

WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA NPK NA ZAWARTOŚĆ  
CHLOROFILU W LIŚCIACH DWÓCH ODMIAN SZARŁATU  
(*AMARANTHUS CRUENTUS L.*) UPRAWIANEGO  
W SIEWIE SZEROKORZĘDOWYM

*Barbara Skwaryło-Bednarz, Anna Krzepińko*

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

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wstępną ocenę wpływu zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość chlorofilu *a*, *b* oraz *a+b* w liściach dwóch odmian szarłat Rawa i Aztek. W doświadczeniu polowym uprawiano szarłat w rozstawie szerokorzędowej na glebie kompleksu pszennego dobrego, w południowo-wschodniej części Polski. Zastosowano następujące dawki makroskładników: I – 50 kg N·ha<sup>-1</sup>, 40 kg P·ha<sup>-1</sup>, 40 kg K·ha<sup>-1</sup>, II – 70 kg N·ha<sup>-1</sup>, 50 kg P·ha<sup>-1</sup>, 50 kg K·ha<sup>-1</sup>, III – 90 kg N·ha<sup>-1</sup>, 60 kg P·ha<sup>-1</sup>, 60 kg K·ha<sup>-1</sup> oraz IV – 130 kg N·ha<sup>-1</sup>, 70 kg P·ha<sup>-1</sup>, 70 kg K·ha<sup>-1</sup>. Określano zawartość chlorofilu *a* i *b* oraz *a+b* w świeżej masie liści w okresie pełni kwitnienia roślin oraz formowania nasion. Z przeprowadzonych badań wynika, iż najwyższą zawartość chlorofilu *a* oraz *a+b* w szarłacie odmiany Rawa stwierdzono przy nawożeniu III dawką NPK, natomiast dla odmiany Aztek była to II dawka NPK. Najwyższą zawartość chlorofilu *b* w świeżej masie liści odmiany Rawa stwierdzono przy zastosowaniu II poziomu nawożenia makroelementami a dla odmiany Aztek przy III dawce nawożenia NPK. Stwierdzono istotne statystycznie zależności pomiędzy zastosowanymi dawkami nawożenia NPK a ilością chlorofilu *a* i *b* w świeżej masie liści obydwu odmian szarłat.

**Słowa kluczowe:** szarłat, zawartość chlorofilu, nawożenie NPK

#### WSTĘP

Zielone barwniki roślin, czyli chlorofile, pełnią kluczową rolę w procesach biosyntezy zachodzących w zielonych częściach roślin. Chlorofile biorą udział w procesie absorpcji energii świetlnej i jej zamianie na energię chemiczną, wykorzystywaną w endoergicznym procesie syntezy związków organicznych z substancji prostych: CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O (Dżugan 2006). U roślin wyższych występuje chlorofil *a* i *b*, przy czym zawartość chlorofilu *a* jest 2-4 razy wyższa niż chlorofilu *b* (Sikorski 2001, Dżugan 2006).

Liczne badania dowodzą, że zawartość chlorofilów w świeżej masie liści różnych roślin wzrasta po nawożeniu makroelementami, szczególnie azotem. (Bieśiada i in. 2006, Ciećko i in. 2004). Kumulowanie chlorofilu, zwłaszcza  $a$  oraz  $a+b$  w liściach może zależeć od nie tylko od dawki nawozu azotowego ale także formy wysiewania nawozu (punktowy lub rzutowy) czy inokulacji nasion grzybem (Szulc i in. 2008).

Celem pracy była wstępna ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość chlorofilu  $a$ ,  $b$  i  $a+b$  w liściach dwóch odmian szarłatu spożywczego (Rawa i Aztek) uprawianych na nasiona.

Do niniejszych badań jako roślinę doświadczalną celowo wybrano szarłat, ponieważ szybko reaguje na nawożenie organiczne i mineralne. Szczególnie wyraźny wzrost plonu stwierdzono przy nawożeniu azotem (Weber 1990). Z badań nad uprawą szarłatu wynika, iż jego potrzeby nawozowe nie są zbyt wygórowane. Najczęściej pod tą roślinę zaleca się stosowanie  $80-120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $50-70 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $50-70 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Nalborczyk i in. 1994). Zastosowanie wzrastających dawek makroelementów (niższych i wyższych niż zalecane) pozwoli na określenie, która z nich sprzyja kumulowaniu chlorofilu  $a$ ,  $b$  czy  $a+b$  w świeżej masie liści w fazie kwitnienia i formowania nasion.

#### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe założone zostało w 2007 roku metodą losowych podbloków (split-plot) w trzech powtórzeniach na glebie brunatnej wytworzonej z lessu (kompleksu pszennego dobrego) w prywatnym gospodarstwie rolnym położonym k/Zamościa. Gleba cechowała się wysoką zasobnością w P, K i Mg. Nasiona szarłatu odmiany Rawa i Aztek wysiewano w trzeciej dekadzie maja w rozstawie szerokokorządowej (co 60 cm) na mikropletka o wymiarach  $1\text{m}^2$ . Pielęgnacja doświadczenia była zgodna z wymogami poprawnej agrotechniki. Nawozy fosforowe (w formie superfosfatu potrójnego granulowanego) i potasowe (w formie soli potasowej) wysiewano jesienią. Azot w formie saletry amonowej zastosowano w dwóch dawkach: przedsięwnie i w okresie najintensywniejszego wzrostu. Nawozy aplikowano w sposób rzutowy.

Celem doświadczenia było określenie wpływu wzrastających dawek NPK na zawartość chlorofilu w liściach dwóch odmian szarłatu: Rawa i Aztek.

Zastosowano następujące dawki makroelementów:

- I)  $50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $40 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $40 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,
- II)  $70 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $50 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $50 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,
- III)  $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $60 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $60 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,
- IV)  $130 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $70 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $70 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Schemat doświadczenia uwzględniał również obiekty bez nawożenia NPK, czyli obiekty kontrolne.

Uzyskane wyniki porównywano z obiektem bez nawożenia NPK (obiektem kontrolnym).

W okresie pełni kwitnienia roślin oraz na początku formowania nasion oznaczono ilość chlorofilu *a* i *b* oraz *a+b* w świeżej masie liści, metodą spektrofotometryczną opisaną przez Blamowskiego i Borowskiego (2006). Zawartość chlorofilu mierzono na trzecim liściu zielonym rośliny (mierzonym w dół od kwiatostanu). Wszystkie pomiary wykonano w 3 powtórzeniach.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie w oparciu o współczynniki korelacji.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, iż zastosowane nawożenie NPK w odniesieniu do obiektu kontrolnego przyczyniło się do kumulowania chlorofilu *a*, *b* i *a+b*. Pomimo tego zaobserwowano, że wysokie dawki NPK (zawsze IV dawka, niekiedy III) powodowały spadek zawartości badanych chlorofilów, przy czym były to wartości zawsze wyższe niż z obiektu na którym nawożenie było zerowe (tab. 1). Najprawdopodobniej dobre efekty przyniosło tutaj nawożenie azotowe (Nalborczyk i in. 1994). Z badań Peyvast i in. (2007) wynika, że zawartość chlorofilu w roślinach szybko wzrasta po zastosowaniu nawożenia, w tym szczególnie organicznego. W badaniach Sudhir Shukla i in. (2003) wykazano, że ilość kumulowanego chlorofilu w świeżej masie liści szarłatu uzależniona jest także od odmiany i terminu pobierania materiału roślinnego do analizy.

Średnia zawartość chlorofilu *a* w analizowanych liściach dwóch odmian szarłatu była wyższa w fazie formowania nasion niż w fazie kwitnienia (tab. 1).

Najwyższą średnią ilość chlorofilu *a* w świeżej masie szarłatu odmiany Rawa w obydwu terminach analiz zanotowano dla III dawki makroelementów (faza kwitnienia – 0,880 mg·g<sup>-1</sup> świeżej masy, faza formowania nasion – 1,124 mg·g<sup>-1</sup> świeżej masy). Była ona wyższa o ponad 41,9% w fazie kwitnienia i o około 17,7% w okresie formowania nasion w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Średnia ilość chlorofilu *a* dla odmiany Aztek w obu badanych fazach były najwyższe przy zastosowaniu II dawki makroelementów (tab.1). W fazie kwitnienia roślin zawartość chlorofilu *a* w blaszkach liściowych mierzona przy tej dawce nawożenia wynosiła 0,761 mg·g<sup>-1</sup> świeżej masy i była wyższa o 22,7% od obiektu kontrolnego. Podczas formowania nasion jego ilość wynosiła 1,053 mg·g<sup>-1</sup> świeżej masy i była wyższa o 15,6% w stosunku do obiektów nienawożonych.

Zastosowanie IV dawki makroelementów na mikropoletkach z odmianą Rawa oraz III i IV dawki na mikropoletkach z odmianą Aztek przyczyniło się do mniejszej kumulacji chlorofilu *a* w blaszkach liściowych szarłatu, aczkolwiek wyższej niż notowanej dla obiektów kontrolnych.

**Tabela 1.** Zawartość chlorofilu *a*, *b* i *a+b* (mg·g<sup>-1</sup> ś.m.) w liściach szarłatu oraz stosunek chlorofilu *a:b* – wartości średnie  
**Table 1.** Chlorophyll *a*, *b* and *a+b* (mg·g<sup>-1</sup> fresh mass) content in amaranth leaves and ratio of chlorophyll *a:b* – mean values

Dawki makroelementów Macro-element doses	Chlorofil <i>a</i> Chlorophyll <i>a</i>		Chlorofil <i>b</i> Chlorophyll <i>b</i>		Chlorofil <i>a+b</i> Chlorophyll <i>a+b</i>		Stosunek <i>a:b</i> Ratio <i>a:b</i>	
	I*	II**	I*	II**	I*	II**	I*	II**
Odmiana Rawa – Rawa variety								
I	0,656	0,973	0,308	0,307	0,964	1,280	2,13	3,17
II	0,707	1,093	0,379	0,309	1,086	1,402	1,87	3,54
III	0,880	1,124	0,374	0,306	1,254	1,430	2,35	3,67
IV	0,690	1,022	0,362	0,290	1,052	1,312	1,91	3,52
Obiekt kontrolny Control treatment	0,620	0,955	0,300	0,300	0,920	1,255	2,07	3,18
Odmiana Aztek – Aztek variety								
I	0,640	0,944	0,289	0,187	0,929	1,131	2,21	5,05
II	0,761	1,053	0,340	0,204	1,101	1,257	2,24	5,16
III	0,713	0,827	0,342	0,241	1,055	1,068	2,08	3,43
IV	0,691	0,796	0,313	0,232	1,004	1,028	2,21	3,43
Obiekt kontrolny Control treatment	0,620	0,911	0,275	0,175	0,895	1,086	2,25	5,21

I\* – faza kwitnienia – flowering stage, II\*\* – faza formowania nasion – onset of seed formation.

Szulc i in. (2008) podkreślają, że wysokie dawki nawozów azotowych powodują istotne zmniejszenie chlorofilu  $a$  i  $a+b$  w blaszkach liściowych kukurydzy. Wpływ na zawartość tego barwnika mają również mikroorganizmy, w tym grzyby z rodzaju *Fusarium* wywołujące zgniliznę korzeni i zgorzel podstawy łodygi u kukurydzy.

Generalnie poziom chlorofilu  $b$  w liściach odmiany Rawa mierzony w okresie kwitnienia był wyższy niż w okresie formowania nasion. W obydwu fazach II dawka zastosowanego nawożenia najlepiej wpłynęła na gromadzenie chlorofilu  $b$ . Przy tej dawce makroelementów najwyższa średnia zawartość chlorofilu  $b$  w okresie kwitnienia roślin odmiany Rawa wynosiła  $0,379 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy i była wyższa o 26,3% niż dla obiektu kontrolnego, natomiast w okresie formowania nasion wynosiła  $0,309 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy i była wyższa o 3% w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 1).

Podobnie jak w przypadku roślin odmiany Rawa średnia zawartość chlorofilu  $b$  w liściach szarłatu odmiany Aztek była wyższa w fazie kwitnienia niż w fazie formowania nasion. Najwyższą średnią zawartość tego parametru zanotowano dla III dawki nawozów w okresie kwitnienia. Wynosiła ona  $0,342 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy i była wyższa o 24,4% w porównaniu do obiektu kontrolnego. Przy tej samej dawce zastosowanego nawożenia w okresie formowania nasion ilość chlorofilu  $b$  wynosiła  $0,241 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  świeżej masy i była wyższa o 37,7% w odniesieniu do obiektów nie-nawożonych (tab. 1).

Pomimo, iż zastosowanie III i IV poziomu nawożenia na mikropoletkach z odmianą Rawa oraz IV poziomu nawożenia na mikropoletkach z odmianą Aztek przyczyniło się do mniejszej kumulacji chlorofilu  $b$  to jednak była to ilość wyższa niż notowana w obiekcie kontrolnym. Oznacza to, iż nawożenie wzrastającymi dawkami NPK ma wpływ na wzrost zawartości chlorofilu  $b$  w blaszkach liściowych szarłatu. Wyniki niniejszych badań potwierdzają inni autorzy (Ciećko i in. 2004). Stwierdzili oni, iż większość odmian buraka cukrowego, w tym Khazar reaguje dodatnio na wzrost nawożenia NPK istotnym wzrostem chlorofilu  $b$  w liściach. Szulc i in. (2008) nie stwierdzili natomiast istotnego wpływu nawożenia azotem na zawartość chlorofilu  $b$  w blaszkach liściowych kukurydzy. Z ich badań wynika, że tylko inokulacja materiału siewnego kukurydzy grzybem z rodzaju *Fusarium* istotnie wpływa na zmniejszenie ilości chlorofilu  $a$  w świeżej masie liści.

Średnie zawartości chlorofilu  $a+b$  w badanych materiałach roślinnych uzależnione były od odmiany szarłatu. Generalnie jego ilość była wyższa dla odmiany Rawa w porównaniu do Aztek. Gębczyński (2003) sugeruje, iż poziom chlorofilu  $a+b$  w roślinach może ulegać wahaniom. Głównym czynnikiem zmienności tego parametru jest odmiana. Średnie zawartości chlorofilu  $a+b$  zbadane w materiale roślinnym dwóch odmian szarłatu były wyższe w okresie formowania nasion w porównaniu do fazy ich kwitnienia.

Najwyższą średnią zawartość chlorofilu  $a+b$  stwierdzono w liściach odmiany Rawa w fazie formowania nasion, przy zastosowaniu III dawki nawożenia NPK. Wynosiła ona  $1,430 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  świeżej masy i była wyższa o 13,9% w porównaniu do obiektu kontrolnego. W fazie kwitnienia przy tej samej dawce zawartość chlorofilu  $a+b$  wynosiła  $1,254 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  świeżej masy i była wyższa o 36,3% w odniesieniu do obiektu kontrolnego.

Najkorzystniej na koncentrację chlorofilu  $a+b$  w liściach szarłatu odmiany Aztek wpłynęła II dawka nawożenia. Średnia zawartość chlorofilu  $a+b$  w fazie kwitnienia i formowania nasion była odpowiednio wyższa o 23% i 15,7% niż z obiektu kontrolnego. Wzrost zawartości chlorofilu  $a+b$  w liściach najprawdopodobniej generowany był poziomem nawożenia NPK (Ciećko i in. 2004).

Z przeprowadzonych badań wynika, że średnia zawartość chlorofilu  $a$ ,  $b$  i  $a+b$  w blaszkach liściowych szarłatu była uzależniona od odmiany. Taką prawidłowość potwierdzają Coops i in. (2003). Otrzymane w niniejszej pracy wyniki są zbieżne także z badaniami Sudhir Shukla i in. (2003).

Przyjmuje się, że chlorofil  $a$  i chlorofil  $b$  występują w roślinach najczęściej w stosunku 3:1 (Sikorski 2001, Kung-Fang Cao 2000). Dla odmiany Rawa wyższy stosunek chlorofilu  $a$  do  $b$  stwierdzono w materiale roślinnym pobranym w fazie formowania nasion (tab. 1). Zawierał się w przedziale 3,17:1-3,67:1. Niższe stosunki chlorofilu  $a$  do  $b$  stwierdzono w fazie kwitnienia roślin 1,91:1-2,35:1). Najwyższe stosunki chlorofilu  $a$  do  $b$  dla odmiany Rawa zanotowano przy III dawce nawożenia NPK, niezależnie terminu pobierania materiału roślinnego do analizy (tab. 1).

Stosunek chlorofilu  $a$  do  $b$  u odmiany Aztek był zróżnicowany (tab. 1). Generalnie wyższy zanotowano przy oznaczaniu tych parametrów w drugim terminie analizy liści. Zawierał się on wtedy w przedziale 3,43:1-5,21:1. W fazie kwitnienia roślin stosunek chlorofilu  $a$  do  $b$  wahał się w przedziale 2,08:1-2,25:1. Najwyższy stosunek chlorofilu  $a$  do  $b$  obliczono dla obiektów kontrolnych.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wiele istotnych zależności pomiędzy zastosowaną dawką makroelementów a ilością chlorofilu  $a$  i  $b$  w badanych fazach rozwojowych roślin szarłatu. Na ilość chlorofilu  $a$  w blaszkach liściowych odmiany Rawa istotny wpływ miało nawożenie makroelementami. Zastosowanie stopniowo wzrastających dawek NPK u tej odmiany przyczyniło się do istotnego wzrostu chlorofilu  $a$  w fazie formowania nasion ( $r = 0,552$ , przy  $p = 0,05$ ) oraz chlorofilu  $b$  w okresie kwitnienia ( $r = 0,756$ , przy  $p = 0,01$ ).

Zastosowanie zróżnicowanych dawek makroelementów istotnie wpłynęło na ilość chlorofilu  $a$  w świeżej masie liści odmiany Aztek w fazie kwitnienia ( $r = 0,583$ , przy  $p = 0,05$ ) (tab. 2). Istotne dodatnie korelacje zanotowano również pomiędzy zastosowanym dawkami nawozów a zawartością chlorofilu  $b$  w liściach odmiany Aztek fazy kwitnienia roślin ( $r = 0,643$ , przy  $p = 0,05$ ) oraz formowania nasion ( $r = 0,884$ , przy  $p = 0,01$ ).

**Tabela 2.** Współczynniki korelacji pomiędzy zastosowanymi dawkami makroelementów a zawartością chlorofilu**Table 2.** Correlation coefficients between macro-element doses and chlorophyll content

Parametry Parameters	Zastosowane dawki nawożenia NPK NPK fertiliser combinations applied	
	Faza kwitnienia Flowering stage	Faza formowania nasion Onset of seed formation
Odmiana Rawa – Rawa variety		
Zawartość chlorofilu <i>a</i> Chlorophyll <i>a</i> content	0,496	0,552*
Zawartość chlorofilu <i>b</i> Chlorophyll <i>b</i> content	0,756**	-0,402
Zawartość chlorofilu <i>a+b</i> Chlorophyll <i>a+b</i> content	0,263	-0,281
Odmiana Aztek – Aztek variety		
Zawartość chlorofilu <i>a</i> Chlorophyll <i>a</i> content	0,583*	-0,474
Zawartość chlorofilu <i>b</i> Chlorophyll <i>b</i> content	0,643*	0,884**
Zawartość chlorofilu <i>a+b</i> Chlorophyll <i>a+b</i> content	0,248	-0,213

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

#### WNIOSKI

- Średnie zawartości chlorofilu *a* w blaszkach liściowych badanych odmian szarłatu były wyższe w fazie formowania nasion niż w fazie kwitnienia.
- Najwyższą średnią zawartość chlorofilu *a* oraz *a+b* w liściach szarłatu odmiany Rawa stwierdzono przy III poziomie nawożenia NPK, natomiast dla odmiany Aztek był to II poziom.
- Najwyższą średnią zawartość chlorofilu *b* w świeżej masie liści odmiany Rawa stwierdzono przy zastosowaniu II poziomu nawożenia makroelementami, a dla odmiany Aztek przy III dawce nawożenia NPK.
- U obu analizowanych odmian szarłatu wartości stosunków chlorofilu *a* do *b* były wyższe w fazie formowania nasion niż w fazie kwitnienia.

## PIŚMIENNICTWO

- Biesiada A., Kucharska A., Sokół-Lętowska A., 2006. Wpływ formy i dawki azotu na plonowanie oraz skład chemiczny jeżówki purpurowej (*Echinaceae purpureae* Moench.) w pierwszym i drugim roku po posadzeniu. *Acta Agrophysica* 7(4), 829-838.
- Blamowski Z.K., Borowski E., 2006. Ćwiczenia z fizjologii roślin. Wyd. AR, Lublin.
- Ciecko Z., Grzegorzewski K., Żołnowski A., Naumowicz T., 2004. Oddziaływanie nawożenia mineralnego na plonowanie i zawartość cukru w korzeniach oraz zawartość chlorofilu w liściach buraka cukrowego. *Biul. IHAR* 234, 137-144.
- Coops N.C., Stone C., Culvenor D.S., Chisholm L.A., Merton R.N., 2003. Chlorophyll content in eucalypt vegetation at the leaf and canopy scales as derived from high resolution spectral data. *Tree Physiol.*, 23(1), 23-31.
- Dżugan M., 2006. Czynniki wpływające na stabilność zielonych barwników roślin. *Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie oraz Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego*, Z.7, 27-33.
- Gębczyński P., 2003. Zmiany ilościowe wybranych składników chemicznych w procesie mrożenia i zamrażalnicy składowania głównych i bocznych róż brokuła. *Acta Sci. Pol. – Technologia Alimentaria*, 2(1), 31-39.
- Kung-Fang Cao., 2000. Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 woody species in contrasting light conditions in a Bornean heath forest. *Can. J. Bot.* 78, 1245-1253.
- Nalborczyk E., Wróblewska E., Marcinkowska E., Roszewski R., 1994. *Amaranthus* – perspektywy uprawy i wykorzystania. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Peyvast G.H., Sedghi Moghaddam M., Olfati J.A., 2007. Effect of municipal solid waste compost on weed control, yield and some quality indices of greek pepper (*Capsicum annuum* L.). *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, Vol. 4(2).
- Sudhir Shukla, Vibha Pandey, Pachauri G., Dixit B.S., Banerji R., Singh S.P., 2003. Nutritional contents of different foliage cuttings of vegetable amaranth. *Plant Foods for Human Nutrition* 58, 1-8.
- Sikorski Z.E., 2001. *Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności*. Wyd. WNT, Warszawa, 408-411.
- Szulc P., Rybus-Zajac M., Waligóra H., Skrzypczak W., 2008. Wpływ *Fusarium culmorum* na zawartość chlorofilu w zależności od dawki azotu i sposobu nawożenia. *Acta Agrophysica* 11(2), 519-526.
- Weber L.E., 1990. *Amaranth grain production guide*. Rodale Press, Emmaus, PA.

EFFECT OF VARIOUS DOSES OF NPK FERTILISERS ON CHLOROPHYLL  
CONTENT IN THE LEAVES OF TWO VARIETIES OF AMARANTH  
(*AMARANTHUS CRUENTUS* L.) IN WIDE-ROW CULTIVATION

*Barbara Skwaryło-Bednarz, Anna Krzepiłko*

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.** This paper presents the preliminary evaluation of the influence of various doses of NPK fertilisers on the content of chlorophyll *a*, *b* and *a+b* in the leaves of two varieties of amaranth, Rawa and Aztek. In field experiments, amaranth was grown at wide row spacing on good wheat



complex soil in south-eastern Poland. The following macro-element doses were applied: I – 50 kg N ha<sup>-1</sup>, 40 kg P ha<sup>-1</sup>, 40 kg K ha<sup>-1</sup>, II – 70 kg N ha<sup>-1</sup>, 50 kg P ha<sup>-1</sup>, 50 kg K ha<sup>-1</sup>, III – 90 kg N ha<sup>-1</sup>, 60 kg P ha<sup>-1</sup>, 60 kg K ha<sup>-1</sup> and IV – 130 kg N ha<sup>-1</sup>, 70 kg P ha<sup>-1</sup>, 70 kg K ha<sup>-1</sup>. Assessments were made of chlorophyll *a*, *b* and *a+b* content in fresh leaf tissue during the full bloom and seed formation stages. The highest chlorophyll *a* and *a+b* content in the Rawa variety was found with dose III of NPK fertiliser, while for Aztek it was highest with dose II of NPK. Chlorophyll *b* content was higher per unit fresh mass of Rawa leaves than in the Aztek variety. The highest chlorophyll *b* content per unit of fresh mass of Rawa leaves was found with level II of macro-element fertilisers, while for Aztek this value was highest with dose III of NPK. Statistically significant dependencies were found between the NPK fertiliser doses used and the amount of chlorophyll *a* and *b* in the fresh leaf tissue of both amaranth varieties.

**Key words:** amaranth, chlorophyll content, NPK fertiliser