

WPLYW POTASU I REGULATORÓW WZROSTU NA JAKOŚĆ LIŚCI SAŁATY PRZECHOWYWANEJ W TEMPERATURZE 5°C

Władysław Michalek, Irena Rukasz

Katedra Fizjologii Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie

Wstęp

Sałata jest warzywem liściowym dostępnym przez cały rok i powszechnie spożywanym ze względu na swą wartość odżywczą i dietetyczną. Należy więc dążyć do tego, aby jakość sałaty spożywanej na świeżo była jak najlepsza. Tym bardziej, że nie tylko racjonalne nawożenie, ale także warunki i sposób przechowywania warzyw wpływają na końcową ich jakość [AWORH i in. 1978; BRECHT i in. 1986]. Jak wynika z prac PISKORNIKA i in. [1985] i SIŃSKIEJ [1997] nie tylko racjonalne nawożenie, ale także stosowanie niektórych substancji wzrostowych, zwłaszcza cytokinin i poliamin, przyczynia się do polepszenia wartości biologicznej produktów ogrodnich. Z cytokinin syntetycznych coraz częściej stosowana jest benzyloadenina (BA), substancja o wysokiej aktywności, która opóźnia starzenie się roślin [BORKOWSKA 1997]. Poliaminy zaś wykazują specyficzne działanie regulujące procesy metaboliczne w roślinach, które mają wpływ na tempo starzenia się [TIBURCIO i in. 1994]. Według KE i SALTVEITA [1989] oraz LEJI i in. [1994, 1995] wskaźnikiem starzenia się liści w czasie przechowywania sałaty może być zawartość fenoli. Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki oraz fakt, że niewłaściwe nawożenie potasem ogranicza przemianę azotu mineralnego do białek, co w efekcie może powodować wzrost azotanów w tkance roślinnej, przeprowadzono badania z sałatą. Celem ich było określenie wpływu dawki potasu oraz benzyloadeniny i sperminy na zmiany zachodzące w zawartości azotanów i azotynów oraz fenoli w liściach sałaty odm. Ambra, przechowywanej w temperaturze 5°C.

Materiał i metody

Sałatę odm. Ambra uprawiano w wazonach napełnionych mieszaniną ziemi ogrodniczej z dodatkiem piasku w warunkach fitotronu przez 6 tygodni, przy świetle o natężeniu 25 W·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 mmol·kg⁻¹: Ca(NO₃)₂ – 3,74; (NH₄)₂HPO₄ – 1,61; MgSO₄ – 2,09; CaCO₃ – 2,50 oraz trzy poziomy potasu (K₁, K₂, K₃), który podano w formie KCl w następujących ilościach: K₁ – 3,18 mmol·kg⁻¹; K₂ – 6,36 mmol·kg⁻¹; K₃ – 12,72 mmol·kg⁻¹ podłoża. Ponadto pożywka podana do każdego wazonu zawierała po 2

cm³ roztworu A-Z i 1% roztworu cytrynianu żelaza. Doświadczenie obejmowało 48 wazonów podzielonych na 4 serie doświadczalne. Rośliny z 2 serii doświadczalnych liczących po 12 wazonów, opryskano 2 dni przed zbiorem benzyloadeniną (BA) o stężeniu 7 mg·dm⁻³ lub sperminą (SP) o stężeniu 200 mg·dm⁻³. Pozostałe 2 serie doświadczalne stanowiły kontrolę (I i II). Liście sałaty jednej z serii kontrolnych (I) poddano analizie w dniu zbioru, liście zaś drugiej serii kontrolnej (II) wraz z główkami sałaty z pozostałych serii przechowywano przez 6 dni w ciemności, w temperaturze 5°C. W liściach świeżych i przechowywanych oznaczono zawartość azotanów metodą CATALDO i in. [1975], azotynów metodą opisaną przez LEMIESZEK-CHODOROWSKĄ [1977] oraz fenoli metodą podaną przez SWAINA i HILLISA [1959]. Wyniki uzyskane z analiz poddano analizie statystycznej. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic obliczono półprzedziały ufności Tukey'a, określone w pracy jako NIR.

Wyniki i dyskusja

Wyniki dotyczące wpływu zróżnicowanego pod względem ilościowym nawożenia potasem i regulatorów wzrostu na jakość liści sałaty świeżej i przechowywanej przez 6 dni w temperaturze 5°C zamieszczono w tabelach 1-3.

Stwierdzono, że zawartość azotanów w liściach świeżych (Kontrola I) wyraźnie zależała od poziomu zastosowanego nawożenia potasowego (tab. 1). Najmniejsza ich ilość wystąpiła przy stosowaniu średniego poziomu potasu w pożywce (K₂), największa zaś przy zwiększonej jego dawce (K₃). Analizując kształtowanie się zawartości azotanów w liściach po 6-dniowym przechowywaniu zaobserwowano, że najbardziej ich ilość zwiększała się w próbach kontrolnych (Kontrola II) nawożonych średnią (K₂) i najmniejszą dawką potasu (K₁).

Tabela 1; Table 1

Wpływ potasu i regulatorów wzrostu na zawartość azotanów w świeżych liściach sałaty i przechowywanych przez 6 dni w temperaturze 5°C (μg·g⁻¹ św. masy)

Effect of potassium and growth regulators on nitrates content in the leaves of fresh lettuce and that stored for 6 days at temperature 5°C (μg·g⁻¹ fresh matter)

Substancja wzrostowa Growth substance	Nawożenie potasowe; Potassium fertilization		
	K ₁	K ₂	K ₃
Kontrola; Control - I	935	866	1237
Kontrola; Control - II	1990	2223	1292
BA - benzyloadenina; 6-benzylaminopurine	2858	233	926
SP - spermina; spermine	2355	1109	494
NIR dla; LSD for:			
dawki K; K dose	251,34		
substancji wzrostowych; growth substances	136,85		
dawki K × subst. wzrost.; K dose × growth subst.	187,33		

Stwierdzono, że działanie regulatorów wzrostu wyraźnie zależało od dawki potasu. Przy najniższej dawce (K₁) wpływały one na wzrost zawartości NO₃ w biomasie sałaty. Natomiast przy stosowaniu średniej (K₂) i najwyższej dawki potasu (K₃) zaobserwowano istotny spadek azotanów w liściach roślin nimi traktowa-

nych, co potwierdzałyby rezultaty badań BILCZUKA i GOŁACKIEJ [1991] oraz POULSE-NA i in. [1995].

Z kolei zawartość NO_2 w świeżej masie sałaty (Kontrola I) kształtowała się nieco inaczej jak azotanów (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Wpływ potasu i regulatorów wzrostu na zawartość azotynów w świeżych liściach sałaty i przechowywanych przez 6 dni w temperaturze 5°C ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ św. masy)

Effect of potassium and growth regulators on nitrites content in the leaves of fresh lettuce and that stored for 6 days at temperature 5°C ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ fresh matter)

Substancja wzrostowa Growth substance	Nawożenie potasowe; Potassium fertilization		
	K_1	K_2	K_3
Kontrola; Control – I	0,45	0,56	0,56
Kontrola; Control – II	0,52	0,51	0,55
BA – benzyloadenina; 6-benzylaminopurine	0,33	0,33	0,40
SP – spermina; spermine	0,29	0,30	0,55
NIR dla; LSD for:			
dawki K; K dose	0,062		
substancji wzrostowych; growth substances	0,033		
dawki K \times subst. wzrost.; K dose \times growth subst.	0,027		

Najmniejsza ich ilość występowała bowiem w liściach roślin nawożonych najniższą dawką potasu (K_1). Przy średniej (K_2) i najwyższej (K_3) zaś dawce potasu wystąpiło podwyższenie zawartości azotynów. Przy czym na uwagę zasługuje fakt, że po przechowaniu liści z tych serii nawożeniowych ilość azotynów uległa zmniejszeniu w serii K_2 , a zwiększyła się w liściach sałaty nawożonej najniższą dawką potasu (Kontrola II). Stwierdzono, że regulatory wzrostu wyraźnie wpływały na obniżenie zawartości azotynów w przechowywanych liściach sałaty, w porównaniu do liści świeżych pochodzących z serii kontrolnej I. Ten korzystny wpływ BA wystąpił niezależnie od stosowanego poziomu nawożenia potasem. W przypadku sperminy najlepszy efekt jej działania obserwowano w próbach nawożonych najniższą (K_1) i średnią (K_2) dawką potasu.

Tabela 3; Table 3

Wpływ potasu i regulatorów wzrostu na zawartość fenoli w świeżych liściach sałaty i przechowywanych przez 6 dni w temperaturze 5°C ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św. masy)

Effect of potassium and growth regulators on total phenolic content in the leaves of fresh lettuce and that stored for 6 days at temperature 5°C ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh matter)

Substancja wzrostowa Growth substance	Nawożenie potasowe; Potassium fertilization		
	K_1	K_2	K_3
Kontrola; Control – I	726,1	697,7	913,5
Kontrola; Control – II	548,1	822,2	724,5
BA – benzyloadenina; 6-benzylaminopurine	609,5	724,5	882,0
SP – spermina; spermine	697,7	809,6	818,8
NIR dla; LSD for:			
dawki K; K dose	22,1		
substancji wzrostowych; growth substances	56,7		
dawki K \times subst. wzrost.; K dose \times growth subst.	38,9		

Zawartość fenoli w świeżych liściach sałaty (Kontrola I) była także zależna od poziomu nawożenia potasem (tab. 3). Najmniejszą ich ilość stwierdzono przy dawce K_2 , natomiast największą przy K_3 . Po przechowaniu liści (Kontrola II), przeprowadzone analizy wykazały, że oznaczona w nich suma fenoli uległa zwiększeniu tylko przy średniej dawce potasu (K_2). W pozostałych seriach wystąpiła tendencja spadkowa w zawartości fenoli w porównaniu do prób świeżych. Najniższą ich zawartość odnotowano przy stosowaniu pojedynczej dawki potasu (K_1). Podobną zależność zawartości fenoli od poziomu potasu obserwowano w próbach traktowanych regulatorami wzrostu. W przechowywanych liściach sałaty żywniej dawkami potasu K_1 i K_3 , zawartość fenoli zarówno pod wpływem BA, jak i SP była niższa w porównaniu do prób świeżych (Kontrola I), ale było ich więcej niż w liściach pochodzących z próby kontrolnej przechowywanej (Kontrola II). Natomiast odwrotna zależność wystąpiła w wyniku stosowania regulatorów wzrostu przy podwójnej dawce potasu (K_2). Pod ich działaniem nastąpiło zwiększenie zawartości fenoli w stosunku do próby świeżej (Kontrola I), ale było ich mniej jak w liściach przechowywanych, pochodzących z serii kontrolnej (Kontrola II). Wyniki te porównać można do rezultatów uzyskanych w badaniach LEJI i in. [1994, 1995] oraz HAMZA i in. [1994], w których stwierdzono podwyższenie zawartości sumy fenoli w przechowywanej sałacie.

Uzyskane dane wskazują, że jakość liści sałaty przechowywanej przez 6 dni w temperaturze 5°C zależała zarówno od dawki potasu stosowanego w jej żywieniu, jak i regulatorów wzrostu. Ponadto stwierdzono, że regulatory wzrostu przeważnie powodowały zmniejszenie zawartości azotanów, azotynów i fenoli w liściach sałaty przechowywanej, przy czym ta korzystna tendencja zależała od zastosowanej w żywieniu mineralnym sałaty dawki potasu.

Wnioski

1. Uzyskane wyniki wskazują, że jakość liści sałaty świeżej i przechowywanej zależała od dawki potasu, jak również od zastosowanych regulatorów wzrostu.
2. Najmniejszą zawartość azotanów i fenoli stwierdzono w świeżych liściach sałaty nawożonej średnią dawką potasu (K_2), a największą przy dawce najwyższej – K_3 . Najniższą zaś zawartość azotynów wykazały liście sałaty nawożonej dawką potasu K_1 .
3. Regulatory wzrostu wpływały na obniżenie zawartości azotanów w przechowywanych liściach sałaty, przy średniej i najwyższej dawce potasu i azotynów, niezależnie od poziomu nawożenia potasem w przypadku BA, a przy najniższej i średniej dawce potasu w przypadku SP.
4. Benzyloadenina i spermina obniżały zawartość sumy fenoli, przy najniższym i najwyższym poziomie potasu, w porównaniu do prób świeżych (K I), a podwyższały w porównaniu do prób przechowywanych (K II), z wyjątkiem średniego poziomu K.

Literatura

AWORH O.C., BRECHT PE., MINOTTI PL. 1978. Nitrate and nitrite levels in fresh spinach as influenced by postharvest temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(3):

417-419.

BIŁCZUK I., GOŁACKA R. 1991. Nitrate and nitrite content of potatoes and some other selected vegetables in the Puławy district of Poland. Roczn. Państw. Zakł. Higieny 42: 255-263.

BORKOWSKA B. 1997. Cytokininy, w: *Regulatory wzrostu i rozwoju roślin*. PWN, Warszawa: 60-71.

BRECHT J.K., SHERMAN M., ALLEN J.J. 1986. Film wrapping to improve the postharvest quality of Florida head lettuce. Proc. Flor. State Hort. Soc. 99: 135-140.

CATALDO D.A., HAROON M., SCHIRADER L.E. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Communication in Soil Science and Plant Analysis 6: 1-80.

HAMZA F., CASTAIGNE F., COUTURE R., MAKILOUF J. 1994. Effect of high CO₂ on phenolic content and phenylalanine ammonia-lyase activity in Romaine lettuce. Sciences des Aliments 14: 311-320.

KE D., SALTVEIT M.E., Jr. 1989. Carbon dioxide-induced brown stain development as related to phenolic metabolism in iceberg lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 789-794.

LEJA M., ROŻEK S., MYCZKOWSKI J. 1994. 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.

LEJA M., ROŻEK S., MYCZKOWSKI J. 1995. The effect of fertilization with nitrate and urea forms of nitrogen on quality and storage ability of lettuce grown in a foil tunnel. III. Phenolic metabolism. Folia Hort. 7/1: 117-126.

LEMIESZEK-CHODOROWSKA K. 1977. *Metody oznaczania substancji obcych w środowiskach spożywczych (azotany i azotyny)*. Wydawnictwo Metodyczne PZH, Warszawa: 26-35.

PISKORNIK Z., RADWAN-KAŻNICA M., KORFEL J. 1985. 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: 129-141.

POULSEN N., JOHANSEN A.S., SORENSEN J.N. 1995. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. 4. Quality changes during storage. Plant Foods for Human Nutrition 47: 157-162.

SIŃSKA I. 1997. Poliaminy i aminy aromatyczne, w: *Regulatory wzrostu i rozwoju roślin*. PWN, Warszawa: 150-168.

SWAIN T., HILLIS W.E. 1959. Phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agr. 10: 63-68.

TIBURCIO A.F., BESFORD R.T., CAPELL T., BORRELL A., TESTILLANO P.S., RISUENO M.C. 1994. Mechanisms of polyamine action during senescence responses induced by osmotic stress. J. Exp. Bot. 45: 1789-1800.

Słowa kluczowe: sałata, potas, regulatory wzrostu, jakość

Streszczenie

W przeprowadzonym doświadczeniu badano wpływ dawki potasu i regulatorów wzrostu na jakość liści sałaty przechowywanej przez 6 dni w temperaturze 5°C. Sałatę szklarniową odm. Ambra uprawiano metodą kultur wazonowych w mieszaninie ziemi ogrodniczej i piasku (5 : 1), w warunkach fitotronu, przez 6 tygodni. W żywieniu roślin zastosowano trzy rodzaje pożywki mineralnej różniące się między sobą dawką potasu. Regulatory wzrostu – benzyloadeninę lub sperminę zastosowano dolistnie 2 dni przed zbiorem. Uzyskane wyniki wskazują, że jakość liści sałaty świeżej i przechowywanej zależała od dawki potasu, jak również od zastosowanych regulatorów wzrostu. Na ogół regulatory wzrostu wpływały na obniżenie zawartości azotanów i azotynów w przechowywanych liściach sałaty. Benzyloadenina i spermina obniżały zawartość sumy fenoli przy najniższym i najwyższym poziomie potasu – tylko w porównaniu do prób świeżych. W porównaniu do prób przechowywanych (K II) tylko przy K₂

EFFECT OF POTASSIUM AND GROWTH REGULATORS ON THE QUALITY OF LETTUCE LEAVES STORED AT TEMPERATURE 5°C

Władysław Michałek, Irena Rukasz

Department of Plant Physiology, Agricultural University, Lublin

Key words: lettuce, potassium, growth regulators, quality

Summary

In the presented experiment the effect of potassium dose and growth regulators on the quality of lettuce leaves stored at temperature 5°C was studied. Lettuce of Ambra cv. was grown in the pots filled with hortisoil and sand mixture in phytotrone conditions for 6 weeks. Full mineral nutrition for plant feeding was used with three levels of potassium. The growth regulators – benzyladenine or spermine were applied to leaves 2 days before harvest. The obtained results showed that the quality of both, fresh and stored lettuce depended on potassium dose as well as on growth regulators applied. Generally, growth regulators reduced nitrate and nitrite content in the lettuce leaves stored. Benzyladenine and spermine decreased total phenolic content when the lowest and the highest a potassium level was used for plant fertilization, but only as compared to K I; as compared to K II – only at K₂.

Dr Władysław Michałek
Katedra Fizjologii Roślin
Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 15
20-950 LUBLIN