

PLONOWANIE I SKŁAD CHEMICZNY SAŁATY W ZALEŻNOŚCI OD NAWOŻENIA AZOTOWEGO I WAPNOWANIA

Józef Nurzyński, Katarzyna Dzida, Lidia Nowak

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: kunro@up.lublin.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań nad plonowaniem sałaty, jej składu chemicznego w zależności od dawek saletry amonowej i węgla wapnia. Doświadczenie z sałatą odmiany Omega przeprowadzono w szklarni, w doniczkach dwu litrowych napelnionych torfem przejściowym, zwapnowanym według schematu. Po zakończeniu doświadczenia wykazano w podłożu wysoką zawartość wapnia (1722, 2963, 4445 mg Ca·dm⁻³). W obiektach z wyższą zawartością wapnia stwierdzono wzrost koncentracji azotu mineralnego oraz nieznaczny spadek fosforu i potasu. Wartość EC była wyższa, gdy więcej w podłożu było azotu mineralnego i potasu. Wapń natomiast na tę wartość nie wpływał. Plon sałaty kształtował się przede wszystkim pod wpływem nawożenia azotem. Biorąc pod uwagę plon, zawartość w liściach azotanów, koncentracja azotu mineralnego w podłożu w uprawie sałaty nie powinna być wyższa niż 200 mg N-NH₄+N-NO₃·dm⁻³. Zawartość wapnia w liściach sałaty ulegała niewielkim zmianom, od 0,8 do 1,3% s.m. Liście sałaty były zdrowe, nie wystąpiło zamieranie brzegów liści (tipburn) niezależnie od zawartości wapnia w podłożu oraz liściach.

Słowa kluczowe: sałata, nawożenie azotowe, wapnowanie, skład chemiczny

WSTĘP

Nawozy mineralne stosowane w uprawie roślin dostarczają potrzebnych im składników pokarmowych, ale również oddziałują pośrednio na skład chemiczny gleby, wód gruntowych oraz na zawartość w roślinie innych składników pokarmowych. Sałata zaliczana jest do grupy warzyw o małym zapotrzebowaniu na składniki pokarmowe (Nurzyński 1999), ale jednocześnie jest wrażliwa na koncentrację jonów w glebie, zarówno w okresie kiełkowania, jak też przez cały okres wegetacji (Chiba i Shimizu 2008). Roślina ta reaguje mocno na nawożenie azotem. Wyższe dawki azotu powodują wzrost plonu, wzrost zawartości białka, ale jednocześnie wzrost koncentracji azotanów i azotynów, czyli związków

wpływających istotnie na pogorszenie jakości plonu (Parks i in. 2008). Stąd też badania na ten temat koncentrują się nad wyborem formy azotu w nawozie pod kątem gromadzenia się azotanów i azotynów (Hoque i in. 2008, Kozik 2006, Sady i in. 1995).

Wapnowanie gleby wiąże się ze zmniejszeniem zakwaszenia, poprawą właściwości fizyko-chemicznych oraz dostarczeniem wapnia jako składnika pokarmowego. Po wykonaniu tego zabiegu przyswajalność składników pokarmowych dla roślin ulega istotnym zmianom. Ponadto dostępność wapnia dla sałaty jest większa z uwagi na występowanie fizjologicznej choroby zamierania brzegów liści „tipburn” (Hartz i in. 2007).

Celem przedstawionych badań było porównanie plonowania sałaty, jej składu chemicznego w zależności od dawek saletry amonowej i węgla wapnia.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie z sałatą odmiany Omega przeprowadzono w szklarni w 2007 (19.03.-23.04.) i 2008 (13.03.-24.04.) roku w doniczkach dwulitrowych, napełnionych torfem przejściowym, zwapnowanym według schematu (tab. 1). Doświadczenie założono metodą kompletnej randomizacji w ośmiu powtórzeniach. Powtórzeniem była doniczka z jedną rośliną. Składniki pokarmowe zastosowano w ilościach ($\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ podłoża): N-tab.1; P-0,4; K-0,9; Mg-0,3 oraz ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ podłoża) Fe-8,0; Cu-13,3; Mn-5,1; B-1,6; Mo-3,7; Zn-0,74. Zastosowano: N – saletra amonowa, P – superfosfat 20% P, K – siarczan potasu, Mg – siarczan magnezu jednowodny, Fe – chelat, Cu, Mn, Zn – siarczany, B – kwas borowy, Mo – molibdenian amonu.

Analizy chemiczne wykonano powszechnie stosowanymi metodami. Z uwagi na niewielkie różnice otrzymanych wyników w obu latach, w tabelach przedstawiono wartości średnie z 2007 i 2008 roku.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza zawartości poszczególnych składników pokarmowych w podłożu po zakończeniu doświadczenia wskazuje na interesujące zależności (tab. 1). Zastosowanie CaCO_3 we wzrastających dawkach spowodowało wzrost koncentracji wapnia oraz wartości pH. Szczególnie podkreślić należy zmiany zawartości wapnia (w $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$): 1722, 2963, 4445. Węgiel wapnia słabo rozpuszcza się w wodzie, niemniej jednak w stosunkowo krótkim czasie, około pięciu tygodni (okres wegetacji) wapnia, jako składnika pokarmowego było dużo. Goto i Takakura (2003), Barta i Tibbitts (2000) podkreślają, że dla sałaty jest to ważne, gdyż przy małych ilościach wapnia w podłożu brzegi liści zamierają (tipburn). Przy czym

Hartz i in. (2007) w badaniach z sałatą rzymską wykazali, że nasilenie występowania tipburn zależy przede wszystkim od właściwości i żyzności gleby, natomiast wpływ wapnia na zmniejszenie tej choroby jest mały. Wzrastające ilości wapnia w podłożu miały wpływ na koncentrację azotu mineralnego, fosforu i potasu. Zawartość azotu mineralnego ($N-NH_4 + N-NO_3$) zwiększała się, natomiast w odniesieniu do fosforu i potasu odnotowano nieznaczny spadek. Można przypuszczać, że fosfor uległ częściowemu uwstecznieniu w wyniku powstawania fosforanów trójwapniowych, natomiast spadek zawartości potasu oznaczać może powstanie korzystnych warunków do pobierania jego przez sałatę. Potwierdzają to wyniki zawartości potasu w liściach sałaty (tab. 2). Stężenie soli w podłożu kształtowało się przede wszystkim pod wpływem koncentracji azotu mineralnego oraz potasu. Zastanawia, że wapń, mimo wysokiej zawartości, nie miał wpływu na wartość EC. Wykazane wartości EC znajdują się w przedziale optymalnym. Dodać należy, że sałata jest wrażliwa na wysoką koncentrację jonów w podłożu. Chiba i Shimizu (2008) podkreślają, że ta wrażliwość stwierdzana jest zarówno w okresie kiełkowania nasion, wzrostu rozsady oraz przez cały okres uprawy. Autorzy podają, że wartość EC powinna kształtować się w granicach $1,0-2,0 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Plon sałaty kształtował się na wysokim poziomie (tab.2). Zróżnicowane dawki węgla wapnia nie miały istotnego wpływu na plonowanie, natomiast istotność różnic stwierdzono w odniesieniu do nawożenia azotowego uzyskując najniższy plon po zastosowaniu trzeciej dawki azotu. W podłożu po zakończeniu doświadczeń w tych obiektach zawartość azotu mineralnego wynosiła od 230 do $320 \text{ mg } N-NH_4+N-NO_3\cdot\text{dm}^{-3}$. Interesująco przedstawia się koncentracja poszczególnych składników pokarmowych w liściach sałaty. Zawartość azotu ogółem oraz $N-NO_3$ zmieniała się pod wpływem zróżnicowanych dawek saletry amonowej. Zależność taka jest znana, przy czym zwraca uwagę zawartość azotanów. Po zastosowaniu trzeciej dawki azotu, azotanów było najwięcej. Koncentracja tej formy azotu w częściach nadziemnych roślin zależy nie tylko od zastosowanej dawki azotu. Sady i in. (1995), Kozik (2006) zwracają uwagę na korzystniejszą zredukowaną formę nawozu azotowego.

Nurzyński (1999) wykazał, że rośliny, w tym również sałata, zawierały istotnie mniej azotanów, gdy zastosowano potas w postaci chlorku potasu w porównaniu z siarczanem potasu. Parks i in. (2008) podkreślają, że oprócz wpływu dawek nawozu azotowego, gromadzenie azotanów wiąże się również z intensywnością światła. Wysoka zawartość $N-NO_3$ w częściach nadziemnych roślin nie jest dla nich szkodliwa, natomiast podkreśla się toksyczne oddziaływanie na rośliny $N-NO_2$ oraz $N-NH_4$. Hoque i in. (2008) w doświadczeniach hydroponicznych wykazali, że koncentracja w granicach $5-40 \text{ mg } N-NO_2\cdot\text{dm}^{-3}$ roztworu odżywczego spowodowała obniżenie biomasy sałaty lodowej oraz rzymskiej, w tym toksyczne symptomy wystąpiły bardziej w sałacie lodowej w porównaniu z rzymską.

Tabela 1. Zawartość N, P, K, Ca, Mg oraz wartości pH i EC w podłożu po zakończeniu doświadczeń (średnie z 2007-2008)

Table 1. Concentration of N, P, K, Ca, Mg and pH, EC in substrate after the experiment was finished (means from 2007-2008)

Nawożenie – Treatment (g·dm ⁻³) podłoża – substrate		mg·dm ⁻³ podłoża – substrate							pHH ₂ O	EC mS·cm ⁻¹
N	CaCO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄ +N-NO ₃	P	K	Ca	Mg		
0,3	5,0	21,0	14,2	35,2	144,5	214,3	1731	98,3	6,4	1,2
0,6	5,0	22,0	148,5	170,5	157,0	272,9	1854	121,6	6,1	1,6
0,9	5,0	20,8	205,6	226,4	153,0	350,7	1582	125,1	5,9	2,1
	\bar{x}	21,3	122,7	144,0	151,8	279,3	1722	115,0	5,9-6,4	1,6
0,3	10,0	24,3	47,8	72,1	148,2	208,2	2526	101,5	6,9	1,3
0,6	10,0	29,1	184,5	213,6	145,0	251,5	3105	120,8	6,8	1,8
0,9	10,0	31,5	234,2	265,7	151,8	323,9	3258	127,6	6,7	2,2
	\bar{x}	28,3	155,5	183,8	148,3	261,2	2963	116,6	6,7-6,9	1,8
0,3	15,0	19,5	28,5	48,0	138,6	212,1	4310	109,5	7,2	1,4
0,6	15,0	35,6	186,6	222,2	133,1	243,6	4486	133,7	6,9	1,7
0,9	15,0	37,9	285,8	323,7	139,3	296,5	4539	141,5	6,8	2,3
	\bar{x}	31,0	167,0	198,0	137,0	250,7	4445	128,2	6,8-7,2	1,8

Tabela 2. Plon, zawartość suchej masy oraz składników pokarmowych w sałacie (średn. z 2007-2008)

Table 2. Yield, matter, N, P, K, Ca and Mg content in lettuce (mean from 2007-2008)

Nawożenie Treatment (g·dm ⁻³) podłoża -substrate		Plon g-roślina ⁻¹ Yield g·plant ⁻¹	Sucha masa Dry matter %	s.m. – d.m. %					
N	CaCO ₃			N-og N-Total	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg
0,3	5,0	254,8 b	4,52 a	3,55 a	0,80 b	0,49 b	3,58 ab	0,62 a	0,19 ab
0,6	5,0	262,3 b	5,27 bc	4,23 b	1,28 c	0,50 b	3,42 a	0,83 ab	0,26 c
0,9	5,0	195,2 a	5,26 bc	4,60 b	1,32 c	0,51 b	3,60 ab	0,95 bc	0,24 c
\bar{x}		237,7	5,02	4,13	1,13	0,50	3,53	0,80	0,23
0,3	10,0	257,0 b	4,58 a	3,70 a	0,48 a	0,49 b	4,21 c	0,89 b	0,17 a
0,6	10,0	259,5 b	4,73 ab	4,34 b	1,27 c	0,43 a	4,35 c	1,14 cd	0,24 c
0,9	10,0	196,8 a	5,32 c	4,32 b	1,45 c	0,43 a	4,12 c	1,32 de	0,19 ab
\bar{x}		237,8	4,88	4,12	1,07	0,45	4,23	1,12	0,20
0,3	15,0	241,5 b	4,29 a	3,33 a	0,75 b	0,42 a	4,15 c	1,17 d	0,23 bc
0,6	15,0	243,6 b	4,74 abc	4,19 b	1,42 c	0,45 a	3,95 bc	1,25 d	0,25 c
0,9	15,0	211,3 a	6,24 d	4,44 b	1,44 c	0,44 a	3,98 bc	1,48 e	0,21abc
\bar{x}		232,1	5,09	3,99	1,20	0,44	4,03	1,30	0,23

Średnie w kolumnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$.

Means in each column followed by the same letter are not significantly different, $\alpha = 0.05$.

Zawartość wapnia kształtowała się w zależności od dawki CaCO_3 . Również odnotowano wzrost zawartości tego składnika pokarmowego przy wzrastających dawkach azotu. Otrzymane wartości można określić jako optymalne dla sałaty, nie wystąpiły symptomy zamierania brzegów liści (tipburn). Sałata bowiem jest wrażliwa na niedobór wapnia. W badaniach Barta i Tibbitts (1991) młode liście zostały osłonięte specjalną folią dla obniżenia transpiracji i zmniejszenia transportu wapnia. Po czterech dniach 53% osłoniętych liści wykazało objawy tipburn, a w kontroli tylko 1,0%. W innej pracy (Barta i Tibbitts 2000) autorzy potwierdzili powyższe zależności dodając, że chore liście zawierały więcej magnezu (0,47% s.m.) w porównaniu ze zdrowymi (0,34%). Zależności między zawartością potasu a występowaniem choroby nie stwierdzono.

WNIOSKI

1. Najwyższy plon przy najniższej zawartości azotanów w liściach sałaty uzyskano przy koncentracji azotu mineralnego ($\text{N-NH}_4 + \text{N-NO}_3$) w podłożu oznaczonego po zakończeniu uprawy w granicach $35\text{-}70 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$.
2. Zastosowany węglan wapnia w trzech dawkach powodował wzrost zawartości wapnia oraz azotu mineralnego w podłożu.
3. Wartość EC w podłożu zwiększała się przede wszystkim pod wpływem koncentracji azotu mineralnego i potasu.

PIŚMIENNICTWO

- Barta D.J., Tibbitts T.W., 1986. Effects of artificial enclosure of young lettuce leaves on tipburn incidence and leaf calcium concentration. *Am. Soc. Hortic. Sci.*, 111(3), 413-416.
- Barta D.J., Tibbitts T.W., 1991. Calcium localization in lettuce leaves with and without tipburn: comparison of controlled-environment and field-grown plants. *Am. Soc. Hortic. Sci.*, 116(5), 870-875.
- Barta D.J., Tibbitts T.W., 2000. Calcium localization and tipburn development in lettuce leaves during early enlargement. *Am. Soc. Hortic. Sci.*, 125(3), 294-298.
- Chiba S., Shimizu H., 2008. Effects of conditions at germination and nursery stages on fresh weight of plantlet and leaf weight at harvest in *Lactuca sativa* L. *Environment Control in Biology*, 46(2), 115-121.
- Goto E., Takakura T., 2003. Reduction of lettuce tipburn by shortening day/night cycle. *J. Agric. Meteorol.*, 59(3), 219-225.
- Hartz T.K., Johnstone P.R., Smith R.F., Cahn M.D., 2007. Soil calcium status unrelated to tipburn of romaine lettuce. *Hort Science*, 42(7), 1681-1684.
- Hoque M.M., Ajwa H.A., Smith R., 2008. Nitrite and ammonium toxicity on lettuce grown under hydroponics. *Soil Science and Plant Analysis*, 39 (1/2), 207-216.
- Kozik E., 2006. Wpływ terminu zbioru oraz nawożenia azotem i potasem na zawartość azotanów w sałacie uprawianej w szklarni. *Acta Agrophysica*, 7(3), 633-642.
- Nurzyński J., 1999. Nawożenie a skład chemiczny warzyw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 466, 31-40.

- Parks S.E., Huett D.O., Campbell L.C., Spohr L.J., 2008. Nitrate and nitrite in Australian leafy vegetables. *Journal of Agricultural Research*, 59 (7), 632-638.
- Sady W., Rożek S., Myczkowski J., 1995. Effect of different forms of nitrogen on the quality of lettuce yield. *Acta Hort.*, 401, 409-416.

YIELDING AND CHEMICAL COMPOSITION OF LETTUCE IN DEPENDENCE ON NITROGEN FERTILISATION AND LIMING

Józef Nurzyński, Katarzyna Dzida, Lidia Nowak

Department of Cultivation and Fertilization of Horticultural Plants, University of Life Sciences
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: kunro@up.lublin.pl

Abstract. The paper presents the results of the research on lettuce yielding and its chemical composition as dependent on ammonium nitrate and calcium carbonate doses. The experiment with lettuce cv. Omega was carried out in a greenhouse, in 2 litre pots, filled with transition peat, with liming in accordance with the experimental design. After the completion of the experiment, the substrate indicated a high content of calcium (1722, 2963, 4445 mg Ca dm⁻³). In objects with higher content of calcium an increase was observed in mineral nitrogen concentration, and a decrease of phosphorus and potassium. EC value was higher when the substrate had a higher content of mineral nitrogen and potassium. On the other hand, calcium did not influence that value. Yield of lettuce was formed first of all under the influence of nitrogen fertilisation. Taking into account the yield and nitrogen content in leaves, mineral nitrogen concentration in substrate in lettuce cultivation should not be higher than 180-200 mg N-NH₄+N-NO₃ dm⁻³. Content of calcium in lettuce leaves underwent slight changes, from 0.8 to 1.3% d.m. Lettuce leaves were healthy and no tipburn was noted, irrespective of the content in substrate and leaves.

Key words: lettuce, nitrogen fertilisation, liming, chemical composition