

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

Danuta Domska¹, Danuta Bobrzecka², Katarzyna Wojtkowiak¹,
Krzysztof Jakubowski²

¹ Katedra Technologii Chemicznej, Instytut Wychowania Technicznego,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Katedra Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Szarłat uprawny zaliczany jest do tzw. roślin alternatywnych, które ostatnio budzą coraz większe zainteresowanie [ROSZEWSKI 1998; NALBORCZYK 1999]. Poszukując nowych roślin, które mogłyby być wykorzystane jako żywność, pasza dla zwierząt lub w przemyśle, odkryto szarłat ponownie. Roślinę tą charakteryzuje duża produktywność, wysoka zawartość białka w nasionach oraz bardzo dobry skład aminokwasowy białka mogący urozmaicić i wzbogacić dietę [TAYLER 1981; SEGURA-NIETO i in. 1992; GONTARCZYK 1996; GRAJETA 1997]. Z tego też względu w ciągu ostatnich dwudziestu lat uprawa szarłatu rozszerzyła się znacznie w wielu krajach, w tym również w Polsce.

Celem podjętych badań było określenie wpływu przedsiewnego i dolistnego nawożenia cynkiem na plon nasion szarłatu oraz nagromadzenie i jakość związków azotowych.

Materiały i metodyka

W doświadczeniu polowym prowadzonym w latach 1995–1997 uprawiano szarłat (*Amaranthus cruentus* L.), genotyp MT-3, w ZPD w Bałcynach, po pszenicy ozimej, na glebie średnio zwięzłej płowej wytworzonej z gliny, zaliczanej do klasy IIIa, kompleksu pszennego dobrego. Gleba ta charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem oraz średnią zasobnością w przyswajalny fosfor, potas i cynk.

Doświadczenie obejmowało 6 obiektów nawozowych prowadzonych metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Obok nawożenia podstawowego 165 kg N·ha⁻¹ (65+60+40), 52,32 kg P·ha⁻¹ i 124,5 kg K·ha⁻¹, stosowanego przedsiewnie w postaci 34% saletry amonowej, 46% superfosfatu potrójnego i 56% soli potasowej oraz pogłównie jako 46% mocznik, wprowadzono dwie dawki przedsiewne cynku 5 i 10 kg·ha⁻¹ oraz dwie dawki dolistne tego mikroelementu – 0,5 i 1,0 kg Zn·ha⁻¹. Dokarmianie dolistne stosowano w fazie pąkowania szarłatu stosując 1,0% roztwór wodny siarczanu cynku (ZnSO₄·7 H₂O). Odpowiednio do techno-

logii nawożenia, zastosowano dwa obiekty kontrolne – 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 \times 6,25).

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

Wyniki i dyskusja

Plony nasion szarlatu uzyskane w poszczególnych latach badań mieściły się w granicach od 0,95 do 2,10 t·ha⁻¹, średnio od 1,65 do 1,77 t·ha⁻¹, bez większych istotnych różnic, w zależności od zastosowanej technologii nawożenia cynkiem (tab. 1). Nawożenie tym mikroelementem w większej dawce (doglebowej 10 kg Zn·ha⁻¹ lub dolistnej 1,0 kg Zn·ha⁻¹) wykazywało natomiast w niektórych latach tendencje negatywne. W uprawie tej rośliny na glebie o średniej zasobności w cynk, istotne zwiększenie plonu nasion o 0,1 t z ha uzyskano jedynie w pierwszym roku badań po zastosowaniu doglebowym dawki 5 kg Zn·ha⁻¹. Dwukrotnie większa dawka (10 kg Zn·ha⁻¹) obniżyła o 0,1 i 0,11 t z ha plony nasion w pierwszym i drugim roku badań. Z kolei, zastosowanie większej dolistnej dawki (1 kg Zn·ha⁻¹) w pierwszym roku badań, wpłynęło na zmniejszenie się plonu nasion o 0,15 t·ha⁻¹ w porównaniu do plonu z obiektu kontrolnego. Podobnie dawka ta, także w ostatnim roku badań w porównaniu do obiektu nawożonego mniejszą dolistną dawką cynku (0,5 kg·ha⁻¹), zmniejszyła omawiany plon o 0,11 t·ha⁻¹.

Tabela 1; Table 1

Plon nasion szarlatu w zależności od nawożenia cynkiem (t·ha⁻¹)
Yield of amaranth seeds depending on zinc fertilization (t·ha⁻¹)

Rok Year	Nawożenie przedsiewne Fertilization before sowing (kg·ha ⁻¹)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}	Nawożenie dolistne Fertilization foliar spray (kg·ha ⁻¹)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	Zn ₅	Zn ₁₀		kontrola control	Zn _{0,5}	Zn _{1,0}	
1995	2,00	2,10	2,02	0,07	2,02	2,01	1,87	0,06
1996	1,04	1,06	0,95	0,09	1,11	1,20	1,10	0,10
1997	2,06	2,06	2,07	0,05	2,08	2,10	1,99	0,09
	1,70	1,74	1,68	0,08	1,74	1,77	1,65	0,11

Uzyskane w przeprowadzonym doświadczeniu, a przedstawione wyżej wyniki braku reakcji w plonowaniu szarlatu na nawożenie cynkiem, potwierdzają badania innych autorów: ELBEHRI i in. [1993]; NALBORCZYK [1995], wskazujących na duży wpływ w tym zakresie przede wszystkim nawożenia azotem, przy czym wysokie plony tej rośliny, a w tym nie tylko nasion, ale i masy wegetatywnej, mogą

być uzyskane jedynie w warunkach optymalnego zaopatrzenia we wszystkie składniki pokarmowe.

Zawartość białka ogółem w nasionach szarłatu mieściła się w granicach 17,37–19,69% (tab. 2). Podobne wyniki uzyskał w swoich badaniach GRAJETA [1997]. Inni autorzy [GUPTA i in. 1989] podają, że zawartość białka w nasionach może dochodzić do 28,5%. W dostępnej literaturze brak jest natomiast danych dotyczących oddziaływania nawożenia na zawartość poszczególnych frakcji azotu. W przeprowadzonym doświadczeniu nie wykazano istotnych różnic w średniej zawartości białka ogółem w nasionach szarłatu nawożonego zróżnicowanymi dawkami cynku. W ostatnim roku badań, pod wpływem większej doglebowej dawki cynku ($10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz dolistnych dawek 0,5 i $1,0 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$ zmniejszyła się zawartość białka ogółem w nasionach odpowiednio o 1,58% oraz o 1,56% i 0,81% w stosunku do jego zawartości w nasionach z obiektu kontrolnego. Przyjmując zawartość białka ogółem w nasionach z obiektu kontrolnego za 100%, odpowiada to względnym wartościom 8,3% oraz 8,4% i 4,4%.

Tabela 2; Table 2

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

Rok Year	Nawożenie przedsiewne Fertilization before sowing ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)			Nawożenie dolistne Fertilization foliar spray ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	Zn ₅	Zn ₁₀	kontrola control	Zn _{0,5}	Zn _{1,0}	
1995	19,06	18,50	18,12	18,94	18,31	18,37	0,70
1996	19,31	19,62	19,06	19,69	19,31	18,56	0,95
1997	18,94	18,31	17,37	18,56	17,00	17,75	0,77
	19,10	18,81	18,18	19,06	18,21	18,23	1,13

Pod wpływem doglebowego nawożenia szarłatu cynkiem w dawce $10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz dolistnego dokarmiania tym mikroelementem w dawkach 0,5 i $1,0 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$ zmniejszyła się zawartość azotu ogółem (tab. 3). Dokarmianie dolistne cynkiem, w odróżnieniu od nawożenia przedsiewnego, przyczyniło się do istotnych zmian w zawartości frakcji azotu niebiałkowego i białkowego. Stwierdzono, że ten sposób nawożenia w porównaniu do obiektu kontrolnego ograniczył nagromadzenie azotu niebiałkowego w nasionach o 53,7% (dawka $0,5 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$) i o 24,1% (dawka $1,0 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz spowodował zwiększenie zawartości azotu białkowego o 6% po zastosowaniu dawki $0,5 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$. Proces ten można uznać za korzystny ze względu na jakość analizowanych nasion szarłatu. Zgodnie z CHOMYSZYNYEM [za DOMSKĄ i in. 1998], zmniejszenie nagromadzenia azotu niebiałkowego łączy się ze wzrostem stopnia wykorzystania białka, a tym samym z polepszeniem jego wartości odżywczej.

W zależności od technologii nawożenia oraz jego poziomu, nawożenie cynkiem istotnie zróżnicowało skład białka w nasionach szarłatu (tab. 4). Doglebowe zastosowanie cynku wpłynęło na zwiększenie zawartości białek zapasowych, przy czym pod wpływem przedsiewnej dawki $5 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$ wzrosło nagromadzenie prolaminy (o 13,3%), a przy nawożeniu dawką $10 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$ – gluteliny (o 15,8%) kosztem białek złożonych, tzw. białek pozostałych, których zawartość zmniejszyła się o 15,8% w porównaniu do poziomu w nasionach z obiektu kontrolnego. Dolistne dokarmianie szarłatu cynkiem w dawce $0,5 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$ wywołało bardziej ko-

rzystne zmiany w składzie białka – istotny, duży 26,4% wzrost zawartości białek budulcowych (albumin i globulin). Białka te charakteryzują się pełnowartościowym składem aminokwasowym, podczas gdy pozostałe białka, a szczególnie prolamina, zawierają mniejsze ilości niektórych aminokwasów egzogennych [BARBA i in. 1992].

Tabela 3; Table 3

Zawartość azotu niebiałkowego i białkowego w nasionach szarłat w zależności od nawożenia cynkiem (% s.m.) średnie z 3 lat

Non-protein and protein nitrogen contents in amaranth seeds depending on zinc fertilization (% 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	Zn ₅	Zn ₁₀	kontrola control	Zn _{0,5}	Zn _{1,0}	
N niebiałkowy; Non protein N	0,48	0,42	0,41	0,54	0,25	0,41	0,10
N białkowy; Protein N	2,57	2,59	2,50	2,51	2,66	2,50	0,12
N ogółem; Total N	3,06	3,01	2,91	3,05	2,91	2,92	0,18

Tabela 4; Table 4

Wpływ nawożenia cynkiem na skład białka w nasionach szarłat (% s.m.) średnie z 3 lat

Influence of zinc 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	Zn ₅	Zn ₁₀	kontrola control	Zn _{0,5}	Zn _{1,0}	
Albuminy+globuliny; Albumine+globuline	4,56	4,19	4,19	3,56	4,50	3,75	0,65
Prolaminy; Prolamine	3,31	3,75	3,93	4,00	3,87	3,75	0,33
Gluteliny; Gluteline	3,00	3,19	3,44	3,06	3,06	3,00	0,29
Białka pozostałe; Other protein	5,12	4,94	4,31	5,06	4,87	5,37	0,43
Razem; Total	15,99	16,07	15,87	15,68	16,30	15,87	0,95

Nawożenie doglebowe cynkiem nie spowodowało istotnych zmian w ogólnej zawartości aminokwasów egzogennych w nasionach szarłat oraz poszczególnych aminokwasów z wyjątkiem lizyny w warunkach zastosowania przedsiewnej dawki 10 kg Zn·ha⁻¹ (tab. 5). Pod wpływem tej dawki zwiększyła się natomiast ogólna zawartość aminokwasów endogennych, a w tym kwasu asparaginowego i proliny. Bardziej korzystny efekt dało dokarmianie dolistne, a szczególnie wprowadzone w dawce 0,5 kg Zn·ha⁻¹, która istotnie zwiększyła nagromadzenia większości aminokwasów endo- i egzogennych (o 7,8 i 6,4%), a wśród tych ostatnich – fenyloalaniny, izoleucyny, leucyny, lizyny, metioniny i waliny. Był to proces korzystny, ponieważ leucyna może być pierwszym aminokwasem ograniczającym wartość biologiczną białka nasion szarłat [ARELLANO i in. 1992]. Do aminokwasów naj-

częściej limitujących wartość odżywczą białka należy też lizyna, metionina i izoleucyna, a ich wysoka zawartość w białku nasion szarłatu decyduje o jego dużej przydatności w żywieniu w porównaniu z roślinami zbożowymi [TAYLER 1981]. Większa dolistna dawka cynku ($1 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$) również wykazywała korzystną tendencję w zakresie oceny jakościowej nasion zwiększając sumę aminokwasów endo- i egzogennych w porównaniu z ich zawartością w obiekcie kontrolnym (o 6,8 i 5,8%). Między innymi dotyczyło to fenyloalaniny, leucyny, lizyny i waliny.

Tabela 5; Table 5

Wpływ nawożenia cynkiem na zawartość aminokwasów w nasionach szarłatu ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ białka) średnie z 3 lat

Influence of zinc fertilization on amino-acid contents in amaranth seeds ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ protein) average for 3 years

Wyszczególnienie* Specification*	Nawożenie przedsiewne Fertilization before sowing ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)			Nawożenie dolistne Fertilization foliar spray ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	Zn ₅	Zn ₁₀	kontrola control	Zn _{0,5}	Zn _{1,0}	
Aminokwasy endogenne; Endogenic aminoacids							
Ala	3,21	3,06	3,29	3,12	3,47	3,45	0,35
Gli	5,87	5,85	5,99	5,64	5,96	5,88	0,33
Asp	7,05	7,01	7,36	7,19	7,54	7,61	0,30
Glut	16,04	15,57	16,27	15,92	16,88	16,74	0,48
Cys	1,91	1,86	1,89	1,88	2,20	2,07	0,15
Tyr	3,43	3,42	3,44	2,93	3,15	3,15	0,20
Prol	3,52	3,50	3,71	3,54	3,92	3,93	0,15
Ser	4,19	4,22	4,36	4,11	4,66	4,51	0,25
Razem Total	45,22	44,49	46,31	44,33	47,78	47,34	1,05
Aminokwasy egzogenne; Egzogenic aminoacids							
Arg	7,70	7,67	7,55	7,71	7,88	8,02	0,35
His	2,63	2,55	2,66	2,61	2,53	2,56	0,20
Fen	3,46	3,35	3,51	3,28	3,56	3,55	0,25
Izo	3,26	3,20	3,30	3,24	3,55	3,44	0,20
Leu	4,86	4,72	4,88	4,36	5,21	4,93	0,15
Liz	4,87	4,96	5,16	4,95	5,06	5,13	0,10
Met	1,63	1,59	1,46	1,38	1,66	1,56	0,20
Tre	2,97	3,00	3,05	2,90	2,92	2,92	0,10
Wal	3,66	3,71	3,76	3,55	3,80	3,83	0,20
Razem Total	35,04	34,75	35,33	33,98	36,17	35,94	1,15

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

His – histydyna; histidine
Fen – fenyloalanina; phenylalanine
Izo – izoleucyna; isoleucine
Leu – leucyna; leucine
Liz – lizyna; lysyne
Met – metionina; methionine
Tre – treonina; threonine
Wal – walina

Wnioski

1. Stosowane w badaniach dawki oraz sposoby nawożenia szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.) cynkiem nie wykazały jednoznacznego wpływu na plony nasion tej rośliny, wystąpiły jednak w niektórych przypadkach tendencje negatywne.
2. Nawożenie przedsiewne oraz dokarmianie dolistne cynkiem szarłatu przyczyniło się do istotnych zmian w zawartości związków azotu w nasionach oraz składzie białka.
3. Zastosowanie przedsiewne (doglebowo) cynku w dawkach 5 i 10 kg·ha⁻¹ zwiększało nagromadzenie białek zapasowych w nasionach szarłatu.
4. Dolistne dokarmianie szarłatu cynkiem oddziaływało korzystnie na zawartość poszczególnych frakcji azotu i na skład białka w nasionach szarłatu oraz nagromadzenie niektórych aminokwasów egzogennych.
5. Pod wpływem dolistnego dokarmiania szarłatu cynkiem w dawce 0,5 kg·ha⁻¹, w nasionach tej rośliny zwiększała się zawartość białka właściwego, a w tym albumin i globulin oraz takich aminokwasów egzogennych, jak fenylalanina, lizyna, izoleucyna, leucyna, metionina i walina. Nawożenie to można uznać za korzystne ze względu na jakość uzyskanych nasion.

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.
- BARBA DE LA ROSA A.P., GUEGUEN J., PAREDES-LOPEZ O., VIROBEN G. 1992. Fractionation procedures, electrophoretic characterization, and amino acid composition of amaranth seed proteins. J. Agric. Food Chem. 40: 931–936.
- BIEZLUĐNY N.N., BIELENKIEWICZ O.A. 1973. K metodikie opredielenija frakcji białka po roztworimosti. Agroch. 12: 11–15.
- 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.
- ELBEHRI A., PUTNAM D.H., SCHMITT M. 1993. Nitrogen fertilizer and cultivar effects on yield and nitrogen – use efficiency of grain amaranth. Agric. J. 85(1): 120–128.
- GONTARCZYK M. 1996. Szarłat 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.
- GUPTA K., BARAT G., WAGLE A. 1989. Nutrient contents and antinutritional factors in conventional and non-conventional leafy vegetables. Food Chem. 31: 105–116.
- NALBORCZYK E. 1995. *Biologia amaranthus* i perspektywy jego uprawy, w: Nowe roś-

liny uprawne – *Amaranthus*. SGGW Warszawa: 8–28.

NALBORCZYK E. 1999. *Rośliny alternatywne rolnictwa XXI wieku i perspektywy ich wykorzystania*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 468: 17–30.

ROSZEWSKI R. 1998. *Biologia, uprawa i wykorzystanie szarłatu uprawnego w Polsce (Amaranthus spp.)*. Hod. Roślin i Nasien. 2: 16–21.

SEGURA-NIETO M., VAZQUES-SANCHEZ N., RUBIO-VELAZQUEZ H., OLGUIN-MARTINEZ L.E., RODRIGUEZ-NESTER C.E., HERRERA-ESTRELLA L. 1992. *Characterization of amaranth (Amaranthus hypochondriacus L.) seed protein*. J. Agric. Food Chem. 40: 1553–1558.

TAYLER R.S. 1981. *Alternative crops for Europe*. New Crops for food and industry. Washington, D.C.

Słowa kluczowe: szarłat, nawożenie cynkiem, związki azotu

Streszczenie

W doświadczeniu polowym z szarłatem (*Amaranthus cruentus* L.) stwierdzono istotny wpływ nawożenia cynkiem na zawartość związków azotu w nasionach.

Przedsewnc nawożenie cynkiem w dawkach 5 i 10 kg·ha⁻¹ zwiększyło przede wszystkim nagromadzenie białek zapasowych w nasionach szarłatu. Dolistne dokarmianie cynkiem w dawkach 0,5 i 1,0 kg·ha⁻¹, a szczególnie w dawce 0,5 kg Zn·ha⁻¹, oddziaływało bardzo korzystnie na zawartość białka i jego skład oraz zawartość aminokwasów – większe nagromadzenie białka właściwego i białek budulcowych (albumin i globulin) oraz fenyloalaniny, izoleucyny, leucyny, lizyny, metioniny, i waliny.

CONTENT OF NITROGEN COMPOUNDS IN AMARANTH (*Amaranthus cruentus* L.) SEEDS DEPENDING ON ZINC FERTILIZATION

Danuta Domska¹, Danuta Bobrzecka², Katarzyna Wojtkowiak¹,
Krzysztof Jakubowski²

¹ Chair of Chemical Technology, Institute of Technical Education,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

² Chair of Agricultural Chemistry and Environment Protection,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: amaranth, zinc fertilization, nitrogen compounds

Summary

In the field experiment on amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) the considerable effect of zinc fertilization on the content of nitrogen compounds in seeds was showed.

Zinc fertilization applied before sowing at doses 5 and 10 kg Zn·ha⁻¹

generally increased the reserve protein content in amaranth seeds. Foliar application of zinc at doses 0.5 and 1.0 kg Zn·ha⁻¹, especially at dose 0.5 kg Zn·ha⁻¹ advantageously affected the protein content, protein composition and amino acid content – increased true protein accumulation, albumin and globulin contents as well as the phenylalanine, lysine, isoleucine, leucine, methionine and valine contents.

Prof. dr hab. Danuta **Domska**
Katedra Technologii Chemicznej
Instytut Wychowania Technicznego
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. S. Okrzei 1a
10-266 OLSZTYN