

## WPŁYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTOWO-POTASOWEGO NA PLONOWANIE I SKŁAD CHEMICZNY SAŁATY

*Zbigniew Jarosz, Katarzyna Dzida*

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Akademia Rolnicza  
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin,  
e-mail: kunro@agros.lublin.pl

**Streszczenie.** Badano wpływ trzech dawek azotu (0,25; 0,50; 0,75 g·dm<sup>-3</sup> podłoża) oraz rodzaju nawozu potasowego (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl, KNO<sub>3</sub>) na plonowanie i skład chemiczny sałaty (*Lactuca sativa* var. *capitata*) odmiany Omega F<sub>1</sub> uprawianej w szklarni. Stwierdzono istotny wzrost plonu sałaty po zastosowaniu azotu w ilości 0,50 oraz 0,75 g·dm<sup>-3</sup> w porównaniu do dawki 0,25 g·dm<sup>-3</sup>. Rodzaj nawozu potasowego nie wpływał istotnie na masę główek sałaty. Przy zwiększaniu dawek azotu stwierdzono istotny wzrost zawartości azotanów w świeżym materiale, suchej masy, azotu ogółem oraz spadek zawartości potasu w liściach roślin. Liście sałaty nawożonej KCl zawierały istotnie mniej azotanów w porównaniu do stosowania K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oraz KNO<sub>3</sub>.

**Słowa kluczowe:** dawka azotu, rodzaj nawozu potasowego, plon, skład chemiczny, zawartość azotanów

### WSTĘP

Azot jest uznawany za kluczowy pierwiastek decydujący o plonowaniu roślin warzywnych [13]. Dążenie do maksymalizacji plonu poprzez zwiększanie nawożenia azotem wiąże się jednak z ryzykiem istotnego pogorszenia jego jakości, głównie z powodu nadmiernej kumulacji azotanów. Problem ten dotyczy szczególnie warzyw liściowych, które są wyjątkowo podatne na gromadzenie w częściach użytkowych mineralnych form azotu [5,7]. W nawożeniu roślin należy zatem poszukiwać kompromisu pozwalającego uzyskać maksymalny plon przy jednocześnie niskiej zawartości azotanów. Zdaniem Burnsa [4] tylko takie rozwiązanie może być zaakceptowane przez towarowych producentów warzyw oraz konsumentów. Istotną rolę w odżywianiu roślin uprawianych pod osłonami odgrywa rodzaj stosowanego nawozu potasowego. Dostarczanie roślinom potasu

w postaci soli siarczanowej, chlorkowej lub saletrzanej, ze względu na zdecydowanie odmienne funkcje fizjologiczne anionów towarzyszących temu składnikowi, ma istotny wpływ na skład chemiczny roślin uprawnych [2,10].

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu dawek azotu (0,25; 0,50; 0,75 g·dm<sup>-3</sup> podłoża) oraz rodzaju nawozu potasowego (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl, KNO<sub>3</sub>) na plonowanie i skład chemiczny sałaty (*Lactuca sativa* var. *capitata*) odmiany Omega F<sub>1</sub> uprawianej w szklarni.

#### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie z sałatą (*Lactuca sativa* var. *capitata*) odmiany Omega F<sub>1</sub> przeprowadzono w szklarni wiosną (IV-V) w latach 2004-2005. Rośliny uprawiano w doniczkach o pojemności 2 dm<sup>3</sup> napełnionych torfem przejściowym zwapnowanym do pH 6,5. Doświadczenie założono w układzie dwuczynnikowym w ośmiu powtórzeniach. Powtórzenie stanowiła doniczka z jedną rośliną. Nasiona sałaty wysiewano do podłoża torfowego w drugiej dekadzie marca. Do doniczek wysadzano rośliny w fazie czterech liści właściwych. W badaniach zastosowano wzrastające dawki azotu - 0,25; 0,50; 0,75 g·dm<sup>-3</sup> podłoża w postaci saletry amonowej oraz dostarczono potas w postaci K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl lub KNO<sub>3</sub>. Dawka potasu, podobnie jak fosforu i magnezu była jednakowa dla wszystkich roślin i wynosiła (g·dm<sup>-3</sup>): 0,3 P, 0,9 K, 0,3 Mg. Mikroelementy w ilości (mg·dm<sup>-3</sup>): 10,0 Fe, 2,0 B, 1,3 Cu, 4,0 Mo, 3,6 Mn, 8,0 Zn oraz fosfor dostarczono do podłoża jednorazowo przed wysadzeniem roślin. Azot, potas i magnez podzielono na części stosując przed wysadzeniem ¼, a pozostałą ilość wnosząc w trzech nawożeniach pogłównych.

Rośliny zebrano po osiągnięciu dojrzałości zbiorczej określając masę jednostkową główek. W świeżym materiale oznaczono zawartość azotanów aparatem RQ-Fleks (Merc). Po wysuszeniu główek sałaty (105°C) oznaczono procentową zawartość suchej masy (wagowo) oraz zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla. Pozostałe składniki oznaczono po spaleniu materiału roślinnego w piecu (temp. 550°C): fosfor kolorymetrycznie z wanadomolibdenianem amonu, potas, wapń i magnez metodą ASA (Perkin-Elmer Analyst300).

Opracowanie statystyczne wyników przeprowadzono metodą analizy wariancji na wartościach średnich, stosując do oceny różnic test Tukey'a, przy poziomie istotności  $\alpha$  0,05. Prezentowane wyniki są średnimi z dwu lat badań.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza statystyczna wyników uzyskanych w przeprowadzonych badaniach wykazała istotny wzrost masy główek sałaty nawożonej wyższymi dawkami azotu, w porównaniu do dawki  $0,25 \text{ g N}\cdot\text{dm}^{-3}$  (tab. 1). Jest to zgodne z wynikami licznych badań, w których wzrost dawki nawozu azotowego powodował wzrost biomasy roślin [3,8]. Brak różnicy w plonie sałaty nawożonej azotem w ilości  $0,50 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$  oraz  $0,75 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$  należy tłumaczyć luksusowym zaopatrzeniem w ten składnik roślin uprawianych przy obu dawkach azotu. Nie stwierdzono natomiast różnic w plonowaniu roślin w zależności od rodzaju użytego nawozu potasowego. Wyniki te są zgodne z wcześniejszymi badaniami przeprowadzonymi w uprawie sałaty [8] oraz innych warzyw, w których rodzaj stosowanego nawozu potasowego nie wpływał na ich plonowanie [1,12].

**Tabela 1.** Wpływ dawek azotu oraz rodzaju nawozu potasowego na plon ( $\text{g}\cdot\text{roślina}^{-1}$ ), zawartość suchej masy (%) oraz azotanów ( $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg św. m.}$ ) w sałacie

**Table 1.** Effect of nitrogen doses and type of potassium fertilizer on the yield ( $\text{g}\cdot\text{plant}^{-1}$ ), dry matter (%) and nitrates ( $\text{mg NO}_3^- \text{ kg f. w.}$ ) content in lettuce

Nawóz potasowy Potassium fertilizer	Plon Yield				Zawartość suchej masy Dry matter content				Zawartość azotanów Nitrates content			
	Dawka azotu – Nitrogen dose											
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	$\bar{x}$	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	$\bar{x}$	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	$\bar{x}$
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	194,2	206,9	202,8	201,3	5,46	5,80	6,22	5,83	4000	4925	5675	4867
KCl	160,2	213,4	228,7	200,7	5,34	6,37	7,57	6,43	2675	3400	4075	3383
KNO <sub>3</sub>	175,9	215,5	203,2	198,2	6,08	5,91	6,99	6,33	3125	3950	5100	4050
$\bar{x}$	176,8	211,9	211,6		5,62	6,02	6,93		3267	4092	4950	
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub> :												
dawka N, N dose	16,3				0,38				435			
nawóz K, K fertilizer	r.n. n.s.				0,46				227			

Zdaniem Gonnella i in.[6] istotnym parametrem wartości handlowej warzyw przeznaczonych bezpośrednio do spożycia jest zawartość suchej masy, która decyduje o ich trwałości. Według tych autorów najlepsze cechy posiadają rośliny zawierające powyżej 7% suchej masy. Przeprowadzone badania wykazały istotny wzrost zawartości suchej masy w roślinach wraz ze zwiększaniem dawek nawozu azotowego (odpowiednio 5,62; 6,02 oraz 6,93%). Niezależnie od dawki azotu

stwierdzono istotny spadek zawartości suchej masy w roślinach nawożonych siarczanem potasu w porównaniu do pozostałych soli potasowych.

Interesująco przedstawia się statystycznie potwierdzony wpływ badanych czynników na zawartość azotanów w świeżym materiale. Wraz ze wzrostem dawki azotu stwierdzono istotny wzrost zawartości azotanów w liściach sałaty, co jest zgodne z doniesieniami innych autorów [8,14]. Zdaniem Rożka [14] dawka azotu jest jednym z podstawowych czynników decydujących o zawartości azotanów w warzywach. Najmniej azotanów w świeżym materiale zawierały rośliny nawożone chlorkiem potasu. Zmniejszenie zawartości azotanów w roślinach nawożonych KCl w porównaniu do innych soli potasowych udokumentowano również w innych badaniach [8,11,12]. Warto podkreślić, iż przy nawożeniu roślin KCl przekroczenie dopuszczalnej normy azotanów w sałacie, ustalonej dla tego warzywa na poziomie  $3500 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg św.m.}$  [9], stwierdzono dopiero po zastosowaniu  $0,75 \text{ g N} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Przy stosowaniu  $\text{K}_2\text{SO}_4$  zawartość azotanów w roślinach była wyższa od granicznej normy już przy dawce azotu  $0,25 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  ( $4000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg św.m.}$ ) a w nawożeniu  $\text{KNO}_3$  przy  $0,50 \text{ g N} \cdot \text{dm}^{-3}$  ( $3950 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg św.m.}$ ).

Zawartość azotu ogółem w liściach sałaty istotnie wzrastała pod wpływem wzrastającego nawożenia tym składnikiem (tab. 2), co jest zgodne z wynikami wcześniejszych badań [8]. W ocenie niezależnej od nawożenia azotowego istotnie mniej azotu ogółem w suchej masie liści stwierdzono przy stosowaniu  $\text{KNO}_3$ , w porównaniu do pozostałych soli potasowych.

Zawartość potasu w liściach sałaty istotnie malała przy wzrastającym nawożeniu azotem. Analiza statystyczna wyników uzyskanych w przeprowadzonych badaniach nie wykazała wpływu rodzaju stosowanej soli potasowej na zawartość potasu w liściach sałaty.

Na uwagę zasługuje również istotny wpływ badanych czynników na zawartość wapnia w liściach, którego niedobór może powodować zaburzenia fizjologiczne objawiające się brunatnieniem i zasychaniem ich brzegów. W badaniach Michałojć [8] objawy takie pojawiły się na roślinach zawierających poniżej 1% Ca w s.m. W prezentowanych badaniach nie stwierdzono zamierania brzegów liści, chociaż w jednym z badanych obiektów zawartość wapnia w roślinach wynosiła 0,90% s.m. Zdaniem Brumm i Schenk [3] przyczyna tych zaburzeń tkwi również w innych czynnikach, takich jak tempo rozwoju wegetatywnego czy stosunek korzeni do części nadziemnej rośliny.

W badaniach nie stwierdzono istotnego zróżnicowania zawartości fosforu oraz magnezu w liściach sałaty w zależności od badanych czynników.

**Tabela 2.** Wpływ dawek azotu oraz rodzaju nawozu potasowego na skład chemiczny liści sałaty  
**Table 2.** Effect of nitrogen doses and type of potassium fertilizer on the chemical composition of lettuce leaves

Nawóz potasowy Potassium fertilizer	Zawartość składników (% s.m.) – Nutrients content (% d.m.)																			
	N-ogółem, total N				P				K				Ca				Mg			
	Dawka azotu – Nitrogen dose																			
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	$\bar{x}$	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	$\bar{x}$	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	$\bar{x}$	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	$\bar{x}$	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	$\bar{x}$
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,08	5,57	5,97	5,54	0,40	0,45	0,43	0,43	7,41	6,97	6,68	7,02	1,04	1,12	1,17	1,11	0,33	0,34	0,35	0,34
KCl	5,12	5,56	5,77	5,49	0,41	0,41	0,39	0,41	7,99	6,88	6,54	7,11	1,04	1,10	1,39	1,18	0,35	0,36	0,40	0,37
KNO <sub>3</sub>	4,69	5,32	5,77	5,26	0,34	0,42	0,37	0,38	7,71	7,67	6,55	7,31	0,90	1,18	1,06	1,05	0,31	0,42	0,43	0,39
$\bar{x}$	4,97	5,49	5,84		0,38	0,43	0,40		7,70	7,17	6,54		1,00	1,14	1,21		0,33	0,37	0,39	
NIR <sub>0,05</sub> , LSD <sub>0,05</sub> :																				
dawka N, N dose			0,32				r.n., n.s.				0,45				0,13					r.n., n.s.
nawóz K, K fertilizer			0,17				r.n., n.s.				r.n., n.s.				0,12					r.n., n.s.

## WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wzrost plonu sałaty po zastosowaniu azotu w ilości 0,50 oraz 0,75 g·dm<sup>-3</sup> w porównaniu do dawki 0,25 g·dm<sup>-3</sup> podłoża.
2. Rodzaj nawozu potasowego nie wpływał istotnie na masę główek sałaty.
3. Przy zwiększaniu dawek azotu stwierdzono istotny wzrost zawartości azotanów w świeżym materiale, suchej masy, azotu ogółem oraz spadek zawartości potasu w liściach roślin.
4. Liście sałaty nawożonej KCl zawierały mniej azotanów w porównaniu do stosowania K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oraz KNO<sub>3</sub>.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Borowski E., Blamowski Z., Nurzyński J.:** Wpływ formy nawozu potasowego i typu podłoża na wymianę gazową i plonowanie pomidorów szklarniowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 461, 163-169, 1998.
2. **Borowski E., Nurzyński J., Michałojć Z.:** Reaction of glasshouse tomato to potassium chloride or sulphate fertilization on various substrates. Annales UMCS, Lublin, Sectio EEE, VIII, 1-9, 2000.
3. **Brumm I., Schenk M.:** Influence of nitrogen supply on the occurrence of calcium deficiency in field grown lettuce. Acta Hort., 339, 125-136, 1993.
4. **Burns I.G.:** Nitrogen supply, growth and development. Acta Hort., 428, 2-30, 1996.
5. **Durman P., Custic M.:** Effect of nitrogen fertilization on yield and nitrate content of greenhouse lettuce. Agronomski Glasnik 52, 6, 361-368, 1990.
6. **Gonella M., Serio F., Conversa G., Santamaria P.:** Production and nitrate content in lamb's lettuce grown in floating system. Acta Hort., 644, 61-67, 2004.
7. **Karimaei M.S., Massiha S., Mogaddam M.:** Comparison of two nutrient solutions effect on growth and nutrient levels of lettuce (*Lactuca sativa*L.) cultivars. Acta Hort., 644, 69-74, 2004.
8. **Michałojć Z.:** Wpływ nawożenia azotem i potasem oraz terminu uprawy na plonowanie i skład chemiczny sałaty, rzodkiewki oraz szpinaku. Rozpr. Hab., Wyd. Akad. Rol., Lublin, 2000.
9. Najwyższe dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń azotanami i azotynami żywności i składników żywności. Dz. U., 37, poz. 326, 2003.
10. **Nurzyński J.:** Zawartość składników mineralnych w roślinach w zależności od nawożenia potasowego. V Konf. Katedr Uprawy Roli i Nawożenia Roś. Ogr., Poznań, 12-16, 1994.
11. **Nurzyński J., Michałojć Z.:** Plonowanie pomidora uprawianego na welnie mineralnej w zależności od nawożenia potasowego. Zesz. Nauk. Akad. Roln. w Krakowie, 333, 235-239, 1998.
12. **Nurzyński J., Michałojć Z., Nowak L.:** Wpływ nawożenia potasowego na plon i skład chemiczny papryki. Zesz. Nauk. Akad. Rol.-Techn. w Bydgoszczy, 234, 99-103, 2001.
13. **Paterson C.D., Rahn C.R.:** The nitrogen contribution of lettuce crop residues in intensive vegetable rotations. Acta Hort., 428, 105-114, 1996.
14. **Rożek S.:** Czynniki wpływające na akumulacje azotanów w plonie warzyw. Zesz. Nauk. Akad. Roln., w Krakowie, 364, 19-31, 2000.

---

**EFFECT OF DIFFERENT NITROGEN-POTASSIUM FERTILIZATION  
ON THE YIELDING AND CHEMICAL COMPOSITION OF LETTUCE***Zbigniew Jarosz, Katarzyna Dzida*

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

**Abstract.** In the experiment with lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*) cv. Omega F<sub>1</sub> grown in greenhouse, the effect of three nitrogen doses (0.25; 0.50; 0.75 g dm<sup>-3</sup>) and different types of potassium fertilizer (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl, KNO<sub>3</sub>) on the yield and chemical composition of leaves was investigated. Higher yield of lettuce was observed with nitrogen fertilization at 0.50 and 0.75 g dm<sup>-3</sup>, compare to 0.25 g N dm<sup>-3</sup>. Type of potassium fertilizer had no effect on the yield of lettuce. Increase of nitrogen doses caused higher content of nitrates in fresh weight, dry matter, total nitrogen and decreased potassium in leaves of lettuce. Lowest nitrate content in the fresh weight of lettuce was recorded in the case of KCl fertilization, compared to plants fertilized with K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and KNO<sub>3</sub>.

**Keywords:** nitrogen dose, type of potassium fertilizer, yield, chemical composition, nitrate content