

Wartość pokarmowa zielonki z amarantusa

Ewelina Łyson, Wioletta Biel

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Żywienia Zwierząt i Żywności, ul. Doktora Judyta 10, 71-460 Szczecin; ewelina.lyson@zut.edu.pl

Amarantus (*Amaranthus* L.), zwany również szarłatem, liczy ponad 60 gatunków (Abbasi i in., 2012) i należy do tak zwanych pseudozboż. Pseudozboża nie zawierają glutenu i często swoją wartością odżywczą przewyższają zboża konwencjonalne. Amarantus klasyfikuje się jako roślinę dwuliścienną, w przeciwieństwie do zboż tradycyjnych, takich jak pszenica, jęczmień czy ryż (Alvarez-Jubete i in., 2010; Mota i in., 2016). Należy on do najstarszych roślin uprawnych na świecie. Uprawia się go w wielu krajach obu Ameryk, Azji Południowo-Wschodniej oraz w Afryce. Plantacje zlokalizowane są również w wielu państwach europejskich, w tym od początku lat 90. ubiegłego wieku także w Polsce.

W związku z zakazem stosowania w wielu krajach pasz pochodzenia zwierzęcego (mączki mięsne, mięsno-kostne i kostne) w żywieniu zwierząt gospodarskich producenci wciąż poszukują alternatywnych źródeł białka (Grela, 2016). Głównym zamiennikiem są surowce roślinne, takie jak rośliny strączkowe (w tym soja, guar, groch, łubin). Uzupełnieniem białka w dawce mogą być również pseudozboża, w tym amarantus (Písaříková i in., 2006; Siatka i Sawa, 2014). Ponadto, od kiedy wprowadzono w kraju zakaz stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu, poszukuje się różnych alternatywnych dodatków paszowych, które mogłyby zastąpić tego typu stymulatory lub przyczynić się do uzyskiwania pożądanych efektów produkcyjnych i zdrowotnych w produkcji zwierzęcej. Jednym z takich dodatków, zawierających oprócz dużej ilości białka różnego rodzaju metabolity wtórne, może być zielonka z amarantusa (Olorunnisomo, 2010).

Znaczenie użytkowe amarantusa wynika przede wszystkim z unikalnego składu chemicznego jego nasion, zwłaszcza stosunkowo dużej zawartości wysokiej jakości białka. Ponadto, jego

nasiona są cennym źródłem tłuszczu, którego głównym składnikiem są nienasycone kwasy tłuszczowe (Januszczyńska-Józwiak i Synowiecki, 2008). Części nadziemne tej rośliny mogą z powodzeniem być wykorzystywane jako pasza (Skwaryło-Bednarz i in., 2011) albo do produkcji energii (Sitkey i in., 2013). Skład chemiczny zielonych części szarłatów jest również bardzo interesujący i potwierdza ich dużą wartość odżywczą.

Celem pracy jest charakterystyka wartości pokarmowej zielonki z amarantusa.

Wartość pokarmowa zielonki z amarantusa Zawartość składników pokarmowych

Z uwagi na korzystny skład chemiczny części zielone amarantusa mogą być wykorzystywane w żywieniu zwierząt w postaci zielonki, kiszonki lub suszu. W tabeli 1 zestawiono skład chemiczny zielonki z tej rośliny. Białko jest jednym z najważniejszych składników odżywczych. Jego zawartość jest cechą dziedziczną, silnie modyfikowaną czynnikami siedliskowymi i agrotechnicznymi (Podolska, 2008). Jak podają Sarmadi i in. (2016), zawartość białka w zielonce z amarantusa w zależności od fazy rozwojowej rośliny i poziomu nawożenia azotowego waha się od 136 do 244 g/kg suchej masy (s.m.). Razaei i n. (2015) podają, że w kiszonce z amarantusa znajduje się 114 g/kg s.m. białka. Dla porównania w kiszonce z kukurydzy jest 83 g/kg s.m., a w zielonce z kukurydzy 89 g/kg s.m. białka.

Jakość białka zależy od jego składu aminokwasowego, zwłaszcza zawartości aminokwasów egzogennych. Zielonka z amarantusa w porównaniu do zielonki z koniczyny czerwonej (g/100 g białka) zawiera 52% mniej lizyny, 36% więcej metioniny, 35% więcej cystyny, 13% mniej treoniny i 60% mniej tryptofanu (Fasuyi, 2006; Purwin i in., 2015).



Fot. 1. *Amaranthus cruentus*,
odmiana 'Rawa'
Fig. 1. *Amaranthus cruentus*,
'Rawa' variety



Fot. 2. *Amaranthus hypochondriacus*,
odmiana 'Aztek'
Fig. 2. *Amaranthus hypochondriacus*,
'Aztek' variety



Fot. 3. *Amaranthus caudatus*,
odmiana 'Oscar Blanco'
Fig. 3. *Amaranthus caudatus*,
Oscar Blanco' variety

Włókno pokarmowe jest definiowane jako węglowodanowe składniki pokarmu, warunkujące jego wartość odżywczą. Obejmuje ono między innymi włókno surowe, które jest częścią ścian komórkowych roślin i jest zbudowane z celulozy i hemiceluloz, pokrytych ligniną obniżającą strawność tego składnika w żwaczu zwierząt przeżuwających (Brzóska i Śliwiński, 2011). Frakcje włókna pokarmowego, które są nierozpuszczalne w wodzie, powodują zwiększenie masy pokarmowej w jelitach, pochłaniając przy tym toksyny i poprawiając motorykę przewodu pokarmowego (Winiarska-Mieczan i Sołtys, 2009). Pomimo tego że wraz ze wzrostem zawartości włókna surowego obniża się wykorzystanie składników pokarmowych (np. aminokwasów), pewna jego ilość jest niezbędna do prawidłowego przebiegu procesu trawienia, zwłaszcza zwierzęta przeżuwające mają na nie zwiększone zapotrzebowanie. Pospíšil i in. (2009) podają, że zawartość włókna surowego w zielonce z amarantusa waha się od 119 do 290 g/kg s.m. Dla porównania, zielonka z życicy trwałej zawiera go od 245 do 272 g/kg s.m. (Grygierzec i in., 2015). Jakość włókna pokarmowego zależy od jego frakcji. Zawartość włókna neutralno-deter-

gentowego (NDF) w paszy pozwala przewidzieć jej pobranie, ponieważ im większa jest jej koncentracja, tym mniej chętnie zwierzęta pobierają paszę. Frakcja włókna kwaśno-detergentowego (ADF) wpływa głównie na strawność paszy – im większa koncentracja tej frakcji, tym mniejsza strawność paszy (Jankowska, 2012). Zielonka z amarantusa zawiera od 367 do 434 g/kg s.m. frakcji NDF, od 254 do 294 g/kg s.m. frakcji ADF, od 26 do 68 g/kg s.m. frakcji ADL (ligniny detergentowo-kwaśnej), od 107 do 140 g/kg s.m. hemicelulozy i od 224 do 235 g/kg s.m. celulozy (Písaříková i in., 2007). Zielonka z koniczyny czerwonej natomiast odpowiednio 375,1 do 420,9 g/kg s.m., 258 do 352,2 g/kg s.m., 62,5 do 89,2 g/kg s.m., 15,5 do 31,7 g/kg s.m. i 56 do 63,1 g/kg s.m. (Koukolová i in., 2010).

Bardziej niż białko czy węglowodany o energii zawartej w paszy decyduje tłuszcz. Głównym jego zadaniem jest dostarczanie energii, która jest niezbędnym czynnikiem do prawidłowego przebiegu różnych reakcji w organizmie. Tłuszcze są również nośnikami niektórych witamin (Marciniak-Lukasiak, 2011). Zielonka i kisonka z amarantusa są dobrym źródłem tłuszczu, zawierają go około 32 g/kg s.m., nato-

miast zielonka i kiszonka z kukurydzy – około 25 g/kg s.m (Razaei i in., 2015).

O wartości żywieniowej pasz z użytków zielonych decydują nie tylko zawartość białka, włókna pokarmowego czy smakowitość paszy, ale również zawartość składników mineralnych, wpływających na procesy fizjologiczne w organizmie zwierzęcym. Ich niewłaściwe zbilansowanie może poza tym niekorzystnie wpływać na ich przyswajalność (Jankowska-Huflejt i in., 2009). Części nadziemne amarantusa są również bogate w składniki mineralne. Ich zawartość jest cechą gatunkową, mocno zależną od zasobności w nie gleby, ale również od intensywności opadów i temperatury w okresie wegetacji (Brzóska, 2007).

Zawartość składników mineralnych wyrażonych w postaci popiołu surowego w zielonce z amarantusa waha się, w zależności od terminu zbioru, od 135 do 178 g/kg s.m., a w zielonce z koniczyny łąkowej od 91,1 do 145,3 g/kg s.m. (Abbasi i in., 2012; Koukolová i in., 2010). Niedobór składników mineralnych szczególnie niekorzystnie wpływa na wzrost młodych zwierząt. Jednymi z najważniejszych makroelementów są wapń i fosfor, będące głównym budulcem tkanki kostnej (Nazaruk i in., 2009). Zawartość fosforu w zielonce z amarantusa wynosi 2,7 g/kg s.m., natomiast w zielonce z kukurydzy 2,1 g/kg s.m. Gospodarka fosforem jest powiązana z gospodarką wapniem. Zawartość wapnia w zielonce z amarantusa wynosi 17,9 g/kg s.m., o 88% więcej niż w zielonce z kukurydzy (Seguin i in., 2013).

Zielonka z amarantusa zawiera związki bezazotowe wyciągowe w granicach od 415 do 674 g/kg s.m. Wartości te są porównywalne z często stosowaną zielonką z koniczyny czerwonej, w której zawartość tych węglowodanów wynosi od 420,8 do 487,8 g/kg s.m. (Seguin i in., 2013; Koukolová i in., 2010).

Podobnie jak nasiona, również części zielone amarantusa zawierają substancje antyżywieniowe. Należą do nich taniny, fityny, saponiny czy inne składniki, które obniżają wartość pokarmową i paszową (Petkov i in., 1998; Alegbejo, 2013; Li i in., 2015). Susz z zielonki amarantusa nadaje się do produkcji koncentratów białkowych, które w trakcie specjalnych procesów są uwalniane z części włóknistych i substancji rozpuszczalnych w wodzie (w tym –

antyżywieniowych). Takie koncentraty stanowią wysokobiałkowe dodatki do pasz treściwych dla przeżuwaczy i drobiu, a przyswajalność tak przetworzonego suszu jest zadowalająca (Minzanova i in., 2007; Adeyeye i Omolayo, 2011). Pasza, która zawiera duże ilości tanin, może być niechętnie spożywana przez zwierzęta monogastryczne, ponieważ nadają one jej cierpki i gorzkawy smak.

W przypadku przeżuwaczy natomiast obecność tanin w paszy działa korzystnie, przeciwdziała tworzeniu się piany w żwaczu, a dodatkowo łącząc się z białkiem pełni rolę ochronną dla tego składnika, osłania białko paszy przed rozkładem. Całkowita zawartość tanin w zielonce z amarantusa wynosi od 4,44 do 4,95 g/kg s.m. (Sarmadi i in., 2016). Wartość energii metabolicznej dla zwierząt monogastrycznych w zielonce i kiszonce z amarantusa wynosi kolejno 9,5 i 9,2 MJ/kg (Razaei i in., 2014). Wartość energii netto laktacji w zielonce i kiszonce wynosi natomiast średnio 5,01 MJ/kg (Seguin i in., 2013).

Wyniki badań na zwierzętach gospodarskich

Liczba badań i publikacji na temat paszowego wykorzystania zielonych części amarantusa jest znacząco mniejsza niż doniesień naukowych o takim wykorzystaniu nasion. Kierunek użytkowania amarantusa na zielonkę jest nadal mało popularny w świecie.

Pisafíková i in. (2006) przeprowadzili 42-dniowy eksperyment na drobiu, sprawdzający m. in. wpływ na skład mięsa dodatku do paszy suszu z części zielonych amarantusa. Głównym źródłem białka był susz z amarantusa oraz dodatkowo w grupie kontrolnej – mączka rybna. Po zakończeniu eksperymentu masa ubojowa kur wynosiła w grupie kontrolnej i doświadczalnej kolejno 2,25 kg i 2,19 kg. U osobników męskich natomiast: 2,51 kg i 2,47 kg. W przypadku składu chemicznego mięśni stwierdzono z kolei, że zawartość białka w mięśniu piersiowym w grupie kontrolnej i doświadczalnej osiągnęła kolejno 22,1% i 22% w przypadku samic oraz 22% i 22,3% w przypadku samców. Zawartość tłuszczu śródmięśniowego w grupie kontrolnej i doświadczalnej wynosiła odpowiednio 2,42% i 2,25% u samic oraz 2,51% i 2,34% u samców. Badania wykazały, że 3% dodatek suszu z amarantusa wpływa na skład mięsa drobiu niemal równie korzystnie jak dodatek mączki rybnej.

Razaei i in. (2015) przeprowadzili badania dotyczące wpływu stosowania żywienia kiszonką z amarantusa na parametry krwi krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej w okresie laktacji. W eksperymencie zastosowano dwa poziomy dodatku kiszonki z amarantusa: 105 g/kg s.m. oraz 210 g/kg s.m., w grupie kontrolnej z kolei podawano kiszonkę z kukurydzy. Poziom glukozy we krwi wynosił u krów z grupy kontrolnej 64,8 mg/dL, natomiast z grup karmionych kiszonką z amarantusa kolejno 63,8 mg/dL i 61,7 mg/dL. Poziom triglicerydów i cholesterolu – odpowiednio 17,6 mg/dL, 16,7 mg/dL i 17,3 mg/dL, a cholesterolu – 212 mg/dL, 215 mg/dL i 218 mg/dL. Średnia dobowo wydajność mleczna krów objętych badaniami z grupy kontrolnej osiągnęła 36,9 kg, z dwóch kolejnych grup doświadczalnych – 37,9 kg i 36,2 kg. Średnia procentowa zawartość tłuszczu w mleku wynosiła odpowiednio 3,38, 3,33 i 3,39 %, natomiast zawartość białka w mleku od testowanych krów – kolejno 30,9, 30,4 i 31,1 g/kg.

Razaei i in. (2014) przeprowadzili badania na owcach żywionych paszą z różnym udziałem kiszonki z amarantusa: 75 g/kg s.m., 150 g/kg s.m., 225 g/kg s.m. i 300 g/kg s.m. Odnotowano, że im większy był udział kiszonki z amarantusa w dawce, tym wyższe było pobra-

nie suchej masy paszy przez zwierzęta. Wykazano, że wzrost udziału kiszonki z amarantusa w paszy owiec powoduje większe przyrosty masy ich ciała i co za tym idzie również większą końcową masę ciała.

Stan upraw

Oprócz wymienionych wyżej walorów odżywczych zielonki z amarantusa są też inne przesłanki przemawiające za rozszerzeniem uprawy tej rośliny. Do czynników o charakterze ekonomicznym należy zaliczyć dużą wydajność i łatwość uprawy, co jest istotne dla gospodarstw małych obszarowo i z małą obsadą zwierząt. Młakar i in. (2010) podkreślają, że szczególnie duże zainteresowanie badaniami nad introdukcją amarantusa notuje się w krajach klimatu umiarkowanego, w USA oraz w Europie. Na świecie wykorzystuje się obecnie w celach spożywczych i paszowych około 15 gatunków z rodzaju *Amaranthus* L.

Stwierdzono, że w niewielkim tylko stopniu różnią się one od siebie składem chemicznym (Pourfarid i in., 2014; Sogbohossou i Achigan-Dako, 2014; Li i in., 2015). O tym, które z gatunków populacyjnych lub ich mieszańców są użytkowane w określonym regionie świata decydują warunki klimatyczno-glebowe i długość okresu wegetacyjnego.

Tabela 1. Zawartość wybranych składników pokarmowych w zielonce z amarantusa (według autorów cytowanych w artykule)

Table 1. Content of selected nutrients in amaranth forage (according to the authors cited in the article)

Składniki pokarmowe (g/kg suchej masy) – Nutrients (g/kg dry mass)						
białko ogółem <i>total protein</i>	włókno surowe <i>crude fibre</i>	tłuszcz surowy <i>crude fat</i>	popiół całkowity <i>total ash</i>	BAW <i>NFE</i>	wapń <i>calcium</i>	fosfor <i>phosphorus</i>
136–244	119–290	32	135–178	415–674	17,9	2,7

Fracje włókna pokarmowego (g/kg suchej masy) – Fibre fraction (g/kg dry mass)				
NDF	ADF	ADL	HCEL	CEL
367–434	254–294	107–140	107–140	224–235

Wybrane aminokwasy egzogenne g/100 g białka – Selected essential amino acids (g/100 g protein)				
lizyna <i>lysine</i>	metionina <i>methionine</i>	cystyna <i>cystine</i>	treonina <i>threonine</i>	tryptofan <i>tryptophan</i>
1,79	1,38	1,31	3,15	2,36

Prace hodowlane nad uzyskaniem form nasiennych, przystosowanych długością okresu wegetacji do warunków polskich zaowocowały

zarejestrowaniem dwóch odmian: ‘Rawa’ i ‘Aztek’. ‘Rawa’, zgłoszona do COBORU w 1989 r., powstała poprzez swobodne krzyżowanie

dwóch form pochodzenia amerykańskiego – mieszańca MT-3 z innym ekotypem gatunku *Amaranthus cruentus*). Odmianę ‘Aztek’, zgłoszoną w 2000 r., wyselekcjonowano z populacyjnej odmiany gatunku *Amaranthus hypochondriacus* pochodzenia amerykańskiego z grupy ekotypów ‘Aztek’.

Podsumowanie

Zielonka z amarantusa wydaje się być ciekawym i godnym uwagi surowcem paszo-

wym, wymaga jednak dalszych badań i analiz, aby stwierdzić czy jest najlepszej jakości komponentem paszowym. Części zielone amarantusa mogą być paszą zarówno dla zwierząt przeżuwających, przykładowo w postaci zielonki lub kiszonki, jak i dla zwierząt monogastrycznych w formie suszu.

Na korzyść przemawia również fakt, że koszty związane z uprawą amarantusa na zielonkę są stosunkowo niskie. Uprawa nie jest wymagająca i nie wiąże się z dużym nakładem pracy.

Literatura

- Abbasi D., Rouzbehan Y., Rezaei J. (2012). Effect of harvested date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*). *Anim. Feed Sci. Tech.*, 171: 6–13.
- Adeyeye E.I., Omolayo F.O. (2011). Chemical composition and functional properties of leaf protein concentrates of *Amaranthus hybridus* and *Telfairia occidentalis*. *ABJNA*, 2 (3): 499–511.
- Alegbejo J.O. (2013). Nutritional value and utilization of amaranthus (*Amaranthus* spp.) – a review. *BAJOPAS*, 6 (1): 136–143.
- Alvarez-Jubete L., Arendt E. K., Gallagher E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends Food Sci. Technol.*, 21: 106–113.
- Brzóska F. (2007). Wykorzystanie ziarna zbóż w żywieniu różnych gatunków zwierząt. Wybrane elementy technologii produkcji roślinnej. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 9: 99–110.
- Brzóska F., Śliwiński B. (2011). Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. *Cz. II. Metody analizy i oceny wartości pokarmowej pasz objętościowych*. *Wiad. Zoot.*, XLIX (4): 57–68.
- Fasuyi A.O. (2006). Nutritional potentials of some tropical vegetable leaf meals: chemical characterization and functional properties. *Afr. J. Biotechnol.*, 5 (1): 49–53.
- Grela E.R. (2016). Roślinne koncentraty białkowe w żywieniu zwierząt. *Wiad. Zoot.*, LIV, 1: 89–96.
- Grygierzec B., Klimek-Kopyra A., Musiał K., Vozár L., Kovár P. (2015). Porównanie wybranych odmian życicy trwałej w uprawie na zielonkę. Część I. *Fragm. Agronom.*, 32 (1): 28–40.
- Jankowska J. (2012). Wpływ chemicznego i mechanicznego zwalczania *Taraxacum officinale* na zawartość NDF i ADF w runi łąkowej. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.*, 296 (23): 27–34.
- Jankowska-Huflejt H., Wróbel B., Barszczewski J. (2009). Evaluation of nutritive value of forages from grasslands on the background of soil richness and N, P, K balances in chosen organic farms. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 54 (3): 95–102.
- Januszewska-Józwiak K., Synowiecki J. (2008). Charakterystyka i przydatność składników szarlatu w biotechnologii żywności. *Biotechnologia*, 3 (82): 89–102.
- Koukolová V., Homolka P., Koukol P., Jančík F. (2010). Nutritive value of *Trifolium pratense* L. for ruminants estimated from *in situ* ruminal degradation of neutral detergent fibre and *in vivo* digestibility of organic matter and energy. *Czech J. Anim. Sci.*, 55: 327–381.
- Li H., Deng Z., Liu R., Zhu H., Draves J., Marcone M., Sun Y., Tsao R. (2015). Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* species. *J. Food Compost. Anal.*, 37: 75–81.
- Marciniak-Lukasiak K. (2011). Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6 (79): 24–35.
- Minzanova S.T., Sosnina N.A., Vyshtakalyuk A.B., Lapin A.A., Smolentsev A.V., Mironova L.G., Khirug S.S., Konovalov A.I. (2007). Technological aspects of the manufacturing of amaranth fodder additives. *Chem. Technol.*, 413: 75–78.
- Mlakar S.G., Turinek M., Jakop M., Bavec M., Bavec F. (2010). Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate. *J. Geogr.*, 5 (1): 135–145.
- Mota C., Santos M., Mauro R., Samman M., Matos A.S., Torres D., Castanheira I. (2016). Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chem.*, 193: 55–61.

- Nazaruk M., Jankowska-Huflejt H., Wróbel B. (2009). Ocena wartości pokarmowej pasz z trwałych użytków zielonych w badanych gospodarstwach ekologicznych. *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 9, 1 (25): 61–76.
- Olorunnisomo O.A. (2010). Nutritive value of conserved maize, amaranth or maize-amaranth mixture as dry season fodder for growing West African Dwarf sheep. *Livest. Res. Rural Develop.*, 22 (10). Article #191. Retrieved May 12, 2016; <http://www.lrrd.org/lrrd22/10/olor22191.htm>
- Petkov K., Antczak K., Łukaszewski Z. (1998). Zielonka z amarantusa jako surowiec kiszonkarski oraz ocena i wartość pokarmowa kiszonki w żywieniu opasów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 462: 261–268.
- Pisaříková B., Zralý Z., Kračmar S., Trčková M., Herzig I. (2006). The use of amaranth (genus *Amaranthus* L.) in the diets for broiler chickens. *Vet. Med.*, 51 (7): 399–407.
- Pisaříková B., Peterka J., Trčková M., Moudrý J., Zralý Z., Herzig J. (2007). The content of insoluble fibre and crude protein value of the aboveground biomass of *Amaranthus cruentus* and *A. hypochondriacus*. *Czech J. Anim. Sci.*, 52 (10): 348–353.
- Podolska G. (2008). Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol. Agric.*, 7 (1): 57–65.
- Pospišil A., Pospišil M., Mačešić D., Svečnjak Z. (2009). Yield and quality of forage sorghum and different amaranth species (*Amaranthus* spp.) biomass. *Agric. Conspec. Sci.*, 74 (2): 85–89.
- Pourfarid A., Kamkar B., Akbari G.A. (2014). The effect of density on yield and some agronomical and physiological traits of Amaranth (*Amaranthus* spp.). *IJFAS*, 31: 1256–1259.
- Purwin C., Fijałkowska M., Lipiński K., Wierzbowska J., Kobzhasarov T.Z., Michalski J. (2015). Changes in the amino acid composition during the ensiling of lucerne and red clover in round bales. *J. Elementol.*, 20 (4): 965–973.
- Razaei J., Rouzbehan Y., Fazaeli H., Zahedifar M. (2014). Effects of substituting amaranth silage on intake, growth performance, diet digestibility, microbial protein, nitrogen retention and ruminal fermentation in fattening lambs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 192: 29–38.
- Razaei J., Rouzbehan Y., Zahedifar M., Fazaeli H. (2015). Effects of dietary substitution of maize silage by amaranth silage on feed intake, digestibility, microbial nitrogen, blood parameters, milk production and nitrogen retention in lactating Holstein cows. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 202: 32–41.
- Sarmadi B., Rouzbehan Y., Rezaei J. (2016). Influences of growth stage and nitrogen fertilizer on chemical composition, phenolics, *in situ* degradability and *in vitro* ruminal variables in amaranth forage. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 215: 73–84.
- Seguin P., Mustafa A.F., Donnelly D.J., Gélinas B. (2013). Chemical composition and ruminal nutrient degradability of fresh and ensiled amaranth forage. *J. Sci. Food Agric.*, 93: 3730–3736.
- Siatka K., Sawa A. (2014). Śruta z guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) nowym źródłem białka dla krów mlecznych. *Zesz. Nauk. UP Wroc., Biol. Hod. Zwierz.*, LXXIV, 603: 23–30.
- Sitkey V., Gaduš J., Kliský L., Dudák A. (2013). Biogas production from amaranth biomass. *Acta Region. Environ.*, 10 (2): 59–62.
- Skwaryło-Bednarz B., Brodowska M.S., Brodowski R. (2011). Evaluating the influence of varied NPK fertilization on yielding and microelements contents at amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) depending on its cultivar and plant spacing. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 10 (4): 245–261.
- Sogbohossou O.E.D., Achigan-Dako E.G. (2014). Phenetic differentiation and use-type delimitation in *Amaranthus* spp. from worldwide origins. *Sci. Hort.*, 178: 31–42.
- Winiarska-Mieczan A., Sołtys R. (2009). Ocena zawartości włókna surowego i jego frakcji w wybranych produktach zbożowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, XLII, 4: 1083–1088.

NUTRITIVE VALUE OF AMARANTH FORAGE

Summary

Amaranthus spp. is a pseudocereal. Amaranth seeds are widely used in human and animal nutrition. The nutritional value of amaranth seeds is already very well known, unlike that of amaranth leaves. Amaranth cultivation is not complicated and does not generate high costs. The leaves of this plant make good quality feed and can be used as forage, silage, and dried. Amaranth leaves can supplement the diet for farm animals, they are a good source of high quality protein, fat and minerals.