

Danuta Bobrzecka, Barbara Wojciechowska, Zenon Procyk, Alojzy Wojtas  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

## Zawartość oraz jakość tłuszczu z nasion szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.) w zależności od nawożenia miedzią

### Content and quality of oil from amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) seeds in relation to fertilization with copper

Słowa kluczowe: szarłat, nawożenie miedzią, plon nasion i tłuszczu, kwasy tłuszczowe

Key words: amaranth, copper fertilization, yield of seeds and oil, fatty acids

Szarłat, zwany też amarantusem, jest rośliną zbożową zaliczaną do tzw. roślin alternatywnych. Przeprowadzono trzyletnie doświadczenie polowe nad reakcją szarłatu genotyp MT-3 na nawożenie miedzią doglebowo (5 lub 10 kg Cu/ha) albo dolistnie (0,5 lub 1,0 kg Cu/ha). Doświadczenie zlokalizowano na glebie płowej o średniej lub niskiej zasobności w miedź przyswajalną. Zastosowane nawożenie miedzią nie wpłynęło na zmianę procentowej zawartości tłuszczu w nasionach szarłatu, natomiast dawka 5 kg Cu/ha doglebowo lub 0,5 kg Cu/ha dolistnie istotnie zwiększała plony nasion i tłuszczu. Zastosowane dawki miedzi nie różnicowały zawartości kwasów tłuszczowych w oleju szarłatu, w którym stwierdzono obecność kwasu margarynowego (C<sub>17:0</sub>) i margaryno-oleinowego (C<sub>17:1</sub>). Warunki glebowo-klimatyczne w poszczególnych latach doświadczenia w większym stopniu wpływały na plony nasion i tłuszczu oraz zawartość kwasów tłuszczowych w oleju szarłatu niż stosowane w badaniach nawożenie miedzią.

Amaranth is considered as an alternative cereal species. Three-years experiment was performed to determine the amaranth (genotype MT-3) response to copper fertilization to soil (5 or 10 kg Cu per ha) or foliar application (0.5 or 1.0 kg Cu per ha). The trial was carried out on grey-brown podzolic soil of medium or low copper abundance. Applied copper fertilization did not affect concentration of fat in amaranth seeds, whereas 5 kg/ha of Cu as soil fertilization or 0.5 kg Cu/ha as foliar application significantly increased seeds and fat yield. Applied copper did not affect composition of fatty acids of amaranth fat, in which were found fatty acids such as margaric (C<sub>17:0</sub>) and margaric-oleic (C<sub>17:1</sub>). Copper fertilization affected seeds and fat yield and content of fatty acids of amaranth fat at lower rate than soil and weather conditions.

## Wstęp

Szarłat, zwany też amarantusem, jest rośliną zbożową. W przeszłości wchodził między innymi w skład pożywienia Azteków i Inków. Obecnie nasiona, jak i części zielone, stanowią istotną część jadłospisu ludzi zamieszkających w tych krajach, gdzie występują niedobory żywności.

Za wprowadzeniem szarłatu do szerokiej uprawy w Polsce przemawiają liczne dodatnie cechy rolnicze, cenne wartości żywieniowe i dietetyczne nasion oraz liści tej rośliny (Piesiewicz, Ambroziak 1995). W grupie roślin zbożowych amarantus wyróżnia się najwyższą zawartością tłuszczu — do 7,8% w suchej masie (Matuska 1996). Głównym składnikiem oleju z nasion szarłatu są nienasycone kwasy tłuszczowe (Nalborczyk 1995), w tym także z grupy NNKT (Becker 1989, Matuska 1996, Ologunde i in. 1992).

Celem podjętych badań było określenie wpływu przedsiewnego i dolistnego nawożenia szarłatu miedzią na zawartość i skład tłuszczu w nasionach oraz jego plon.

## Material i metody

---

Szarłat (*Amaranthus cruentus* L.), genotyp MT-3 o żółtych kwiatach i nasionach, uprawiano na glebie pławiej pylastej średniej wytworzonej z gliny, klasy IIIa, w ZPD Bałcyny w latach 1995–1997. Gleba ta, o lekko kwaśnym odczynie, wykazywała średnią zasobność w przyswajalny fosfor i potas oraz niską (1996 r.) lub średnią (1995 r., 1997 r.) zasobność w przyswajalną miedź. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek wynosiła 30 m<sup>2</sup>. Nasiona wysiewano w ilości 1,5 kg/ha, w rzędy co 40 cm, w terminach: 1995.06.03, 1996.06.13 i 1997.06.13. Nawożenie podstawowe wynosiło 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 150 kg K<sub>2</sub>O/ha oraz 165 kg N/ha z podziałem na dawki: 65 kg N/ha przedsiewnie, 60 kg N/ha pogłównie w fazie 5–6 liścia i 40 kg N/ha pogłównie lub dolistnie w okresie tworzenia kwiatostanów. Miedź przedsiewnie stosowano w dawkach 5 i 10 kg Cu/ha na 2–3 dni przed siewem nasion, a dolistnie 0,5 i 1,0 kg Cu/ha w okresie tworzenia kwiatostanów.

Do nawożenia użyto: superfosfatu potrójnego (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), soli potasowej (56% K<sub>2</sub>O), mocznika (46% N), siarczanu miedzi (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O — 25,4% Cu). Dolistnie azot wprowadzano w 5% roztworze mocznika, a siarczan miedzi rozpuszczano w roztworze mocznika.

Nasiona szarłatu zbierano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej i wioskowej, w terminach: 1995.10.09, 1996.10.11 i 1997.10.20.

Zawartość tłuszczu surowego w nasionach oznaczono metodą Soxhleta. Skład kwasów tłuszczowych w oleju określono za pomocą chromatografu gazowego firmy PYE Unicam Series 104 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym. Wyniki opracowano statystycznie stosując test t Studenta przy p = 0,05%.

## Wyniki i dyskusja

Stwierdzono, że zarówno sposób nawożenia jak i dawki miedzi nie wpłynęły na istotne zróżnicowanie zawartości tłuszczu w nasionach szarłatu, które wahały się od 6,86 do 7,92% w suchej masie (tab. 1). Podobne zawartości tłuszczu uzyskali inni autorzy (Nalborczyk i in. 1994, Garcia i in. 1987, Matuska 1986, Sanders i in. 1984, Piesiewicz i in. 1995).

Tabela 1

Wpływ nawożenia miedzią na zawartość tłuszczu w nasionach szarłatu w % s.m.  
*Influence of copper fertilization on fat content in amaranth seeds in % DM*

Rok Year	Nawożenie — Fertilization [kg/ha]						NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>
	kontrola control	Cu <sub>5</sub> <sup>1</sup>	Cu <sub>10</sub> <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	N+Cu <sub>0,5</sub> <sup>2</sup>	N+Cu <sub>1,0</sub> <sup>2</sup>	
1995	7,05	6,95	6,86	6,91	7,25	7,13	r.n.
1996	7,50	7,49	7,39	7,29	7,42	7,49	r.n.
1997	7,90	7,92	7,82	7,70	7,83	7,72	r.n.
Średnia Mean	7,48	7,45	7,36	7,30	7,50	7,45	r.n.

<sup>1</sup> — przed siewem — *before sowing*; <sup>2</sup> — dolistnie — *foliar spray*  
 r.n. — różnica nieistotna — *not significant difference*

W porównaniu z kontrolą stwierdzono udowodniony przyrost średnich plonów nasion szarłatu pod wpływem przedsewnej dawki 5 kg Cu/ha i dolistnych dawek 0,5 kg i 1,0 kg Cu/ha (tab. 2) oraz brak dalszego przyrostu przy nawożeniu 10 kg Cu/ha przedsewnie. Świadczy to o stosunkowo małym zapotrzebowaniu szarłatu na nawożenie miedzią. W zestawieniu z plonami obiektu kontrolnego nie uzyskano także zwiększenia plonów nasion szarłatu nawożonego dolistnie azotem w okresie tworzenia kwiatostanów.

Tabela 2

Wpływ nawożenia miedzią na plon nasion szarłatu [t s.m. z ha]  
*Influence of copper fertilization on the amaranth seeds yield [t DM per ha]*

Rok Year	Nawożenie — Fertilization [kg/ha]						NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>
	kontrola control	Cu <sub>5</sub> <sup>1</sup>	Cu <sub>10</sub> <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	N+Cu <sub>0,5</sub> <sup>2</sup>	N+Cu <sub>1,0</sub> <sup>2</sup>	
1995	2,00	2,11	2,18	2,02	2,06	1,96	0,03
1996	1,04	1,15	1,19	1,11	1,16	1,22	0,06
1997	2,06	2,17	2,12	2,08	2,12	2,10	r.n.
Średnia Mean	1,70	1,81	1,83	1,74	1,78	2,09	0,05

<sup>1</sup> — przed siewem — *before sowing*; <sup>2</sup> — dolistnie — *foliar spray*  
 r.n. — różnica nieistotna — *not significant difference*

W związku ze wzrostem plonów nasion, po zastosowaniu wymienionych powyżej dawek miedzi, osiągnięto również istotne zwiększenie plonów tłuszczu szarłatu (tab. 3), mimo braku zróżnicowania w zawartości tłuszczu w nasionach z poszczególnych obiektów nawozowych (tab. 1).

Tabela 3

Wpływ nawożenia miedzią na plon tłuszczu nasion szarłatu  
*Influence of copper fertilization on fat yield in amaranth seeds*

Rok Year	Nawożenie — Fertilization [kg/ha]						NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>
	kontrola control	Cu <sub>5</sub> <sup>1</sup>	Cu <sub>10</sub> <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	N+Cu <sub>0,5</sub> <sup>2</sup>	N+Cu <sub>1,0</sub> <sup>2</sup>	
1995	141,3	146,8	149,9	139,8	149,6	139,7	7,8
1996	78,6	86,3	87,9	80,8	86,0	91,5	8,5
1997	162,4	171,4	165,6	160,5	166,2	162,1	r.n.
Średnia Mean	127,4	134,8	134,5	127,0	133,9	131,1	5,8

<sup>1</sup> — przed siewem — *before sowing*; <sup>2</sup> — dolistnie — *foliar spray*  
r.n. — różnica nieistotna — *not significant difference*

Analiza zawartości kwasów tłuszczowych w oleju z nasion szarłatu (tab. 4) wykazała większą koncentrację kwasu palmitynowego (C<sub>16:0</sub>), stearynowego (C<sub>18:0</sub>) i linolowego (C<sub>18:2</sub>) oraz niższą kwasów oleinowego (C<sub>18:1</sub>) i linolenowego (C<sub>18:3</sub>) (tab. 4) w porównaniu z olejem uzyskanym z nasion rzepaku ozimego odmiany Ceres (Bobrzecka i in. 1997). Badany olej zawierał również niewielkie ilości (0,37–0,50%) kwasu margarynowego (C<sub>17:0</sub>) oraz (0,87–1,11%) kwasu margaryno-oleinowego (C<sub>17:1</sub>) (Fatty acids, Niewiadomski 1984, Ziemiański i in. 1977), których nie stwierdzono w oleju rzepaku Ceres (Bobrzecka i in. 1997). Zawartości kwasu palmitynowego (C<sub>16:1</sub>) i stearynowego (C<sub>18:0</sub>) w oleju szarłatu były znacznie wyższe, a kwasu linolowego niższe od ilości podawanych przez Nalborczyka 1995 i Matuskę 1996.

Suma nienasyconych kwasów tłuszczowych (tab. 5) była nieco niższa od wymienionej przez Piesiewicza (1995) oraz Ologunde i in. (1992). Zróżnicowanie zawartości nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju nasion szarłatu bardziej zależało od kolejnych lat uprawy aniżeli od stosowanego nawożenia. Największą zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych (74,10–75,36%) stwierdzono w 1995 r., najmniejszą zaś (71,65–72,27%) w roku 1996. W poszczególnych latach wzrostowi udziału sumy kwasów nienasyconych w oleju szarłatu towarzyszył spadek sumy nasyconych kwasów tłuszczowych.

Tabela 4

Wpływ nawożenia miedzią na zawartość kwasów tłuszczowych w oleju szarłatu (średnie z 3 lat, w %) — *Influence of copper fertilization on fatty acids content in amaranth oil (mean of 3 years in %)*

Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acids</i>	Nawożenie — <i>Fertilization</i> [kg/ha]					
	kontrola <i>control</i>	Cu <sub>5</sub> <sup>1</sup>	Cu <sub>10</sub> <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	N+Cu <sub>0,5</sub> <sup>2</sup>	N+Cu <sub>1,0</sub> <sup>2</sup>
Mirystynowy — <i>Miristic</i> (C <sub>14:0</sub> )	0,30	0,43	0,29	0,45	0,53	0,44
Palmitynowy — <i>Palmitic</i> (C <sub>16:0</sub> )	19,96	19,52	19,56	19,85	19,65	19,67
Margarynowy — <i>Margaric</i> (C <sub>17:0</sub> )	0,37	0,50	0,39	0,41	0,40	0,47
Margaryno-oleinowy <i>Margarine-oleic</i> (C <sub>17:1</sub> )	0,98	1,11	0,96	0,87	0,95	1,02
Stearynowy — <i>Stearic</i> (C <sub>18:0</sub> )	4,96	4,96	5,10	4,89	4,91	4,89
Oleinowy — <i>Oleic</i> (C <sub>18:1</sub> )	29,68	29,48	29,61	29,35	29,37	29,39
Linolowy — <i>Linoleic</i> (C <sub>18:2</sub> )	41,46	41,41	41,73	41,96	41,92	41,99
Linolenowy — <i>Linolenic</i> (C <sub>18:3</sub> )	0,79	0,90	0,90	0,75	0,82	0,79
Arachidowy — <i>Arachidic</i> (C <sub>20:0</sub> )	0,85	1,06	0,89	0,95	0,97	0,93
Eikozenowy — <i>Eicosenic</i> (C <sub>20:1</sub> )	0,37	0,38	0,30	0,25	0,29	0,23
Behenowy — <i>Behenic</i> (C <sub>22:0</sub> )	0,28	0,25	0,26	0,27	0,19	0,18

<sup>1</sup> — przed siewem — *before sowing*; <sup>2</sup> — dolistnie — *foliar spray*

Stosowane nawożenie miedzią nie miało jednoznacznego wpływu na zawartość NNKT w oleju szarłatu (tab. 5). Stwierdzone ilości NNKT w badanym oleju szarłatu MT-3 (42,25–42,78%) były niższe od podawanych przez Matuskę (1996) i Beckera (1989). Również przeciętny stosunek sumy kwasów nienasyconych do sumy kwasów nasyconych nie był istotnie różnicowany i wahał się od 2,74 do 2,79 (tab. 6).

Tabela 5

Zawartość nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju szarłatu w zależności od nawożenia miedzią [%] — *Saturated and unsaturated acids content in amaranthus oil in relation to copper fertilization [%]*

Rok Year	Nawożenie — <i>Fertilization</i> [kg/ha]					
	kontrola <i>control</i>	Cu <sub>5</sub> <sup>1</sup>	Cu <sub>10</sub> <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	N+Cu <sub>0,5</sub> <sup>2</sup>	N+Cu <sub>1,0</sub> <sup>2</sup>
Kwasy nasycone — <i>Saturated acids</i>						
1995	24,41	24,44	24,48	24,78	24,55	24,99
1996	28,10	28,54	27,84	28,21	28,69	28,13
1997	27,65	27,22	27,16	27,48	26,75	26,62
Średnia <i>Mean</i>	26,72	26,73	26,49	26,82	26,66	26,58
Kwasy nienasycone — <i>Unsaturated acids</i>						
1995	75,06	75,05	75,36	74,10	74,98	74,66
1996	71,82	71,82	72,11	72,28	71,80	71,65
1997	72,96	72,94	73,05	73,17	73,25	73,97
Średnia <i>Mean</i>	73,28	73,27	73,51	73,18	73,34	73,42
NNKT — <i>IUFA</i>						
1995	40,97	40,90	41,06	40,74	41,05	40,84
1996	43,41	42,93	43,99	43,73	42,82	43,73
1997	42,43	43,09	42,84	43,66	44,35	43,79
Średnia <i>Mean</i>	42,27	42,31	42,63	42,71	42,74	42,79

<sup>1</sup> — przed siewem — *before sowing*; <sup>2</sup> — dolistnie — *foliar spray*

Tabela 6

Wpływ nawożenia miedzią na stosunek zawartości kwasów tłuszczowych nienasyconych do nasyconych w oleju szarłatu — *Influence of copper fertilization on proportion between the contents of certain saturated and unsaturated fatty acids in amaranthus oil*

Rok Year	Nawożenie — <i>Fertilization</i> [kg/ha]					
	kontrola <i>control</i>	Cu <sub>5</sub> <sup>1</sup>	Cu <sub>10</sub> <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	N+Cu <sub>0,5</sub> <sup>2</sup>	N+Cu <sub>1,0</sub> <sup>2</sup>
1995	3,07	3,07	3,08	2,99	3,05	2,99
1996	2,56	2,52	2,59	2,56	2,50	2,55
1997	2,64	2,68	2,69	2,66	2,74	2,78
Średnia <i>Mean</i>	2,76	2,76	2,79	2,74	2,76	2,77

<sup>1</sup> — przed siewem — *before sowing*; <sup>2</sup> — dolistnie — *foliar spray*

## Wnioski

---

1. Zastosowane nawożenie miedzią nie wpływa istotnie na zmianę zawartości tłuszczu w nasionach szarłatu genotyp MT-3.
2. Pod wpływem przedsięwziętej dawki 5 kg Cu/ha oraz zastosowanej dolistnie dawki 0,5 kg Cu/ha wzrasta plon nasion, a w efekcie również plon tłuszczu szarłatu. Zwiększenie nawożenia miedzią do 10 kg Cu/ha przedsięwzięt i 1,0 kg Cu/ha dolistnie nie powoduje dalszego, istotnego przyrostu plonów nasion i tłuszczu.
3. Nawożenie miedzią nie wykazuje istotnego wpływu na zawartość kwasów tłuszczowych w oleju szarłatu, w którym stwierdzono obecność kwasu margarynowego (C<sub>17:0</sub>) i margaryno-oleinowego (C<sub>18:0</sub>).
4. W poszczególnych latach warunki glebowo-klimatyczne w większym stopniu różnicują plony nasion i tłuszczu szarłatu oraz zawartość i proporcje kwasów tłuszczowych w pozyskanym oleju, niż stosowane w badaniach nawożenie miedzią.

## Literatura

---

- Bobrzecka D., Domska D., Salamonik S. 1997. Wpływ dolistnego nawożenia miedzią na zawartość tłuszczu w nasionach podwójnie ulepszanego rzepaku ozimego oraz jakość oleju. *Rośliny Oleiste XVIII* (1): 209-217.
- Becker R. 1989. Preparation, composition and nutritional implication of amaranth seed oil. *Cereal Foods World*. 34: 950-953.
- Fatty acids, 7 Supplement do 5 wydania „The composition of food”, 79-80.
- Garcia L.A., Alfaro M.A., Bressani R. 1987. Digestibility and nutritional value of crude oil from three amaranth species. *J. AM. Oil Chem. Soc.* 64 (3): 371-375.
- Matuska J. 1996. Wartość odżywcza amarantusa i możliwości jego wykorzystania w żywieniu człowieka. *Żywn. Żyw. Zdr.* 5 (1): 57-64.
- Nalborczyk E., Wróblewska E., Marcinkowska B. 1994. *Amaranthus – nowa roślina uprawna*. SGGW, Warszawa.
- Nalborczyk E. 1995. *Amaranthus – roślina uprawna ponownie odkryta*. *Prz. Piek.* 43 (6): 34-35.
- Niewiadomski H. 1984. *Surowce tłuszczowe*, Wyd. Naukowo-Techniczne str. 91.
- Ologunde M.O., Akinyemijun A.O., Adewusi S.R.A., Afolabi O.A., Shepart R.L., Oke O.L. 1992. Chemical evaluation of exotic grain amaranth seed planted in the humid lowlands of west Africa. *Trop. Agric.* 69 (2): 106-110.
- Piesiewicz H., Ambroziak Z. 1995. *Amaranthus – aspekty żywieniowe*. *Prz. Piek.* 43 (6): 32-33.

Sanders R.M., Becker R. 1984. Amaranth a potential food and feed resource. *Adv. Cereal Sci. Techn.* 6: 357.

Ziemiański S., Budzyńska-Topolowska J., Kochman B. 1977. *Ann.Nutr. Alim.* 31 (69).