

WPLYW NAWOŻENIA I BENZYLOADENINY NA JAKOŚĆ LIŚCI SAŁATY ŚWIEŻEJ I PRZECHOWYWANEJ W TEMPERATURZE 5°C

W. Michalek, I. Rukasz

Katedra Fizjologii Roślin, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: michalek@agros.ar.lublin.pl

S t r e s z c z e n i e. Nawożenie doglebowe wpływało korzystniej na jakość sałaty w porównaniu z nawożeniem stosowanym dolistnie. W sałacie nawożonej dolistnie stwierdzono bowiem zdecydowanie większą zawartość azotanów oraz około 5-krotnie więcej azotynów i 7-krotnie więcej fenoli w porównaniu do zawartości tych składników w roślinach nawożonych doglebowo.

Po sześciu dniach przechowywania, w zawartości azotanów zaobserwowano tendencję spadkową, przy czym zdecydowanie więcej było ich w sałacie nawożonej dolistnie. Zawartość azotynów zwiększała się w przechowywanej sałacie żywionej doglebowo. Natomiast w liściach sałaty nawożonej dolistnie nie stwierdzono po przechowaniu obecności NO₂. Zawartość fenoli zmniejszała się w liściach sałaty nawożonej doglebowo zwłaszcza opryskanej benzyloadeniną, zaś zwiększała się po zastosowaniu nawożenia dolistnego.

S ł o w a k l u c z o w e: sałata, nawożenie, benzyloadenina, jakość

WSTĘP

Jakość warzyw jest pojęciem złożonym. Charakteryzują ją liczne wskaźniki, takie jak: zawartość makro- i mikroelementów, witamin, węglowodanów, regulatorów wzrostu oraz metabolitów wtórnych. Składniki te w biomasie warzyw układają się bardzo różnie. Wpływa na to wiele czynników, spośród których właściwe nawożenie wymienia się jako czynnik bardzo ważny. Celem nawożenia jest przede wszystkim dostarczanie roślinom składników pokarmowych w ilościach niezbędnych do uzyskania jak największego i o odpowiedniej jakości plonu. Jak się okazuje, przy tradycyjnym sposobie stosowania nawozów, duża część składników jest wymywana z warstwy uprawnej gleby i nie jest wykorzystywana przez rośliny uprawne. Dlatego też poszukuje się skuteczniejszych

sposobów nawożenia. Dużym postępowaniem w tym kierunku jest stosowanie dolistnego nawożenia roślin, zwłaszcza w postaci nawozów dolistno-ochronnych [14]. Nawożenie dolistne ma coraz większe znaczenie praktyczne, które wynika najczęściej z występującego antagonizmu pomiędzy poszczególnymi składnikami mineralnymi [3,8]. Odpowiednie zatem nawożenie jest zabiegiem warunkującym uzyskiwanie wysokich plonów nie tylko pod względem ilościowym, ale i jakościowym. Spośród warzyw liściowych, salata należy do najbardziej wrażliwych na czynniki zewnętrzne, takie jak: temperatura, skład atmosfery, światło oraz uszkodzenia mechaniczne. Ponadto przemiany metaboliczne, zachodzące w tkankach liści podczas zbioru, transportu i przechowywania, prowadzą do pogorszenia jakości plonu [4]. Poza powszechnie znanymi objawami wizualnymi, takimi jak: więdnienie, żółknięcie czy brązowienie liści, mają miejsce gwałtowne przemiany składników wtórnych. Wśród nich przemiany związków fenolowych mają istotne znaczenie i mogą służyć jako wskaźnik starzenia się roślin [7,9,10]. Substancjami opóźniającymi starzenie się roślin są cytokininy [15]. Z cytokinin syntetycznych najczęściej stosowana jest benzyloadenina, substancja o wysokiej aktywności biologicznej [2].

Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki, w latach 1994-1996 przeprowadzono doświadczenia metodą kultur wazonowych z salata odmiany Alka. Głównym celem niniejszych badań było określenie reakcji salaty na podstawowe nawożenie stosowane doglebowo lub dolistnie oraz wpływu benzyloadeniny na zawartość azotanów, azotynów i fenoli w liściach salaty przechowywanej w temperaturze 5°C.

MATERIAL I METODY

Salatę odmiany Alka uprawiano w wazonach napelnionych mieszaniną ziemi ogrodniczej z dodatkiem piasku (5:1) w warunkach fitotronu przez 6 tygodni, przy świetle o natężeniu $25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ i długości dnia 12 godzin, temperaturze w dzień 20°C, a w nocy 17°C. W żywieniu roślin zastosowano pożywkę mineralną o składzie w mM: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - 3,74$; $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - 1,61$; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - 2,14$; $\text{MgSO}_4 - 2,09$; $\text{KCl} - 6,36$; $\text{CaCO}_3 - 2,50$.

Ponadto pożywka podana do każdego wazonu zawierała po 2 cm^3 roztworu A-Z i 1% roztworu cytrynianu żelaza. Rośliny były żywione doglebowo lub dolistnie. W obu przypadkach pożywkę podano w trzech porcjach w czasie wegetacji roślin. Doświadczenie obejmowało 48 wazonów podzielonych na trzy serie doświadczalne. Każda seria liczyła po 16 wazonów, przy czym w 8 stosowano nawożenie doglebowe i w 8 dolistne w postaci oprysku. Rośliny z pierwszej serii

doświadczalnej opryskano w dniu zbioru benzyloadeniną (BA) o stężeniu $7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Pozostałe dwie serie doświadczalne stanowiły kontrolę. Liście salaty jednej z serii kontrolnych (K_1) poddano analizie w dniu zbioru, liście zaś drugiej serii kontrolnej (K_2) wraz z główkami salaty traktowanymi BA przechowywano przez 6 dni w ciemności, w temperaturze 5°C . W liściach świeżych i przechowywanych oznaczono zawartość azotanów metodą Cataldo i in. [5], azotynów metodą opisaną przez Lemieszek-Chodorowską [11] oraz fenoli metodą podaną przez Swaina i Hillisa [17]. Wyniki uzyskane z analiz poddano analizie statystycznej. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic obliczono półprzedziały ufności Tukey'a, przy 5% poziomie istotności.

WYNIKI I DYSKUSJA

W salacie nawożonej dolistnie stwierdzono większą zawartość azotanów oraz około 5-krotnie większą azotynów i 7-krotnie większą fenoli w porównaniu do zawartości tych składników w roślinach nawożonych doglebowo (Tabela 1 i 2).

W czasie przechowywania zawartość azotynów zwiększała się w liściach salaty nawożonej doglebowo, zaś w salacie nawożonej dolistnie nie stwierdzono po przechowaniu obecności NO_2 . Analizując zawartość azotanów po przechowaniu salaty zaobserwowano tendencję spadkową w porównaniu do prób świeżych niezależnie od sposobu nawożenia, co potwierdzałyby wyniki badań uzyskane przez Bilczuka i Gołacką [1] oraz Poulsena i in. [16].

Zawartość fenoli zmniejszała się w miarę upływu czasu w salacie nawożonej doglebowo, zaś zwiększała się znacznie w przechowywanej salacie nawożonej dolistnie. Zwiększenie akumulacji związków fenolowych w przechowywanej salacie obserwowali także w swoich badaniach Ke i Saltveit [7], Hamza i in. [6] oraz Leja i in. [9, 10].

Tabela 1. Wpływ nawożenia stosowanego doglebowo na zawartość azotanów, azotynów i fenoli w liściach salaty

Table 1. Effect to soil applied fertilization on nitrates, nitrites and total phenolic content

Kombinacja doświadczalna	NO_3 $\text{mg} \cdot \text{kg} \text{ św. m.}^{-1}$	NO_2 $\text{mg} \cdot \text{kg} \text{ św. m.}^{-1}$	Fenole $\text{mg} \cdot 100 \text{ g} \text{ św. m.}^{-1}$
K_1 – liście świeże	1590,0	1,17	73,7
K_2 – liście po przechowaniu w 5°C	1408,0	1,21	62,9
BA – liście opryskane BA po przechowaniu w 5°C	1562,0	1,42	61,6
$\text{NIR}_{0,05}$	n.i.	0,16	8,64

T a b e l a 2. Wpływ nawożenia stosowanego dolistnie na zawartość azotanów, azotynów i fenoli w liściach sałaty

T a b l e 2. Effect of foliar applied fertilization on nitrates, nitrites and total phenolic content

Kombinacja doświadczalna	NO ₃	NO ₂	Fenole
	mg·kg ⁻¹ św.m. ⁻¹		mg·100 g ⁻¹ św.m. ⁻¹
K ₁ – liście świeże	2467,5	6,75	464,6
K ₂ – liście po przechowaniu w 5°C	2448,7	0,00	709,4
BA – liście opryskane BA po przechowaniu w 5°C	2119,7	0,00	607,3
NIR _{0,05}	15,6	n.i.	87,5

Benzyloadenina zastosowana do oprysku roślin w dniu zbioru wpływała na zmniejszenie zawartości azotanów, zwłaszcza w sałacie nawożonej dolistnie. Analizując zawartość azotynów w biomacie sałaty traktowanej BA i nawożonej doglebowo zaobserwowano wyraźny ich wzrost po przechowaniu. W swoich badaniach Myczkowski i in. [13] stosując GA₃ i kinetynę obserwowali spadek zawartości związków azotowych w liściach sałaty.

Stwierdzono ponadto, że BA w sałacie nawożonej dolistnie wpływała na zmniejszenie się zawartości fenoli w porównaniu z próbą kontrolną po przechowaniu. Podobne zmiany w zawartości fenoli w przechowywanej sałacie pod wpływem regulatorów wzrostu, obserwowano w doświadczeniach z inną odmianą [12], co byłoby potwierdzeniem uzyskanych zależności. Trudno wyniki te porównywać z wynikami innych autorów, ze względu na brak danych w literaturze, dotyczących wpływu cytokinin na zawartość fenoli w przechowywanej sałacie. Były natomiast próby stosowania auksyn podjęte przez Ke i Saltveita [7], którzy traktowali sałatę przed przechowaniem roztworem IAA i stwierdzili, że zabieg ten nie wpływał na zmianę zawartości fenoli, ani nie zmniejszał brązowienia liści.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że sposób nawożenia wpływał na jakość liści sałaty, o czym świadczy zawartość znajdujących się w nich azotanów, azotynów i fenoli. Benzyloadenina wpływała również na jakość przechowywanej sałaty, ale zawsze w zależności od sposobu nawożenia roślin. Stwierdzono bowiem, iż stosując nawożenie doglebowe, po oprysku sałaty BA obserwowano tendencję wzrostową w zawartości azotanów i azotynów. Z kolei przy nawożeniu dolistnym, pod działaniem benzyloadeniny nastąpiło obniżenie poziomu związków azotowych podczas przechowywania.

Zawartość fenoli natomiast przy zastosowaniu nawożenia doglebowego uległa pod wpływem BA obniżeniu, zaś przy nawożeniu dolistnym podobna tendencja wystąpiła tylko w odniesieniu do próby kontrolnej po przechowaniu w 5°C.

WNIOSKI

1. Nawożenie doglebowe wpływało korzystniej na jakość salaty w porównaniu z nawożeniem stosowanym dolistnie. W sałacie nawożonej dolistnie stwierdzono bowiem zdecydowanie większą zawartość azotanów oraz około 5-krotnie więcej azotynów i 7-krotnie więcej fenoli w porównaniu do zawartości tych składników w roślinach nawożonych doglebowo.

2. Niezależnie od sposobu nawożenia, po sześciu dniach przechowywania zaobserwowano tendencję spadkową w zawartości azotanów w porównaniu do prób świeżych.

3. Po przechowaniu zawartość azotynów zwiększała się w sałacie nawożonej doglebowo, zaś w nawożonej dolistnie nie stwierdzono ich obecności.

4. W miarę upływu czasu zawartość fenoli zmniejszała się w sałacie nawożonej doglebowo, zaś zwiększała się znacznie w nawożonej dolistnie.

5. Benzyloadenina wpływała na jakość przechowywanej salaty, ale zawsze w zależności od sposobu nawożenia roślin. Przy nawożeniu doglebowym obserwowano tendencję wzrostową w zawartości związków azotowych, z jednoczesnym obniżeniem poziomu fenoli. Przy nawożeniu dolistnym następował pod wpływem BA spadek zawartości azotanów, azotynów i fenoli.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bilezuk L., Gołacka R.:** Nitrate and nitrite contents of potatoes and some other selected vegetables in the Puław district of Poland. *Roczn. Państw. Zakł. Higieny*, 42 (3), 255-263.
2. **Borkowska B.:** Cytokininy. W: *Regulatory wzrostu i rozwoju roślin* (Red.: L. Jankiewicz). PWN, Warszawa, 60-71, 1997.
3. **Borkowski J.:** Study on the calcium uptake dynamic by tomato fruits and blossom-end rot control. *Acta Hort.*, 145, 222-229, 1984.
4. **Brecht J.K., Sherman M., Allen J.J.:** Film wrapping to improve the postharvest quality of Florida head lettuce. *Proc. Flor. State Hort Soc.*, 99, 135-140, 1986.
5. **Cataldo D.A., Haroon M., Schrader L.E.:** Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Comm. in Soil Sci. and Plant Analysis*, 6, 1-80, 1975.
6. **Hamza F., Castaigne F., Couture R., Makhlof J.:** Effect of high CO₂ on phenolic content and phenylalanine ammonia-lyase activity in Romaine lettuce. *Sciences des Aliments*, 14, 3, 311-320, 1994.
7. **Ke D., Saltveit M.E. Jr.:** Carbon dioxide - induced brown stain development as related to phenolic metabolism in iceberg lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114, 5, 789-794, 1989.

8. Komosa A.: Wpływ niektórych właściwości chemicznych roztworów oraz stanu odżywiania roślin na skuteczność nawożenia dolistnego pomidora szklarniowego. Rocz. AR Poznań, Rozp. Nauk., 210, 1-109, 1990.
9. Leja M., Rożek S., Myczkowski J.: The effect of fertilization with different forms of nitrogen on greenhouse lettuce quality and its changes during storage. III. Phenolic metabolism. Folia Hort., VI/1, 63-72, 1994.
10. Leja M., Rożek S., Myczkowski J.: The effect of fertilization with nitrate and urea forms of nitrogen quality and storage ability of lettuce grown in a foil tunnel. III. Phenolic metabolism. Folia Hort., 7/1, 117-126, 1995.
11. Lemieszek-Chodorowska K.: Metody oznaczania substancji obcych w środowiskach spożywczych (azotany i azotyny). Wyd., Metodyczne PZH, Warszawa, 1977.
12. Michałek W., Rukasz I., Borowski E.: Wpływ formy azotu i wybranych substancji wzrastowych na wartość odżywczą salaty przechowywanej w temperaturze 5°C. Mat. Ogólnopol. Kon. Nauk., Kraków, 43-46, 1996.
13. Myczkowski J., Rożek S., Sady W., Wojtaszek T.: The effect of some factors on the content of nitrate and nitrite in lettuce leaves grown with the nutrient film technique. II. Effect of light and growth regulators in conditions of NPK fertilization discontinued before harvesting. Folia Hort., II/1, 7-16, 1990.
14. Nowosielski O., Dziennik W., Kotlińska T.: The biological basis of plant protecting foliar fertilizers efficiency and their use in vegetable production. Acta Hort., 222, 105-107, 1987.
15. Piskornik Z., Radwan-Kaźnica M., Korfel J.: Wpływ kinetyny i karbendazimu na zawartość barwników fotosyntetycznych, białek oraz aktywność proteaz w liściach ogórka, w czasie ich starzenia się stymulowanego ciemnością. Zesz. Nauk. AR Kraków, 195, Ogrodnictwo z. 13, 129-141, 1985.
16. Poulsen N., Johansen A.S., Sorensen J.N.: Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. 4. Quality changes during storage. Plant Foods for Hum. Nutr., 47, 2, 157-162, 1995.
17. Swain T., Hillis W.E.: Phenolic constituents of *Prunus domestica* I. Quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agr., 10, 63-68, 1959.

EFFECT OF FERTILIZATION AND BENZYLADENIN ON THE QUALITY OF LETTUCE LEAVES FRESH AND STORED AT A TEMPERATURE OF 5 °C

W. Michalek, I. Rukasz

Department of Plant Physiology, University of Agriculture, Akademicka 15 str., 20-950 Lublin, Poland

S u m m a r y. Soil fertilization exerted a more profitable influence on lettuce quality as compared to foliar feeding. In lettuce after foliar fertilization a higher content of nitrates, about 5-times more nitrites and 7-times more phenols was found than in plants fertilized to soil.

After 6 days storage a decreasing tendency in nitrates content was observed but the content was still higher than in lettuce fertilized to leaves. Nitrites content increased in the stored lettuce after soil fertilization. On the contrary, after storage lettuce after foliar feeding did not show the presence of NO₂. Phenol content decreased in lettuce fertilized soil, particularly after benzyladenin spraying, but increased when foliar feeding was used applied.

K e y w o r d s: lettuce, fertilization, benzyladenin, quality