

PLONOWANIE ORAZ ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW AZOTU W NASIONACH SZARŁATU (*Amaranthus cruentus* L.) W ZALEŻNOŚCI OD NAWOŻENIA MIEDZIĄ

Danuta Bobrzecka¹, Danuta Domska², Barbara Wojciechowska¹,
Katarzyna Wojtkowiak²

¹ Katedra Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Katedra Technologii Chemicznej, Instytut Wychowania Technicznego,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

W ostatnim dwudziestoleciu zanotowano zwiększone zainteresowanie szarłatem uprawnym (*Amaranthus* sp.) jako jedną z nowych roślin alternatywnych. Zainteresowanie to dotyczy zagadnień związanych z agrotechniką uprawy tej rośliny, jak też oceną jakości uzyskanych plonów i możliwości ich wykorzystania, między innymi w przemyśle spożywczym [HABER 1995; NALBORCZYK 1999].

Nasiona szarłatu charakteryzują się stosunkowo wysoką zawartością białka o bardzo dobrym składzie aminokwasowym i wartości biologicznej sięgającej 75%. Dzięki temu mogą one stanowić cenny dodatek do produktów mącznych poprawiając ich wartość pokarmową [SEGURA-NIETO i in. 1993; GONTARCZYK 1996].

Przedmiotem podjętych badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia miedzią na plon nasion szarłatu uprawnego oraz niektóre jego cechy jakościowe.

Materiały i metodyka

Szarłat (*Amaranthus cruentus* L.), genotyp MT-3 uprawiano w latach 1995–1997 w ZPD w Bałcynach na średnio zwięzłej glebie płowej wytworzonej z gliny, zaliczonej do klasy IIIa, kompleksu pszennego dobrego. Gleba ta charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem, średnią zasobnością w przyswajalny fosfor i potas oraz średnią (lata 1995 i 1997) lub niską (1996 rok) zawartością miedzi.

Przedplonem była pszenica ozima. Doświadczenie obejmujące 6 obiektów nawozowych prowadzono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Obok nawożenia podstawowego NPK (165 kg N·ha⁻¹, 52,32 kg P·ha⁻¹ i 124,5 kg K·ha⁻¹, stosowanego przedsięwzięcie w postaci 34% saletry amonowej, 46% superfosfatu potrójnego i 56% soli potasowej, pogłównie 46% mocznik) wprowadzono dwie dawki przedsięwzięcie miedzi 5 i 10 kg Cu·ha⁻¹ oraz dwie dawki dolistne tego mikroelementu – 0,5 i 1,0 kg Cu·ha⁻¹. Dokarmianie dolistne prowadzono w fazie pąkowania szarłatu stosując 0,5% roztwór wodny siarczanu miedzi (25,4% CuSO₄·5 H₂O). Odpowiednio do technologii nawożenia, zastosowano dwa obiekty kontrol-

ne – z pogłównym nawożeniem 46% mocznikiem oraz z dolistnym dokarmianiem 5% roztworem mocznika.

W próbkach nasion oznaczono zawartość azotu ogółem i azotu białkowego (po wytrąceniu 5% roztworem kwasu trójchlorooctowego) metodą Kjeldahla, a następnie z różnicy pomiędzy nimi wyliczono zawartość azotu niebiałkowego. Skład białka właściwego oznaczono według zmodyfikowanej metody Michaela [BIEZLUDNY, BIELENKIEWICZ 1973]. Zawartość frakcji białek obliczono na podstawie zawartości azotu stosując przelicznik 6,25 (N poszczególnych frakcji x 6,25).

W opracowaniu statystycznym wykonano analizę wariancji w układzie losowym, stosując test Duncana na poziomie istotności $p=0,05$.

Wyniki i dyskusja

Z przeprowadzonych badań wynika, że nawożenie miedzią na tle uzyskanych, nieco niższych niż w badaniach innych autorów [JAMRISKA 1996] plonów nasion, generalnie wpływa korzystnie na plon nasion szarłatu. Również w badaniach ROSZEWSKIEGO [1994] zwrócono uwagę na duży wpływ między innymi miedzi na przyrost plonu szarłatu. W badaniach własnych, zastosowanie doglebowe dawki 5 kg Cu·ha⁻¹ zwiększyło przeciętny plonu nasion szarłatu o 0,11 t·ha⁻¹ w stosunku do plonu z obiektu kontrolnego (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Wpływ nawożenia miedzią na plon nasion szarłatu (t·ha⁻¹)
Influence of copper fertilization on amaranth seed yield (t·ha⁻¹)

Rok Year	Nawożenie przedsiwne Fertilization before sowing (kg·ha ⁻¹)			Nawożenie dolistne Fertilization foliar spray (kg·ha ⁻¹)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	Cu ₅	Cu ₁₀	kontrola control	Cu _{0,5}	Cu _{1,0}	
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.; n.s.
Średnie; Mean	1,70	1,81	1,83	1,74	1,78	1,76	0,11

Większa dawka miedzi (10 kg·ha⁻¹) również istotnie, ale w mniejszym stopniu zwiększyła plon nasion w porównaniu z dawką 5 kg Cu·ha⁻¹ i to tylko w pierwszym roku badań. Dolistne dokarmianie miedzią stosowane w dawce 0,5 kg·ha⁻¹, wykazywało jedynie tendencję do podwyższania plonów nasion szarłatu. Większa natomiast dolistna dawka miedzi obniżyła plon nasion o 0,1 t·ha⁻¹ w pierwszym roku badań.

Zawartość białka ogółem w nasionach badanego szarłatu była stosunkowo wysoka w porównaniu do danych przedstawionych przez innych autorów [GRAJETA 1997]. Jednakże nawożenie doglebowe większą dawką miedzi (10 kg·ha⁻¹) obniżyło zawartość białka ogółem we wszystkich latach badań, średnio o 1,12% (tab. 2). Podobną tendencję stwierdzono również w odniesieniu do dawek miedzi stosowanych dolistnie. Zbliżone, tj. mniejsze o 0,94%, nagromadzenie białka ogółem występowało szczególnie w nasionach szarłatu dokarmianego dolistnie dawką 0,5 kg Cu·ha⁻¹. Dolistna dawka 1,0 kg Cu·ha⁻¹ w mniejszym stopniu ograniczała zawartość białka w badanych nasionach.

Stosowane w doświadczeniu nawożenie miedzią w większości przypadków wykazywało tendencję obniżania zawartości analizowanych form azotu występujących w nasionach szarłat (tab. 3). Stwierdzono przy tym, że dolistne dokarmianie szarłat dawką 0,5 kg Cu·ha⁻¹ istotnie zmniejszyło jedynie zawartość azotu niebiałkowego o 0,12% w stosunku do jego poziomu w nasionach z obiektu kontrolnego. Jest to proces korzystny, ponieważ mniejszy udział tej frakcji w azocie ogółem zwiększa stopień wykorzystania tzw. białka przeliczeniowego, a tym samym jego wartość odżywczą [CHOMYSZYN za DOMSKĄ i in. 1998].

Tabela 2; Table 2

Wpływ nawożenia miedzią na zawartość białka ogółem w nasionach szarłat (% s.m.)
Influence of copper fertilization on total crude protein content in amaranth seeds (% DM)

Rok Year	Nawożenie przedsiewne Fertilization before sowing (kg·ha ⁻¹)			Nawożenie dolistne Fertilization foliar spray (kg·ha ⁻¹)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	Cu ₅	Cu ₁₀	kontrola control	Cu _{0,5}	Cu _{1,0}	
1995	19,06	18,62	18,19	18,94	18,25	18,56	0,70
1996	19,31	19,69	18,31	19,69	18,69	18,69	1,00
1997	18,94	17,69	17,44	18,56	17,12	17,87	0,77
Średnio; Mean	19,10	18,67	17,98	19,06	18,02	18,37	1,05

Tabela 3; Table 3

Wpływ nawożenia miedzią na zawartość form azotu w nasionach szarłat (% s.m.) średnie z 3 lat
Influence of copper fertilization on nitrogen form contents in amaranth seeds (% DM) average for 3 years

Formy azotu Nitrogen forms	Nawożenie przedsiewne Fertilization before sowing (kg·ha ⁻¹)			Nawożenie dolistne Fertilization foliar spray (kg·ha ⁻¹)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	Cu ₅	Cu ₁₀	kontrola control	Cu _{0,5}	Cu _{1,0}	
N niebiałkowy; Non protein N	0,48	0,38	0,41	0,54	0,42	0,46	0,10
N białkowy; Protein N	2,57	2,61	2,47	2,51	2,46	2,49	0,12
N ogółem; Total N	3,06	2,99	2,88	3,05	2,88	2,94	0,18

Pod wpływem zastosowanego nawożenia wystąpiły istotne zmiany w składzie białka nasion szarłat (tab. 4). Nawożenie dogłębowe miedzią w dawce 5 kg·ha⁻¹ zwiększyło w dość dużym stopniu, bo aż o 13,3 i 18,7%, zawartość białek zapasowych – prolamin i glutelin. Dolistne dokarmianie miedzią w ilości 0,5 kg·ha⁻¹ spowodowało duży wzrost ilościowy białek budulcowych – albumin i globulin (o 28,1%) kosztem mniejszego nagromadzenia prolamin i białek pozostałych (o 12,5 i 12,3%). Zmiany te były korzystne ze względu na to, że białka budulcowe, a szczególnie albuminy charakteryzują się pełnowartościowym składem aminokwasowym [BRESSANI, GARCIA-VELA 1990]. Dokarmianie dolistne większą dawką miedzi (1 kg·ha⁻¹) łączyło się ze zmniejszeniem nagromadzenia białek zapasowych, w tym prolamin o 8,9%, a glutelin o 6,5%.

Nawożenie doglebowe miedzią nie wywoływało większych zmian w nagromadzeniu aminokwasów endo- i egzogennych (tab. 5).

Tabela 4; Table 4

Wpływ nawożenia miedzią na zawartość poszczególnych frakcji białka w nasionach szarlatu (% s.m.) średnie z 3 lat

Influence of copper fertilization on protein composition in amaranth seeds (% DM) average for 3 years

Wyszczególnienie Specification	Nawożenie przedsiewne Fertilization before sowing (kg·ha ⁻¹)			Nawożenie dolistne Fertilization foliar spray (kg·ha ⁻¹)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	Cu ₅	Cu ₁₀	kontrola control	Cu _{0,5}	Cu _{1,0}	
Albuminy+globuliny; Albumine+globuline	4,56	4,50	4,31	3,56	4,56	3,75	0,065
Prolaminy; Prolamine	3,31	3,75	3,50	4,00	3,50	3,19	0,033
Gluteliny; Gluteline	3,00	3,56	3,12	3,06	2,94	2,75	0,029
Białka pozostałe; Other proteins	5,12	4,75	4,75	5,06	4,44	5,12	0,043
Razem; Total	15,99	15,56	15,68	15,68	15,44	14,81	

Tabela 5; Table 5

Wpływ nawożenia miedzią na zawartość aminokwasów w nasionach szarlatu (g·100 g⁻¹ białka) średnie z 3 lat

Influence of copper fertilization on amino-acid contents in amaranth seeds (g·100 g⁻¹ protein) average for 3 years

Wyszczególnienie Specification	Nawożenie przedsiewne Fertilization before sowing (kg·ha ⁻¹)			Nawożenie dolistne Fertilization foliar spray (kg·ha ⁻¹)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	Cu ₅	Cu ₁₀	kontrola control	Cu _{0,5}	Cu _{1,0}	
Amonokwasy endogenne; Endogenic aminoacids							
Ala	3,21	3,18	3,20	3,12	3,45	3,41	0,35
Gli	5,87	6,02	6,09	5,64	6,04	5,87	0,33
Asp	7,05	6,97	7,38	7,19	7,65	7,58	0,30
Glut	16,04	16,18	16,68	15,92	16,98	16,70	0,48
Cys	1,91	1,92	1,87	1,88	2,06	2,10	0,15
Tyr	3,43	3,41	3,60	2,93	3,12	3,14	0,20
Prol	3,52	3,49	3,60	3,54	3,79	3,86	0,15
Ser	4,19	4,21	4,21	4,11	4,55	4,24	0,25
Razem; Total	45,22	45,38	46,62	44,33	47,64	46,89	1,05
Aminokwasy egzogenne; Egzogenic aminoacids							
Arg	7,70	7,84	7,94	7,71	7,91	8,05	0,35
His	2,63	2,49	2,53	2,61	2,60	2,57	0,20
Fen	3,46	3,55	3,52	3,28	3,47	3,55	0,25
Izo	3,26	3,34	3,25	3,24	3,45	3,43	0,20
Leu	4,86	4,83	4,86	4,36	5,13	5,02	0,15
Liz	4,87	5,27	4,80	4,95	5,09	5,14	0,10
Met	1,63	1,62	1,59	1,38	1,52	1,73	0,20
Tre	2,97	2,97	2,99	2,90	2,98	2,58	0,10
Wal	3,66	3,78	3,76	3,55	3,72	3,80	0,20
Razem; Total	35,04	35,69	35,24	33,98	35,87	35,87	1,15

* Ala – alanina; alanine

His – histydyna; histidine

Gli – glicyna; glycine
 Asp – kwas asparaginowy; aspartic acid
 Glut – kwas glutaminowy; glutaminic acid
 Cys – cystyna + cysteina; cysteine + cysteine
 Tyr – tyrozyna; tyrosine
 Prol – prolina; proline
 Ser – seryna; serine
 Arg – arginina; arginine

Fen – fenyloalanina; phenylalanine
 Izo – Izoleucyna; isoleucine
 Leu – leucyna; leucine
 Liz – lizyna; lysine
 Met – metionina; methionine
 Tre – treonina; threonine
 Wal – walina

Zauważyć można jedynie wzrost zawartości glicyny i lizyny w białku nasion szarłatu nawożonego przedsejwnie dawką 5 kg Cu·ha⁻¹ oraz kwasu asparaginowego, kwasu glutaminowego i proliny po zastosowaniu dawki 10 kg Cu·ha⁻¹. Dolistne dokarmianie szarłatu miedzią podniosło zawartość wszystkich lub większości aminokwasów endogennych oraz niektórych egzogennych. Należały do nich – metionina, lizyna i walina w roślinach dokarmianych dawką 1 kg Cu·ha⁻¹. W obydwu przypadkach występowało istotne zwiększenie zawartości leucyny, która w nasionach szarłatu jest pierwszym z aminokwasów ograniczających wartość biologiczną białka [ARELLANO i in. 1992]. Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami MATUSKI [1996], w których wykazano, że białko nasion szarłatu charakteryzuje się wysoką zawartością lizyny oraz aminokwasów siarkowych (metioniny, cystyny i cysteiny).

Wnioski

1. Nawożenie dogłębowe szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.) dawką 5 kg Cu·ha⁻¹ istotnie zwiększyło plon nasion.
2. Nawożenie dawką 5 kg Cu·ha⁻¹ ograniczyło nagromadzenie białka ogółem oraz pogorszyło jego jakość zwiększając udział białek zapasowych.
3. Dokarmianie dolistne szarłatu miedzią w dawce 0,5 kg·ha⁻¹ powodowało korzystne zmiany w nagromadzeniu poszczególnych frakcji azotu i składzie białka – zmniejszenie zawartości azotu niebiałkowego oraz zwiększenie udziału białek budulcowych w białku właściwym.
4. Pod wpływem dolistnego dokarmiania szarłatu w dawce 0,5 kg Cu·ha⁻¹ zwiększała się zawartość aminokwasów endogennych oraz lizyny i leucyny.
5. Wzrost dawki dolistnej do 1 kg Cu·ha⁻¹ istotnie poprawiał wartość odżywcza białka w wyniku zwiększenia nagromadzenia aminokwasów endogennych oraz takich aminokwasów egzogennych, jak lizyna, metionina, leucyna, walina i arginina.

Literatura

ARELLANO M.L. DE, SCOGNAMILLO G.B., LUQUEZ N.A.G. DE, LUQUEZ DE, MUCCIARELLI S.I. 1992. *Amaranthus mantegazzianus*. Chemical composition and biological value of protein. Archivos-Latinoamericanos-de-Nutricion 42(1): 41–45.

- BIEZLUDNY N.N., BIELENKIEWICZ O.A. 1973.** *K metodikie opredielenija frakcji bielka po roztworimosti.* Agroch. 12: 11–15.
- BRESSANI R., GARCIA-VELA L.A. 1990.** *Protein fraction in amaranth grain.* J. of Agric. and Food Chem. 38: 831–834.
- DOMSKA D., BOBRZECKA D., WOJTKOWIAK K., PROCYK Z., SOKOŁOWSKI Z. 1998.** *Plonowanie pszenżyta i wartość odżywcza ziarna w warunkach dolistnego dokarmiania nawozami wieloskładnikowymi.* Fol. Univ. Agric. Stetin. Agricultura 190(72): 55–61.
- GONTARCZYK M. 1996.** *Szarląt uprawny – Amaranthus spp. w: Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odtwarzalne źródła energii.* SGGW Warszawa: 21–43.
- GRAJETA H. 1997.** *Wartość odżywcza i wykorzystanie szarłatu (Rodzaj Amaranthus).* Bromat. Chem. Toksykol. XXX, 1: 17–23.
- HABER T. 1995.** *Celowość i możliwości wykorzystania szarłatu i komosy ryżowej w technologii żywności, w: Nowe rośliny uprawne – Amaranthus.* SGGW Warszawa: 59–75.
- JAMRISKA P. 1996.** *The influence of cultivar on seed yield of amaranth (Amaranthus sp.).* Rostlinna Vyroba. 42(3): 109–114.
- MATUSKA J. 1996.** *Wartość odżywcza amarantusa i możliwości jego wykorzystania w żywieniu człowieka. Żywność, żywienie a zdrowie 1: 57–64.*
- NALBORCZYK E. 1999.** *Rośliny alternatywne rolnictwa XXI wieku i perspektywy ich wykorzystania.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 468: 17–30.
- ROSZEWSKI R. 1994.** *Uprawa szarłatu (Amaranthus spp.) na nasiona. w: Amaranthus perspektywy uprawy i wykorzystania.* SGGW Warszawa: 26–34.
- SEGURA-NIETO M., VAZQUES-SANCHEZ N., RUBIO-VELAZQUEZ H., OLGUIN-VALLE F.R. DE, ESCOBEDO M., SANCHEZ-MARROQUIN A., BOURGES H., BOCK M.A., BIEMER P. 1993.** *Chemical and nutritional evaluation of two amaranth (Amaranthus cruentus) – based infant formulas.* Plant Foods for Human Nutr. 43(2): 145–156.

Słowa kluczowe: amarant, nawożenie miedzią, plon, zawartość związków azotu

Streszczenie

Na podstawie wyników doświadczenia polowego stwierdzono, że w celu zwiększenia plonu nasion szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.) wskazane jest nawożenie dawką 5 kg Cu·ha⁻¹. Łączyło się to jednak ze zmniejszeniem nagromadzenia białka ogółem oraz zwiększeniem udziału białek zapasowych w nasionach.

Wykazano, że dolistne dokarmianie szarłatu dawką 0,5 kg Cu·ha⁻¹ przyczyniło się do zwiększenia zawartości białek budulcowych (albumin i globulin) oraz wartości odżywczej białka – większego nagromadzenia lizyny i leucyny. Dwukrotnie większa dolistna dawka miedzi (1 kg·ha⁻¹) powodowała zwiększenie nagromadzenia nie tylko lizyny i leucyny, ale także metioniny, waliny i argininy.

YIELDING AND NITROGEN COMPOUND CONTENT IN SEEDS
OF AMARANTH (*Amaranthus cruentus* L.) AS DEPENDENT
ON COPPER FERTILIZATION

Danuta Bobrzecka¹, Danuta Domska², Barbara Wojciechowska¹,
Katarzyna Wojtkowiak²

¹ Chair of Agricultural Chemistry and Environment Protection,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

² Chair of Chemical Technology, Institute of Technical Education,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: amaranth, copper fertilization, yield, nitrogen compounds

Summary

Field experiment results showed higher yields of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) seeds when fertilized with copper at the rate of 5 kg Cu·ha⁻¹. This kind of fertilization, however, decreased the total protein content and increased the share of spare protein in seeds.

Foliar application of copper to amaranth plants at dose of 0.5 kg·ha⁻¹ increased the contents of structural proteins (albumins and globulins), as well as the lysine and leucine accumulation in seeds. Doubled foliar Cu dose (1 kg·ha⁻¹) improved protein value, increasing not only leucine and lysine contents, but also accumulation of methionine, valine and arginine in amaranth seeds.

Dr hab. Danuta **Bobrzecka**, prof. UWM
Katedra Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. M. Oczapowskiego 8
10-744 OLSZTYN