia blaszek liściowych. Nie stwierdzono z kolei wpływu tego czynnika na zawartość azotu i wapnia w główkach sałaty, w przeciwieństwie do zawartości fosforu, potasu i magnezu. Poziom zasolenia nie różnicował istotnie zawartości azotu w liściach zewnętrznych – wpływał z kolei istotnie na zawartość w nich fosforu, potasu, wapnia i magnezu. Wykazano stosunkowo dużą tolerancję badanych odmian sałaty na zasolenie pożywki w zakresie od 1,60 do 5,10 mS·cm⁻¹. Tolerancja sałaty na zasolenie może mieć znaczenie dla uprawy tego warzywa w systemach hydroponiki stagnującej.

Słowa kluczowe: *Lactuca sativa* L., zasolenie pożywki, tolerancja, wzrost roślin, stan odżywienia, plonowanie

Wstęp

W Polsce w intensywnych uprawach pod osłonami dominują otwarte układy fertygacji, bez recykulacji pożywki (KOMOSA 2002). Wyciek wód drenarskich wprost do gleby powoduje jej skażenie oraz zagrożenie ujęć wód głębinowych. Szansę na poprawę sytuacji stwarza zaprzestanie takiej praktyki i zmiana systemu żywienia roślin. Zainstalowanie systemów recykulacyjnych związane jest jednak ze znacznymi nakładami

finansowymi. Jednakże, wykorzystując mechanizm tolerancji roślin na zasolenie bądź jego indukowanie czy też pozytywny wpływ wzrostu zasolenia na rozwój roślin (MAAS i HOFFMAN 1977, CLARKSON i IN. 2003, ANDRIOLO i IN. 2005 SCUDERI i IN. 2009), można zastosować do intensywnej uprawy sałaty hydroponikę stagnującą, w której taki wzrost zasolenia pożywki w strefie korzeniowej występuje (KLEIBER i MARKIEWICZ 2010).

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu wzrastającego zasolenia pożywki (wyrażonego miarą jej EC) na wzrost roślin, ich plonowanie oraz zawartość składników pokarmowych w częściach nadziemnych (główkach i liściach zewnętrznych), a więc ocena tolerancji sałaty na wzrost zasolenia pożywki, a także ocena możliwości zastosowania hydroponiki stagnującej do uprawy tego gatunku.

Material i metody

Doświadczenia wegetacyjne przeprowadzono w roku 2009 w szklarniach zlokalizowanych na terenie Stacji Doświadczalnej Katedr Wydziału Ogrodniczego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Badano wpływ pożywek o zróżnicowanym składzie chemicznym i zasoleniu: I (pożywka o stężeniu 50%, EC 1,60 mS·cm⁻¹), II (pożywka o stężeniu 100%, EC 2,50 mS·cm⁻¹), III (pożywka o stężeniu 150%, EC 3,50 mS·cm⁻¹), IV (pożywka o stężeniu 200%, EC 5,10 mS·cm⁻¹) na wzrost, rozwój, plonowanie i zawartość składników pokarmowych w częściach nadziemnych sałaty uprawianej w hydroponice stagnującej, w wełnie mineralnej.

Doświadczenie przeprowadzono w pięciu powtórzeniach (po dwie rośliny w każdym powtórzeniu, umieszczone indywidualnie w pojemnikach z PE o objętości 3,45 dm³), z zastosowaniem dwóch odmian sałaty masłowej (*Lactuca sativa* L.): 'ISI 42017' oraz 'Brigitta' (ISI Sementi, Włochy). Wysiew nasion do paluszków z wełny mineralnej wykonano 26 marca, po dwóch tygodniach rozsadę przepikowano do kostek z wełny mineralnej. Rośliny umieszczono w pojemnikach uprawowych 24 kwietnia 2009 roku. Zbiór roślin przeprowadzono 20 maja. Szczegółową metodykę badań podaje wcześniejsza praca autorów (KLEIBER i MARKIEWICZ 2010).

W okresie wegetacji trzykrotnie, z użyciem aparatu Hydro-N, dokonywano odczytów spektrometrycznej intensywności zabarwienia blaszki liściowej (SPAD) – największych liści z poszczególnych roślin w danej kombinacji. W dniu zbioru roślin oznaczono liczbę liści na roślinach w każdej kombinacji, a następnie części nadziemne – po odrzuceniu liści zewnętrznych – ważono, określając plon świeżej masy główek sałaty. Do analiz chemicznych pobierano części nadziemne roślin, oddzielnie liście zewnętrzne oraz główki. Zebrany materiał roślinny suszono w temperaturze 45-50°C, a następnie mielono. Do oznaczenia ogólnych form azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu materiał roślinny zmineralizowano w stężonym kwasie siarkowym (METODY BADAŃ... 1972). Po mineralizacji materiału roślinnego wykonano jego analizy chemiczne następującymi metodami: N ogólny – metodą Kjeldahla na aparacie destylacyjnym Parnasa-Wagnera, P – kolorymetrycznie z molibdenianem amonu, K, Ca, Mg – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA). Wyniki pomiarów biometrycznych oraz analiz chemicznych roślin poddano analizie statystycznej testem Duncana ($\alpha = 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Wpływ pożywek i odmian na parametry biometryczne roślin. Stwierdzono istotny wpływ badanych pożywek na *średnią masę główek* wytwarzanych przez rośliny (tab. 1). Najmniejszą masą charakteryzowały się rośliny, do których podlewania stosowano pożywki I i IV, czyli o najmniejszym i największym EC (plon odpowiednio 195,2 i 188,5 g z jednej rośliny). Największą masę wegetatywną główek wytworzyły rośliny przy EC pożywki równym $2,50 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ (256,0 g z jednej rośliny). JAROSZ i DZIDA (2006) w uprawie tradycyjnej sałaty prowadzonej w torfie uzyskali plon średniej masy główki sałaty zbliżony do uzyskanego w niniejszych badaniach. MAAS i HOFFMAN (1977) wyróżniają dwa etapy wpływu zasolenia na plonowanie roślin. W pierwszym plonowanie roślin nie zmniejsza się, aż do osiągnięcia wartości brzegowej, czyli proggu tolerancji roślin, od którego – wraz ze wzrostem zasolenia – plonowanie roślin zmniejsza się. Zmniejszenie plonowania roślin pod wpływem wzrastającego zasolenia potwierdzają PÉREZ-ALFOCEA i IN. (2002). Autorzy ci zwracają jednakże uwagę na ważny z punktu widzenia ekonomiki aspekt, jakim jest możliwość indukowania (ang. *haloconditioning*) odporności roślin na zasolenie (w pewnym jego zakresie), co ma związek z uwarunkowaniami genetycznymi. PÉREZ-ALFOCEA i IN. (2002) wskazali na użyteczność

Tabela 1. Wpływ pożywki i odmiany na średnią masę główki, liczbę liści w główce i względną zawartość chlorofilu (SPAD)

Table 1. The influence of nutrient solution and variety on the average weight of head, leaves quantity in head and relative chlorophyll content (SPAD)

Odmiana	Pożywki				
	I	II	III	IV	średnia
Średnia masa główki (g)					
'ISI 42017'	172,5 a*	238,1 c*	213,4 bc*	175,4 a*	199,9 a*
'Brigitta'	217,8 bc*	273,9 d*	230,3 c*	201,5 b*	230,9 b*
Średnia**	195,2 a	256,0 c	221,9 b	188,5 a	
Liczba liści w główce					
'ISI 42017'	25,1 cd*	27,3 e*	26,0 de*	23,9 abc*	25,6 b*
'Brigitta'	24,7 cd*	25,1 cd*	23,0 ab*	22,8 a*	23,9 a*
Średnia**	24,9 b	26,2 c	24,5 ab	23,4 a	
Względna zawartość chlorofilu (SPAD)					
'ISI 42017'	23,7 a*	26,1 b*	25,6 b*	30,0 c*	26,3 a*
'Brigitta'	33,3 d*	37,2 e*	35,7 e*	42,8 f*	37,3 b*
Średnia**	28,5 a	31,7 b	30,6 b	36,4 c	

*Wartości średnie w kolumnie oznaczone innymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.

**Wartości średnie w wierszu oznaczone innymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.

tego zabiegu w przypadku sałaty. BELTRÃO i IN. (1997) wykazali istotną relację między zasoleniem a średnią świeżą masą sałaty oraz jej plonowaniem. Tezę tę potwierdzają TESI i IN. (2003), którzy wykazali zmniejszenie produkowania przez rośliny świeżej i suchej masy główek sałaty wraz ze wzrostem zasolenia.

W badaniach własnych wykazano wpływ badanych poziomów nawożenia na liczbę liści wytworzonych na roślinach (tab. 1). Najmniejszą liczbę liści, 23,4 na roślinie, wytworzyła sałata przy najwyższym poziomie zasolenia, a największą, 26,2 na roślinie, przy zastosowaniu pożywki II. Badane poziomy nawożenia istotnie modyfikowały intensywność zabarwienia blaszek liściowych (tab. 1). Największą wartość SPAD (36,4) stwierdzono u roślin rosnących w pożywce o największej zawartości składników pokarmowych (IV), a istotnie mniejszą – u roślin w pożywce o najmniejszej zawartości składników (I). Jak podają LEÓN i IN. (2007), istnieje istotna i pozytywna korelacja (R^2 0,85-0,92) między wartością SPAD a zawartością chlorofilu całkowitego oraz chlorofilu *a* i chlorofilu *b* w sałacie. Można zatem przypuszczać, że w badaniach własnych wzrostowi EC pożywek i odczytów SPAD towarzyszył istotny wzrost zawartości wspomnianych frakcji chlorofilu w liściach sałaty. Również TESI i IN. (2003) wykazali, że wraz ze wzrostem zasolenia istotnie zwiększa się zawartość chlorofilu w liściach (wyrażona w jednostkach SPAD).

W niniejszych badaniach wykazano modyfikujący wpływ odmiany na parametry biometryczne. Istotnie mniejszą masę główki, na wszystkich badanych poziomach nawożenia, wytwarzała odmiana 'ISI 42017', jednocześnie cechowała się ona większą liczbą wytworzonych liści na roślinie oraz mniejszą intensywnością zabarwienia blaszki liściowej niż odmiana 'Brigitta'.

We wcześniejszych badaniach (CLARKSON i IN. 2003, SCUDERI i IN. 2009) wykazano pozytywny wpływ zasolenia pożywki na poziomie EC $3,8 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ na jakość główek sałaty. Z kolei ANDRIOLO i IN. (2005) stwierdzili pozytywny wpływ wzrostu zasolenia pożywki (w zakresie od $0,83$ do $2,81 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) na zawartość suchej masy w liściach sałaty. Wzrost zasolenia pożywki do $3,73$ - $4,72 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ istotnie pogarszał wzrost i rozwój roślin. KARIMAEI i IN. (2004) zbadali wpływ zróżnicowanego zasolenia pożywek, o EC w zakresie od $1,4$ do $2,7 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, na uprawę sałaty. Autorzy ci stwierdzili pogorszenie ogólnego wzrostu roślin (zmniejszenie liczby liści, powierzchni największego liścia, plonu świeżej i suchej masy, a także świeżej i suchej masy liści) w przypadku stosowania pożywki o EC równym $2,7 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Zawartość składników pokarmowych w główkach sałaty. Mimo stosowania pożywek o wzrastającej zawartości azotu w badanych kombinacjach (KLEIBER i MARKIEWICZ 2010) nie stwierdzono ich wpływu na zawartość azotu ogólnego w główkach sałaty (tab. 2). Istotnych różnic nie wykazano także między badanymi odmianami. Wykazano je z kolei w przypadku interakcji pożywka \times odmiana. Stwierdzono modyfikujący wpływ poziomów nawożenia na zawartość fosforu. Istotnie najmniejszą jego zawartością cechowały się rośliny przy stosowaniu pożywki II, a największą – w przypadku pożywki IV. Odmianą o mniejszej zawartości składnika była odmiana 'Brigitta'. Wykazano istotny wpływ stosowanej pożywki na zawartość potasu, którego najmniejszą zawartość oznaczono przy podlewaniu roślin pożywką I, a największą – przy podlewaniu pożywką III (tab. 3). Mimo stosowania pożywek o wzrastającym zasoleniu nie stwierdzono wpływu badanego czynnika na zawartość wapnia. Odmiana również nie różnicowała istotnie zawartości tego składnika. Wykazano istotny wpływ pożywki

Tabela 2. Wpływ pożywki i odmiany na zawartość azotu i fosforu w częściach nadziemnych sałaty (% w s.m.)

Table 2. The influence of nutrient solution and variety on the nitrogen and phosphorus content in aboveground parts of lettuce (% in d.m.)

Część rośliny	Odmiana	Pożywki				
		I	II	III	IV	średnia
Azot						
Główka	'ISI 42017'	2,87 a*	3,47 bc*	3,29 abc*	3,29 abc*	3,23 a*
	'Brigitta'	3,47 bc*	3,22 ab*	3,26 ab*	3,78 c *	3,43 a*
	Średnia**	3,17 a	3,34 a	3,27 a	3,54 a	
Liście zewnętrzne	'ISI 42017'	2,87 bc*	2,80 bc*	2,91 bc*	2,63 ab*	2,80 a*
	'Brigitta'	2,49 a*	2,80 bc*	2,84 bc*	2,98 c*	2,77 a*
	Średnia**	2,68 a	2,80 a	2,87 a	2,80 a	
Fosfor						
Główka	'ISI 42017'	0,86 c*	0,39 ab*	0,39 ab*	0,69 bc*	0,58 a*
	'Brigitta'	0,14 a*	0,34 ab*	0,70 bc*	0,58 bc*	0,44 b*
	Średnia**	0,50 ab	0,37 a	0,54 ab	0,63 b	
Liście zewnętrzne	'ISI 42017'	0,18 b*	0,49 d*	0,39 cd*	0,34 c*	0,35 b*
	'Brigitta'	0,02 a*	0,19 b*	0,36 cd*	0,14 ab*	0,18 a*
	Średnia**	0,10 a	0,34 c	0,38 c	0,24 b	

*Wartości średnie w kolumnie oznaczone innymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.**Wartości średnie w wierszu oznaczone innymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.

na zawartość *magnezu* (tab. 4). Najmniejszą zawartością tego składnika cechowały się rośliny w przypadku stosowania fertygacji pożywką IV, a największą – pożywką II. Podobnie jak w przypadku innych składników odmiana nie wpływała istotnie na zawartość magnezu. Istotne różnice udowodniono dla interakcji między badanymi czynnikami.

Zawartość składników pokarmowych w liściach zewnętrznych sałaty. Nie stwierdzono istotnego wpływu pożywki i odmiany na zawartość *azotu*, którego poziom we wszystkich kombinacjach był zbliżony (tab. 2). Wykazano z kolei istotne zróżnicowanie zawartości *fosforu* w zależności od składu chemicznego pożywki stosowanej do fertygacji roślin. Najmniejsze zawartości potasu oznaczono w liściach zewnętrznych sałaty podlewanej pożywką I, a największe – w przypadku stosowania pożywki III (tab. 3). Poziom zasolenia wpływał istotnie na zawartość *wapnia* i *magnezu*. JAROSZ i DZIDA (2006) w sałacie uprawianej w substracie torfowym oznaczyli wyraźnie większe niż w naszych badaniach – zawartości azotu ogólnego w liściach, przy jednocześnie wyraźnie mniejszych ilościach kationów o charakterze alkalicznym: wapnia i magnezu. Zawartości fosforu i potasu były zbliżone. W doświadczeniach nad wpływem form

Tabela 3. Wpływ pożywki i odmiany na zawartość potasu i wapnia w częściach nadziemnych sałaty (% w s.m.)

Table 3. The influence of nutrient solution and variety on the potassium and calcium content in aboveground parts of lettuce (% in d.m.)

Część rośliny	Odmiana	Pożywki				
		I	II	III	IV	średnia
Potas						
Główka	'ISI 42017'	4,66 a*	8,28 bc*	8,86 c*	8,14 bc*	7,48 a*
	'Brigitta'	4,14 a*	7,49 b*	9,21 c*	8,97 c*	7,45 a*
	Średnia**	4,40 a	7,88 b	9,04 c	8,55 bc	
Liście zewnętrzne	'ISI 42017'	9,28 b*	11,45 d*	12,12 e*	9,27 b*	10,53 a*
	'Brigitta'	7,47 a*	10,56 c*	12,13 e*	11,93 e*	10,52 a*
	Średnia**	8,37 a	11,00 c	12,13 d	10,60 b	
Wapń						
Główka	'ISI 42017'	1,38 a*	1,57 a*	1,62 a*	1,59 a*	1,54 a*
	'Brigitta'	1,41 a*	1,47 a*	1,21 a*	1,25 a*	1,33 a*
	Średnia**	1,39 a	1,52 a	1,41 a	1,42 a	
Liście zewnętrzne	'ISI 42017'	2,37 abc*	2,51 bc*	2,69 cd*	2,17 ab*	2,44 a*
	'Brigitta'	3,06 d*	2,67 cd*	2,07 ab*	1,97 a*	2,44 a*
	Średnia**	2,72 c	2,59 bc	2,38 b	2,07 a	

*Wartości średnie w kolumnie oznaczone innymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.**Wartości średnie w wierszu oznaczone innymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.

żywienia sałaty azotem KRZEBIETKE (2008) wykazał, że średnia zawartość tego składnika w liściach wynosi 2,75%, co jest zawartością mniejszą od oznaczonej w naszych badaniach.

Mimo istotnego wzrostu zasolenia pożywki nie stwierdzono zasychania brzegów liści (ang. *tipburn*) – choroby fizjologicznej związanej m.in. z trudnościami z przemieszczaniem wapnia w roślinie. Według MICHAŁOJC (2000) objawy takie mogą wystąpić w przypadku zmniejszenia zawartości wapnia w liściach do poziomu poniżej 1,0% w s.m. (BRUMM i SCHENK 1993). Przyczyną takich zaburzeń może być również nieproporcjonalnie duży w stosunku do korzeni rozwój części nadziemnych. GÜL i IN. (2007) oznaczyli zawartości makroelementów w liściach sałaty zbliżone do uzyskanych w naszych badaniach, poza magnezem, którego zawartość była wyraźnie mniejsza. Zbliżone wyniki podają również WINSOR i ADAMS (1987).

W naszych badaniach wykazano dość dużą tolerancję sałaty na zasolenie pożywki, w zakresie od 1,60 do 5,10 mS·cm⁻¹. Przez cały okres badań nie zaobserwowano na roślinach symptomów wskazujących na nadmierną zawartość składników (lub ich toksyczność) ani też chorób fizjologicznych, wynikających m.in. z trudności z pobieraniem

Markiewicz B., Kleiber T., 2010. Tolerancja sałaty (*Lactuca sativa* L.) na zasolenie. Część II. Wzrost, rozwój, plonowanie i zawartość składników pokarmowych w częściach nadziemnych roślin. Nauka Przyr. Technol. 4, 4, #47.

Tabela 4. Wpływ pożywki i odmiany na zawartość magnezu w częściach nadziemnych sałaty (% w s.m.)

Table 4. The influence of nutrient solution and variety on the magnesium content in aboveground parts of lettuce (% in d.m.)

Część rośliny	Odmiana	Pożywki				
		I	II	III	IV	średnia
Główka	'ISI 42017'	0,65 ab*	0,68 ab*	0,65 ab*	0,58 a*	0,64 a*
	'Brigitta'	0,70 b*	0,71 b*	0,63 ab*	0,65 ab*	0,67 a*
	Średnia**	0,67 ab	0,69 b	0,64 ab	0,62 a	
Liście zewnętrzne	'ISI 42017'	0,70 a*	0,74 ab*	0,80 c*	0,70 a*	0,73 a*
	'Brigitta'	0,92 d*	0,93 d*	0,79 bc*	0,82 c*	0,86 b*
	Średnia**	0,81 bc	0,83 c	0,79 ab	0,76 a	

*Wartości średnie w kolumnie oznaczone innymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.

**Wartości średnie w wierszu oznaczone innymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.

i przemieszczaniem wapnia (spowodowanych m.in. nadmiernym zasoleniem). Pod względem odporności na zasolenie sałata jest zaliczana do roślin średnio wrażliwych (MAAS i HOFFMAN 1977), aczkolwiek wrażliwość ta jest uzależniona od szeregu czynników, m.in.: wieku roślin, ich właściwości genetycznych, a także warunków doświadczenia (SHANNON i IN. 1983, DE PASCALE i BARBIERI 1995, SHANNON i GRIEVE 1999, ANDRIOLO i IN. 2005). TESI i IN. (2003) podają, że wraz ze wzrostem EC pożywki, na skutek wzrostu potencjału osmotycznego, zredukowane zostaje pobieranie wody i składników pokarmowych przez systemy korzeniowe roślin. Stres osmotyczny wpływa na parametry biometryczne, takie jak: wzrost roślin, kolor liści, relacje między częścią nadziemną a systemami korzeniowymi oraz zaburzenia żywienia roślin (SHANNON i GRIEVE 1999). Zasolenie może jednak wywierać pozytywny wpływ na plonowanie roślin, a także ich odporność.

Wnioski

1. Stwierdzono istotny wpływ badanych pożywek i odmian na średnią masę wytwarzanych główek sałaty, a także liczbę liści wytworzonych na roślinach i intensywność zabarwienia blaszek liściowych.

2. Nie stwierdzono wpływu zasolenia pożywki na zawartość azotu i wapnia w główkach sałaty. Wpływ taki wykazano w przypadku fosforu (największą zawartość oznaczono przy podlewaniu roślin pożywką IV), potasu (zawartość wzrastała wraz ze wzrostem zasolenia pożywki w kombinacjach I-III) i magnezu (zawartość zmniejszała się wraz ze wzrostem zasolenia pożywki w kombinacjach II-IV).

3. Poziom zasolenia nie różnicował istotnie zawartości azotu w liściach zewnętrznych – wpływał z kolei istotnie na zawartość fosforu i potasu (stwierdzono wzrost za-

wartości składników wraz ze wzrostem EC pożywki w kombinacjach I-III), wapnia (zawartość zmniejszała się wraz ze wzrostem zasolenia pożywki w kombinacjach I-IV) i magnezu (zmniejszenie zawartości składnika w kombinacjach II-IV).

4. Wykazano stosunkowo dużą tolerancję badanych odmian sałaty na zasolenie pożywki, w zakresie od 1,60 do 5,10 mS·cm⁻¹. Tolerancja sałaty na zasolenie może mieć znaczenie dla uprawy tego warzywa w systemach hydroponiki stagnującej.

Literatura

- ANDRIOLO J.L., LUZ G.L., WITTER M.H., GODOI R.S., BARROS G.T., BORTOLOTO O.C., 2005. Growth and yield of lettuce plants under salinity. *Hortic. Brasil.* 23, 4: 931-934.
- BELTRÃO J., TRINDADE D., CORREIA P.J., 1997. Lettuce yield response to salinity of sprinkle irrigation water. *Acta Hort.* 449: 623-627.
- BRUMM I., SCHENK M., 1993. Influence of nitrogen supply on the occurrence of calcium deficiency in field grown lettuce. *Acta Hort.* 339: 125-136.
- CLARKSON G.J.J., O'BYRNE E.E., ROTHWELL S.D., TAYLOR G., 2003. Identifying traits to improve postharvest processability in baby leaf salad. *Postharv. Biol. Technol.* 30: 287-298.
- DE PASCALE S., BARBIERI G., 1995. Effect of soil salinity from long-term irrigation with saline-sodic water on yield and quality of winter vegetable crops. *Sci. Hort.* 64: 145-157.
- GÜL A., EROĞUL D., ÖZTAN F., TEPECİK M., 2007. Effect of growing media on plant growth and nutrient status of crisp-head lettuce. *Acta Hort.* 729: 367-371.
- JAROSZ Z., DZIDA K., 2006. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na plonowanie i skład chemiczny sałaty. *Acta Agrophys.* 7, 3: 591-597.
- KARIMAEI M.S., MASSIHA S., MOGADDAM M., 2004. Comparison of two nutrient solution's effect on growth and nutrient levels of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars. *Acta Hort.* 644: 69-76.
- KLEIBER T., MARKIEWICZ B., 2010. Tolerancja sałaty (*Lactuca sativa* L.) na zasolenie. Część I. Zróżnicowanie składu chemicznego pożywek środowiska korzeniowego. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 4, #46.
- KOMOSA A., 2002. Podłoża inertne – postęp czy inercja? W: Materiały z Konferencji: Aktualne trendy w produkcji i stosowaniu podłoży ogrodniczych. Lublin 6-7.06.2002. PTNO, Lublin: 15-33.
- KRZEBIETKE S., 2008. Response of butter lettuce (*Lactuca sativa* L.) to different forms of nitrogen fertilizers with chlorine and sulphates. *J. Elementol.* 13, 4: 581-588.
- LEÓN A., VIÑA S., FREZZA D., CHAVES A., CHIESA A., 2007. Estimation of chlorophyll contents by correlations between SPAD-502 meter and chroma meter in butterhead lettuce. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 38, 19-20: 2877-2885.
- MAAS E.V., HOFFMAN G.J., 1977. Crop salt tolerance – a current assessment. *Irrigat. Drain. Div. Am. Soc. Civ. Eng.* 103: 115-134.
- METODY BADAŃ laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Część II. Badanie materiału roślinnego. 1972. IUNG, Puławy.
- MICHAŁOJĆ Z., 2000. Wpływ nawożenia azotem i potasem oraz terminu uprawy na plonowanie i skład chemiczny sałaty, rzodkiewki oraz szpinaku. *Rozpr. Hab. AR Lubl.* 238.
- PÉREZ-ALFOCEA F., BALIBREA M.E., PARRA M., BOLARÍN M.C., 2002. Increasing salt tolerance in tomato and lettuce by inducing plant adaptation: haloconditioning. *Acta Hort.* 573: 369-375.
- SCUDERI D., GIUFFRIDA F., NOTO G., 2009. Effects of salinity and plant density on quality of lettuce grown in floating system for fresh-cut. *Acta Hort.* 843: 219-225.
- SHANNON M.C., GRIEVE C., 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Sci. Hort.* 78: 5-38.
- SHANNON M.C., MCCREIGHT J.D., DRAPER J.D., 1983. Screening tests for salt tolerance in lettuce. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 108: 225-230.

Markiewicz B., Kleiber T., 2010. Tolerancja sałaty (*Lactuca sativa* L.) na zasolenie. Część II. Wzrost, rozwój, plonowanie i zawartość składników pokarmowych w częściach nadziemnych roślin. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 4, #47.

TESI R., LENZI A., LOMBARDI P., 2003. Effect of salinity and oxygen level on lettuce grown in a floating system. *Acta Hort.* 609: 383-387.

WINSOR G., ADAMS P., 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. *Glasshouse Crops* 3: 119-125.

LETTUCE (*LACTUCA SATIVA* L.) TOLERANCE TO SALINITY PART II. GROWTH, DEVELOPMENT, YIELDING AND NUTRIENT CONTENT IN ABOVEGROUND PARTS OF PLANTS

Summary. The main aim of conducted studies was estimation of applying nutrient solutions effect with increasing salinity level (expressed as EC) on the growth and plants development, yielding and nutrient content in aboveground parts of plants (heads and outer leaves) in case of lettuce grown in rockwool with using hydroponic stagnation. It was found significantly influence of nutrient solution salinity on the average weight of lettuce heads, and also the number of produced leaves on the plants and the intensity of leaves colour. There was no influence of mentioned factor on the content of nitrogen and calcium in lettuce' heads – in contrast to phosphorus, potassium and magnesium. Salinity level did not differentiated significantly content of nitrogen in outer leaves – influence turn over on the content of phosphorus, potassium, calcium and magnesium. It was shown large tolerance of studied lettuce varieties on the solution salinity range from 1.60 to 5.10 mS·cm⁻¹. Lettuce tolerance on the salinity could be important to growing this variety in hydroponic stagnation system.

Key words: *Lactuca sativa* L., salinity, tolerance, plants growth, nutrient status, yielding

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Bartosz Markiewicz, Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Zgorzelecka 4, 60-198 Poznań, Poland, e-mail: bartosz.markiewicz@wp.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

13.05.2010

Do cytowania – For citation:

Markiewicz B., Kleiber T., 2010. Tolerancja sałaty (*Lactuca sativa* L.) na zasolenie. Część II. Wzrost, rozwój, plonowanie i zawartość składników pokarmowych w częściach nadziemnych roślin. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 4, #47.