

ZRÓŻNICOWANE NAWOŻENIE NPK W SZEROKORZĘDOWEJ UPRAWIE SZARŁATU (*AMARANTHUS CRUENTUS* L.) A CAŁKOWITA ZDOLNOŚĆ ANTYOKSYDACYJNA LIŚCI ORAZ GLEBY POD TĄ ROŚLINĄ

Barbara Skwaryło-Bednarz, Anna Krzepiłko

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Szczepieszka 102, 22-400 Zamość
e-mail: bskwarylo@wnr.edu.pl

Streszczenie. Celem prezentowanej pracy było zbadanie wpływu zróżnicowanego nawożenia NPK na całkowitą zdolność antyoksydacyjną gleby oraz liści dwóch polskich odmian szarłatu (Rawa i Aztek) w uprawie szerokokorzędowej. Zastosowano trzy dawki NPK: I) azot 50 kg·ha⁻¹, fosfor 40 kg·ha⁻¹, potas 40 kg·ha⁻¹; II) azot 90 kg·ha⁻¹, fosfor 60 kg·ha⁻¹, potas 60 kg·ha⁻¹; III) azot 130 kg·ha⁻¹, fosfor 70 kg·ha⁻¹, potas 70 kg·ha⁻¹. Oznaczono całkowitą zdolność antyoksydacyjną (CZA) gleby i liści szarłatu metodą Rice-Evans and Miller według modyfikacji Bartosza, a także zawartość węgla organicznego w glebie. Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono istotne zależności pomiędzy CZA gleb, liści a zawartością węgla organicznego w glebie i zastosowanym poziomem nawożenia. Na wzrost całkowitej zdolności antyoksydacyjnej gleby pod szarłatem odmiany Rawa miała wpływ tylko najniższa (I kombinacja) dawka nawożenia, natomiast dla odmiany Aztek najwyższy poziom nawożenia (III kombinacja NPK). Nawożenie I i III dawką NPK miało wpływ na wzrost całkowitej zdolności antyoksydacyjnej liści odmiany Rawa, natomiast III dawka sprzyjała wzrostowi całkowitej zdolności antyoksydacyjnej liści odmiany Aztek

Słowa kluczowe: szarłat, całkowita zdolność antyoksydacyjna gleby, całkowita zdolność antyoksydacyjna liści

WSTĘP

Jednym z głównych czynników podnoszenia plonów roślin jest dostarczanie do gleby nawozów organicznych i mineralnych (Kołodziej 2006). Od ilości makro- i mikroelementów wprowadzonych do gleby zależy między innymi ilość azotu mineralnego dostępnego dla roślin oraz zawartość węgla organicznego w glebie (Bijlsma i Lambers 2000). Czynniki te korzystnie wpływają na całkowitą zdolność antyoksydacyjną gleby. Parametr ten, poprzez zawarte w glebie związki, które mogą wchodzić w reakcje

oksydoredukcyjne, określa zdolność środowiska glebowego do zapobiegania niekorzystnym procesom i reakcjom utlenienia.

Pomiar całkowitej zdolności antyoksydacyjnej gleb pozwala tym samym na oznaczenie intensywności procesów oksydoredukcyjnych zachodzących w środowisku glebowym. Wartość całkowitej zdolności antyoksydacyjnej gleb uzależniona jest także od gatunku uprawianych roślin. Różny skład chemiczny ich wydzielin korzeniowych może wpływać stymulująco lub hamująco na rozwój i aktywność mikroflory glebowej, a co za tym idzie całkowitą zdolność antyoksydacyjną gleb. Szczególnym środowiskiem wzajemnego oddziaływania drobnoustrojów i roślin jest ryzosfera (Wielgosz i Szember 2006). Substancje o charakterze antyoksydacyjnym, a szczególnie kwasy humusowe zawarte w humusie (Schepetkin i in. 2002, Rimmer 2006) wpływają na szybkość i rodzaj procesów chemicznych zachodzących w ryzosferze, szczególnie na przemieszczanie wody i składników pokarmowych, przebieg reakcji utleniania i redukcji, wydzielanie przez korzenie roślin kwasów organicznych, cukrów, fenoli, aminokwasów oraz tworzenia chelatów (Baran i in. 1999). Antyoksydanty wyniesione z gleby wraz z plonem a następnie przygotowane w postaci produktów pochodzenia roślinnego mogą korzystnie wpływać na przebieg wielu chorób związanych z występowaniem stresu oksydacyjnego jak: nowotwory, choroby sercowo-naczyniowe, osteoporoza, zapalenie, choroba Alzheimera i Parkinsona (Martinez-Cayuela 1995, Pulido i in. 2005) czy też cukrzyca typu II (Opara 1999). Stosowane w codziennej diecie sprzyjają dobrej kondycji i zdrowiu u człowieka (Olivier 1997).

Metoda oznaczania CZA jest wykorzystywana do oceny zawartości antyoksydantów w napojach i w pożywieniu (Gorinstein i in. 2003), także do porównania całkowitej zawartości antyoksydantów w wyciągach z roślin stosowanych jako parafarmaceutyki (Mantle i in. 2003). Przy pomocy tej metody można również badać toksyczny wpływ pestycydów na mikroorganizmy (Krzepiło i Święciło 2007).

Celem prezentowanej pracy było zbadanie wpływu zróżnicowanego nawożenia NPK na całkowitą zdolność antyoksydacyjną gleby oraz liści szarłatu polskich odmian Rawa i Aztek w uprawie szerokokorządowej.

MATERIAŁ I METODYKA

Podstawę pracy stanowi doświadczenie polowe przeprowadzone w roku 2007 na polu rolnika indywidualnego położonym w okolicach Zamościa. Gleba brunatna wytworzona z lessu, na której uprawiano dwie odmiany szarłatu (Rawa i Aztek) cechowała się bardzo wysoką zasobnością w N i wysoką w P, K i Mg. Odczyn gleby był lekko kwaśny (pH KCl – 5,9), pojemność sorpcyjna oznaczona metodą Kappena wynosiła 189,2 mmol(+)·kg⁻¹. Doświadczenie założono metoda losowanych podbloków (split-plot) w trzech powtórzeniach. Zastosowano następujące kombinacje dawek makroelementów:

- I. azot $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, fosfor $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, potas $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;
- II. azot $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, fosfor $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, potas $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;
- III. azot $130 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, fosfor $70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, potas $70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Azot zastosowano dwukrotnie (przed siewem oraz w okresie intensywnego wzrostu roślin) w formie saletry amonowej, fosfor przedsięwzięcie w postaci poli-foski i potas w postaci soli potasowej. Uzyskane wyniki porównywano z obiektem kontrolnym (bez nawożenia NPK). Nasiona szarłatu wysiewano w trzeciej dekadzie maja w rozstawie szerokorzędowej (co 60 cm). Powierzchnia mikropoletek do zbioru wynosiła 1 m^2 . Pielęgnacja uprawy była zgodna z wymogami poprawnej agrotechniki.

Wyciąg glebowy do oznaczeń całkowitej zdolności antyoksydacyjnej przygotowano według procedury opisanej przez Barana (Baran 2000). Wyciąg ze świeżych liści szarłatu wykonano zgodnie z metodyką opisaną przez Sas-Piotrowską i in. (1996).

Oznaczenie całkowitej zdolności antyoksydacyjnej wykonano według metody Rice-Evans i Miller (1994) według modyfikacji Bartosza (Bartosz 2003). Metoda CZA jako substancję indykatorową wykorzystuje ABTS+ (2,2-azino-bis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid radical). Roztwór ABTS+ charakteryzuje się zielonym zabarwieniem. Dodatek substancji o charakterze antyoksydantów powoduje odbarwienie ABTS+. Pomiar spadku absorbancji po krótkim czasie od zmieszania roztworów jest miarą zawartości w próbce tzw. szybkich antyoksydantów, jak pewne witaminy czy glutation. Białka i inne substancje mające właściwości antyoksydacyjne reagują z ABTS+ wolniej. Pomiar spadku absorbancji po czasie 30 minut jest miarą zawartości w próbce wszystkich antyoksydantów. W niniejszej pracy do roztworu kationorodnika ABTS+ dodano odpowiednio wyciąg glebowy lub ekstrakt z liści szarłatu. Następnie po czasie 30 minut mierzono spadek absorbancji przy długości fali 414 nm. Z krzywej wzorcowej odczytano jakiemu stężeniu troloksu, odpowiada zmiana absorbancji w badanej próbce. Całkowitą zdolność antyoksydacyjną odpowiadającą 1 cm^3 wyciągu sporządzonego z 1 g gleby wyrażono w ekwiwalentach μM troloksu (μM troloksu $\cdot 1 \text{ cm}^3 \cdot 1 \text{ g}^{-1}$ gleby). W przypadku liści CZA wyrażono w przeliczeniu na 1 g świeżej masy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Oznaczanie CZA pozwala na określenie potencjału antyoksydacyjnego wszystkich antyoksydantów zawartych w badanym materiale. Spośród trzech zastosowanych kombinacji nawożenia NPK, tylko pierwsza (najniższa) wpłynęła na wzrost CZA gleby pod uprawą szarłatu odmiany Rawa. Wzrost ten wynosił 4,2% w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 1). Zastosowanie wyższych dawek makroelemen-

tów (II i III kombinacja) nie wpłynęło na zwiększenie CZA gleby ale wręcz spowodowało jej spadek w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Z tabeli 1 wynika, iż dopiero najwyższa dawka zastosowanego nawożenia wpłynęła na wzrost CZA gleby pod uprawą szarłatu odmiany Aztek. Wynosił on 7,3% w odniesieniu do obiektu kontrolnego (tab. 1). Zastosowanie niższych dawek NPK (I i II kombinacja) spowodowało spadek CZA poniżej wartości uzyskanych dla obiektów kontrolnych.

Tabela 1. Całkowita zdolność antyoksydacyjna (CZA) gleby pod uprawą dwóch odmian szarłatu oraz zawartość węgla organicznego – wartości średnie

Table 1. Total antioxidant capability (TAC) of soil under two varieties of amaranth and content of organic carbon – mean values

Dawki makroelementów Doses of macroelements	CZA ($\mu\text{M troloxu}\cdot\text{cm}^{-3}\cdot\text{g}^{-1}\text{gleby}$) TAC ($\mu\text{M troloxu cm}^{-3}\text{ g}^{-1}\text{soil}$)	Zawartość węgla organicznego Content of organic carbon ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Rawa		
I kombinacja – Combination I	188,91	29,2
II kombinacja – Combination II	115,22	31,2
III kombinacja – Combination III	151,09	32,1
Obiekt kontrolny – Control object	181,30	29,0
Aztek		
I kombinacja – Combination I	138,04	29,8
II kombinacja – Combination II	165,22	31,0
III kombinacja – Combination III	184,57	31,7
Obiekt kontrolny – Control object	171,96	29,4

Wraz ze wzrostem ilości dostarczanych do gleby makroelementów sukcesywnie wzrastała w niej ilość węgla organicznego (tab. 1). Jest to zbieżne z badaniami innych autorów (Bijlsma, Lambers 2000).

Najniższa z zastosowanych dawek makroelementów najbardziej wpłynęła na wzrost CZA liści szarłatu odmiany Rawa (tab. 2). Wartość ta wynosiła $10,0\ \mu\text{M troloxu}\cdot\text{g}^{-1}$ świeżej masy liścia i była o blisko 4% wyższa niż dla kontroli. Najwyższa, III kombinacja nawożenia spowodowała wzrost CZA liści szarłatu odmiany Rawa o 2,4%. Nawożenie II dawką makroelementów nie spowodowało zwiększenia CZA liści analizowanej odmiany (spadek o 1,6%).

Nawożenie różnymi dawkami nawozów nie wpłynęło znacznie na wartość CZA liści szarłatu odmiany Aztek. Najwyższą wartość całkowitej zdolności antyoksydacyjnej liści szarłatu odmiany Aztek stwierdzono dla III kombinacji nawożenia NPK. Wynosiła ona $10,95\ \mu\text{M troloxu}\cdot\text{cm}^{-3}\cdot\text{g}^{-1}$ świeżej masy liści i była

o 12,5% wyższa niż dla kontroli. Nawożenie I i II dawką nawozów nie wpłynęła na zwiększenie CZA w odniesieniu do kontroli.

Tabela 2. Całkowita zdolność antyoksydacyjna (CZA) liści dwóch odmian szarłatu – wartości średnie
Table 2. Total antioxidant capability (TAC) of leaves of two varieties of amaranth – mean values

Dawki makroelementów Doses of macroelements	CZA ($\mu\text{M trolox}\cdot\text{cm}^{-3}\cdot\text{g}^{-1}$ świeżej masy liścia) TAC ($\mu\text{M trolox cm}^{-3}\text{g}^{-1}$ fresh mass of leaf)
Rawa	
I kombinacja – Combination I	10,0
II kombinacja – Combination II	9,47
III kombinacja – Combination III	9,85
Obiekt kontrolny – Control object	9,62
Aztek	
I kombinacja – Combination I	8,91
II kombinacja – Combination II	9,28
III kombinacja – Combination III	10,95
Obiekt kontrolny – Control object	9,73

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy dawkami makroelementów a CZA gleby i liści szarłatu oraz CZA gleby i liści szarłatu a zawartością węgla organicznego w glebie

Table 3. Correlation coefficients between doses of macroelements and TAC of soil and leaves of amaranth and TAC of soil and leaves of amaranth and content of organic carbon in soil

Parametry Parameters	Dawki makroelementów Doses of macroelements	Zawartość węgla organicznego Content of organic carbon
Rawa		
CZA gleby TAC of soils	0,008	-0,495
CZA liści TAC of leaves	0,615**	-0,039
Aztek		
CZA gleby TAC of soils	0,346	0,556**
CZA liści TAC of leaves	0,734**	0,887**

*p = 0,05, **p = 0,01.

Funkcje antyutleniaczy w roślinach pełni dużo zróżnicowanych pod względem chemicznym związków jak: polifenole, flawonoidy czy antocyjany. Badania wielu autorów dowodzą, iż szarłat zawiera różne związki o właściwościach antyoksydacyjnych (Grajeta 1997). Najwięcej gromadzi ich w nasionach oraz w liściach. Szczególnie cenny jest olej pozyskany z nasion szarłatu. Zawiera on silne antyutleniacze takie jak: skwalen, tokoferole czy tokotrienole (Nalborczyk i in. 1994, Prokopowicz 2001). Cenne pod tym względem są także części nadziemne

roślin zalecane do spożycia jako warzywo, podobnie jak szpinak czy sałata. Są źródłem wielu składników mineralnych takich jak: wapń, fosfor, potas, magnez, żelazo czy witamin A, B₁, B₂, C i E (Nalborczyk i in. 1994, Prokopowicz 2001). Szczególnie wysoki jest poziom β -karotenów. Stwierdzono, iż części vegetatywne i nasiona szarłatu zawierają dużo fenoli (Acar i in. 1988), które charakteryzują się różną reaktywnością. Otrzymane w niniejszej pracy wartości całkowitej zdolności antyoksydacyjnej liści szarłatu świadczą jednoznacznie, iż te części vegetatywne rośliny posiadają właściwości antyutleniające. Ich ilość w liściach uzależniona była od zastosowanych kombinacji nawożenia oraz odmiany. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotne dodatnie korelacje pomiędzy zastosowanym poziomem nawożenia a całkowitą zdolnością antyoksydacyjną liści szarłatu (dla odmiany Rawa $r = 0,615$, a dla Aztek $r = 0,734$) (tab. 3). Według innych autorów (Nurzyńska-Wierda 2006) nawożenie mineralne wpływa nie tylko na zawartość w roślinie składników mineralnych, ale także na zawartość związków antyoksydacyjnych. Innym wskaźnikiem wykorzystywanym do oceny właściwości antyoksydacyjnej owoców i warzyw jest zawartość witaminy C. Jej kumulowaniu w świeżej masie roślin sprzyja nawożenie mineralne, szczególnie azotowe (Nurzyńska-Wierda 2006).

W literaturze dostępne są wartości CZA dla różnych antyoksydantów i wyciągów z materiału biologicznego. Pewnych trudności w ich porównywaniu przysparza fakt, że są one wyrażane w różnych równoważnikach np. ekwiwalentach troloksu lub kwasu askorbinowego (Arts i in. 2004, Re i in. 1999). W przypadku wyciągów z materiału biologicznego CZA przeliczana jest na objętość lub masę badanej substancji. Istnieją też różne metody oznaczania zdolności antyoksydacyjnej materiału biologicznego, stosujące różne substancje indykatorowe. Jednak jeżeli rozpatrujemy wyniki uzyskiwane przy użyciu jednej metody, w ściśle określonych warunkach to są one powtarzalne i porównywalne (Huang i in. 2005). Autorzy prezentowanej pracy nie spotkali się z oznaczaniem całkowitej zdolności antyoksydacyjnej liści szarłatu. Jednak wysokie wartości CZA sugerują, że liście tej rośliny posiadają właściwości antyutleniające.

Rodzaj gleby w istotny sposób różnicuje skład chemiczny roślin. Badania nad zawartością związków antyoksydacyjnych w jarmużu potwierdziły, że gleba płowa w pewnych warunkach może sprzyjać zwiększonej syntezie askorbinianu i niskocząsteczkowych związków tiolowych (Łata i Wińska-Krysiak 2006). Obecne w glebie substancje o charakterze antyoksydacyjnym, przede wszystkim związki humusowe zawarte w próchnicy, mogą wpływać na aktywność biologiczną gleby, na przebieg reakcji utleniania i redukcji, kształtują wzajemne oddziaływania gleba – roślina zachodzące w ryzosferze (Schepetkin i in. 2002, Rimmer 2006). Potwierdza to analiza statystyczna przeprowadzona w niniejszej pracy. Wynika z niej, iż wartość

CZA gleby pod uprawą szarłatu odmiany Aztek jest dodatnio skorelowana z zawartością w niej węgla organicznego (tab. 3).

We wcześniejszych badaniach niniejszych autorów porównywano całkowitą zdolność antyoksydacyjną (CZA) trzech gleb: rędziny brunatnej, gleby brunatnej oraz gleby bielicznej kwaśnej (Skwaryło-Bednarz i Krzepiło 2007). Stwierdzono, że najwyższą całkowitą zdolnością antyoksydacyjną charakteryzuje się rędzina brunatna. Zmierzona wartość CZA była wyższa o ponad 30% od gleby i blisko 65% od gleby bielicznej kwaśnej. Gleby świeże miały wyższą wartość CZA niż gleby powietrznie suche, co najprawdopodobniej było związane z aktywnością mikroorganizmów glebowych.

Badania dowodzą, iż podłoża bogate w związki humusowe zwiększają zawartość antyoksydantów w produkowanych na nich roślinach (Jarosz 2006, Rimmer 2006, Shioh i in. 2003). Badania Jarosza (2006) potwierdzają, iż pomidory odmiany Cunero F₁ uprawiane na torfie posiadały zdecydowanie więcej witaminy C, cukrów ogółem, azotu ogółem i potasu niż uprawiane na wleń mineralnej czy piasku. Dodatkowo pożywka bezchlorkowa zwiększała zawartość witaminy C w porównaniu do pożywki zawierającej chlor (Jarosz 2006). Dodatek do gleby uprawnej kompostu (w stosunku 1:1) lub uprawa na samym kompoście przyczyniło się do znacznego wzrostu stężenia kwasu askorbinowego i glutationu, a także wzrost całkowitej zdolności antyoksydacyjnej w owocach dwóch odmian truskawek Allstar i Honeoye (Show i in. 2003).

WNIOSKI

1. Na wzrost całkowitej zdolności antyoksydacyjnej gleby pod szarłatem odmiany Rawa miała wpływ najniższa (I) dawka nawożenia, natomiast pod szarłatem odmiany Aztek dawka najwyższa (III).

2. Nawożenie najniższą (I) i najwyższą (III) dawką NPK miało wpływ na wzrost całkowitej zdolności antyoksydacyjnej liści odmiany Rawa, natomiast III dawka sprzyjała wzrostowi całkowitej zdolności antyoksydacyjnej liści odmiany Aztek.

3. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotne zależności pomiędzy zastosowanym poziomem nawożenia a całkowitą zdolnością antyoksydacyjną liści dwóch odmian szarłatu oraz całkowitą zdolnością antyoksydacyjną badanej gleby i liści szarłatu odmiany Aztek a zawartością węgla organicznego w glebie.

PIŚMIENNICTWO

Acar N., Vohra P., Becker R., Hanners G.D., Sauders R.M., 1988. Nutritional evaluation of grain amaranth for growing chicken. *Poultry Sci.*, 67(8), 1166-1173 and carbon. *Plant and Soil*, 220, 71-87.

- Arts M.J., Haenen G.R., Voss H.P., Bast A., 2004. Antioxidant capacity of reaction products limits the applicability of the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) assay. *Food and Chem., Toxicol.*, 42, 45-49.
- Baran S., 2000. Ocena stanu degradacji i rekultywacji gleb. Wyd. AR, Lublin.
- Baran S., Martyn W., Krzepiłko A., Skwaryło B., Święciło A., Onuch-Amborska J., 1999. Adaptacja metody opracowanej przez Catherine Rice-Evans i Nicholas Miller do oznaczenia aktywności antyoksydacyjnej wodnego roztworu wermikompostu. *Fol. Univ Stetin., 200 Agriculturae*, (77), 11-14.
- Bartosz G., 2003. Druga twarz tlenu, Wyd. PWN Warszawa.
- Bijlsma R.J., Lambers H., 2000. A dynamic whole-plant model of integrated metabolism of nitrogen and carbon. *Plant and Soil*, 220, 71-87.
- Gorinstein S., Martin-Bellosa O., Katrich E., Lojek A., Ciz M., Gligelmo-Miguel N., Haruenkit R., Park Y.S., Jung S.T., Trakhtenberg S., 2003. Comparison of the contents of the main biochemical compounds and the antioxidant activity of some Spanish olive oils as determined by four different radical scavenging tests. *J Nutr Biochem.*, 14 (3), 154-9.
- Grajeta H., 1997. Wartość odżywcza i wykorzystanie szarłat. *Bromat. Chem. Toksykol.*, XXX, 1, 17-23.
- Huang D., Boxin O., Prior R., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 1841-1856.
- Jarosz Z., 2006. Wpływ rodzaju nawożenia potasowego na skład chemiczny liści i owoców pomidora uprawianego w różnych podłożach. *Acta Scientiarum Polonorum – Hortorum Cultus (Ogrodnictwo)*, 5 (1), 11-18.
- Kołodziej B., 2006. Wpływ nawożenia mineralnego na plonowanie babki lancetowatej (*Plantago lanceolata* L.). *Acta Agrophysica*, 8(3), 637-647.
- Krzepiłko A., Święciło A., 2007. The effect of selected pyrethroids on the total antioxidant capacity of yeast cell extracts. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16(3A), 170-174.
- Lata B., Wińska-Krysiak M., 2006. Skład chemiczny jarmużu uprawianego na dwóch typach gleb. *Acta Agrophysica*, 7(3), 663-670.
- Mantle D., Wilkins R.M., Gok M.A., 2003. Comparison of antioxidant activity in commercial Ginkgo biloba preparations. *J. Altern. Complement Med.*, 9 (5), 625-629.
- Martinez-Cayueta M., 1995. Oxygen free radicals and human disease. *Biochimie*, 77, 147-161.
- Nalborczyk E., Wróblewska E., Marcinkowska E., Roszewski R., 1994. Amaranthus – perspektywy uprawy i wykorzystania. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Nurzyńska-Wierda R., 2006. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na plon i skład chemiczny liści rokiety siewnej (*Eruca sativa* Mill.) w uprawie jesiennej. *Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus (Ogrodnictwo)*, 5 (2), 53-63.
- Olivier M. A., 1997. Soil and human health a revive. *European Journal of Soil Science*, 48, 573-592.
- Opara E.C., Abdel-Rahman E., Soliman S., Kamel W.A., Souka S., Lowe J.E., Abdel-Aleem S., 1999. Depletion of total antioxidant capacity in type 2 diabetes. *Metabolism*, 48 (11), 1414-1447.
- Prokopowicz D., 2001. Właściwości zdrowotne szarłat (*Amaranthus cruentus*). *Medycyna Wet.*, 57(8), 559-561.
- Pulido R, Jimenez-Escrig A, Orensanz L, Saura-Calixto F, Jimenezescrig A., 2005. Study of plasma antioxidant status in Alzheimer's disease. *Eur. J. Neurol.*, 12 (7), 531-535.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice Evans C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.*, 26, 1231-1237.
- Rice-Evans C., Miller N.J., 1994. *Methods Enzymology*, Academic Press. Inc., 234, 279-293.
- Rimmer D.L., 2006. Free radicals, antioxidants, and soil organic matter recalcitrance. *European Journal of Soil Science*, 57, 91-94.

- Sas-Piotrowska B., Piotrowski W., Misiak M., 1996. The growth and development of potato pathogens on the media with extracts from *Polygonaceae* plants. *Phytopathologia Polonica*, 11, 103-109.
- Schetkin I., Khlebnikov A., Kwon B.S., 2002. Medical drugs from humus matter: Focus on mumie. *Drug Development Research*, 57, 3, 40-59.
- Shiow Y., Wang, Hsin-Shan Lin, 2003. Compost as a soil supplement increases the level of antioxidant compounds and oxygen radical absorbance, capacity in strawberries, *J. Agric. Food Chem.*, 51(23), 6844-6850.
- Skwaryło-Bednarz B., Krzepiło A., 2007. Biological and antioxidant properties of soils from the protected zone of Roztocze National Park. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16, 3A, 251-254.
- Wielgosz E., Szember A., 2006. Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Annales UMCS, Sec. E*, 61, 107-119.

DIVERSIFIED FERTILIZATION WITH NPK
IN WIDE-ROW CULTIVATION OF *AMARANTHUS CRUENTUS* L.
AND TOTAL ANTIOXIDANT CAPABILITY OF LEAVES
AND SOIL UNDER AMARANTHUS

Barbara Skwaryło-Bednarz, Anna Krzepiło

Faculty of Agricultural Sciences in Zamość, University of Life Sciences in Lublin
ul. Szczepkowska 102, 22-400 Zamość
e-mail: bskwarylo@wnr.edu.pl

Abstract. The aim of the study was to investigate the influence of diversified fertilization with NPK on total antioxidant capability of soil and of leaves of two Polish varieties of *Amaranthus* (Rawa and Aztec) in wide-row cultivation. Three doses of NPK were used: I) nitrogen 50 kg ha⁻¹, phosphorus 40 kg ha⁻¹, potassium 40 kg ha⁻¹; II) nitrogen 90 kg ha⁻¹, phosphorus 60 kg ha⁻¹, potassium 60 kg ha⁻¹; III) nitrogen 130 kg ha⁻¹, phosphorus 70 kg ha⁻¹, potassium 70 kg ha⁻¹. The factors determined included the antioxidant capabilities (TAC) of soil and of amaranthus leaves, with Rice-Evans and Miller method in Bartosz modification, and the content of organic carbon in the soil. On the basis of statistical analysis significant correlations were observed between TAC of soils, leaves, and content of organic coal in soil and applied level of fertilization. An increase of total antioxidant capability of the soil under amaranthus Rawa was influenced by the lowest (combination I) dose of fertilization, and in the case of Aztec the highest level of fertilization (combination III of NPK). Fertilization with doses I and III of NPK produced an increase of total antioxidant capability of leaves of Rawa, and dose III boosted the increase of total antioxidant capability of leaves of Aztec.

Keywords: amaranthus, total antioxidant capability of soil, total antioxidant capability of leaves