

Cholina w żywieniu kurcząt brojlerów

BOGDAN JANICKI, MATEUSZ BUZAŁA

Katedra Biologii Małych Przeżuwaczy i Biochemii Środowiska Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt UTP,
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Janicki B., Buzała M.

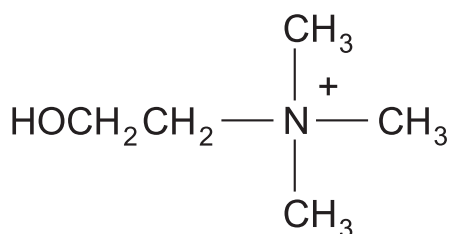
Choline in the feeding of broiler chickens

Summary

Choline, like betaine, is a quarternary amine. Choline is added to feed in the form of choline chloride as an essential component of feed mixture. Choline, betaine and methionine are the most important sources of methyl groups for methyl group transfer. Methyl groups are an essential part of animal diet because they cannot be synthesized by the organism. Moreover, choline is a source of phospholipids and a precursor for acetylcholine. It also has a role in lipid metabolism, which prevents fatty liver. Choline chloride as a dietary supplement improves production and has a considerable influence on the health of broiler chickens.

Keywords: choline, choline chloride, broiler chickens

Cholinę wyizolowano po raz pierwszy w 1849 r. z żółci (*chole*) (3, 15). Początkowo cholina, ze względu na podobny do witamin z grupy B mechanizm działania, była nazywana witaminą B₄ (17). Dopiero w 1998 r., z braku racjonalnie uzasadnionych podstaw do uznania jej za witaminę, została zaliczona do substancji witaminopodobnych przez US Institute of Medicine's Food and Nutrition Board (3, 15). Cholinę definiuje się jako sól 2-hydroksyetylotrimetyloamoniową. Ta czwartorzędowa amina ma postać bezbarwnej, krystalicznej substancji, silnie higroskopijnej oraz dobrze rozpuszczalnej w wodzie (15) (ryc. 1).



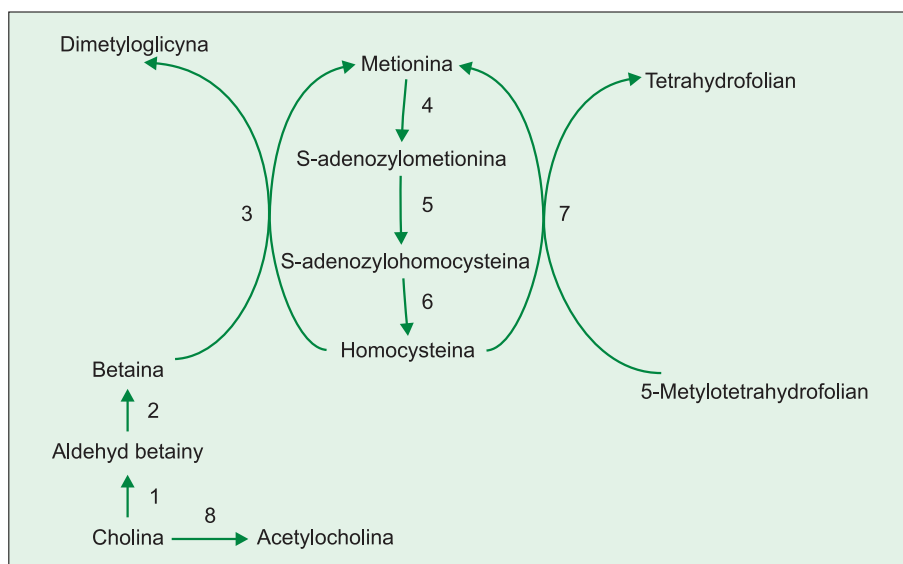
Ryc. 1. Cholina (sól 2-hydroksyetylotrimetyloamoniowa)

Obecnie chów kurcząt brojlerów jest nastawiony na intensywną produkcję, charakteryzującą się szybkim przyrostem masy ciała oraz dobrym wykorzystaniem paszy. W związku z tym w ostatnich latach duże zainteresowanie wśród producentów drobiu, jak i pasz wzbudza cholina, będąca suplementem diety w postaci chlorku choliny.

Źródło grup metylowych

Udział choliny w metabolizmie organizmu jest ściśle powiązany z betainą i metioniną. Cholina, podobnie jak betaina i metionina, dostarcza grup metylowych do reakcji biochemicznych zachodzących w organizmie. Związki te nie są równo dostępne w reakcji metylacji; tylko betaina może działać bezpośrednio jako dawca grup metylowych. Cholina, czy syntetyczny chlorek choliny, dostarczają grup metylowych dopiero po utlenieniu ich do betainy w dwustopniowej reakcji enzymatycznej w mitochondriach hepatocytów (6, 12).

Metionina jest głównym donorem grup metylowych w organizmie. Aktywowana przez ATP tworzy S-adenozylometioninę (SAM) (ryc. 2). Grupa metylowa aktywowanej metioniny bierze udział w licznych reakcjach metabolicznych, na przykład: metylacji kwasów nukleinowych, biosyntezie kreatyny, karnityny i w wielu funkcjach układu odpornościowego (12, 22). S-adenozylometionina (SAM), przekazując grupę metylową, tworzy S-adenozylhomocysteinę, która następnie zostaje przekształcona do homocysteiny (5, 12, 22). Podczas niedoboru w diecie grup metylowych nie dochodzi do detoksykacji homocysteiny. Wzrasta wówczas jej poziom w surowicy krwi, powodując między innymi: choroby układu krążenia, zawał serca, uszkodzenie nerwów i ogólne zaburzenie metabolizmu (13). Wykazano, że betaina (600 mg/kg), jak i cholina (1000 mg/kg) skutecznie zmniejszają poziom homocysteiny w osoczu krwi kurcząt brojlerów (6).



Ryc. 2. Przemiany biochemiczne choliny oraz betainy i metioniny

Objaśnienia: 1 – dehydrogenaza cholinowa; 2 – dehydrogenaza aldehydu betainy; 3 – metylotransferaza betaino-homocysteinowa; 4 – adenozylotransferaza metioninowa; 5 – różne enzymy; 6 – hydrolaza S-adenozylhomocysteinowa; 7 – metylotransferaza 5-metylotetrahydrofolianowa; 8 – acetylotransferaza cholinowa (19, w modyfikacji własnej)

Fosfolipidy błon komórkowych

Cholina uczestniczy w powstawaniu fosfolipidów błon komórkowych, takich jak sfingomielina i fosfatydylocholina. Sfingomielina występująca w tkance nerwowej jest niezbędna do mielinizacji włókien nerwowych ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego. Mielinizacja aksonów ułatwia przekazywanie impulsów elektrycznych oraz chroni i izoluje włókienka nerwowe, zapewniając prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego (4). Fosfatydylocholina dostarczona egzogennie w paszach stanowi około połowę choliny w organizmie (5). Po wchłonięciu w jelicie cienkim jest hydrolizowana do wolnej choliny przez enzymy trzustkowe (A_1 , A_2 i B), a następnie transportowana przez żyłę wrotną do wątroby (3, 28). Wchłanianie choliny zależy od jej stężenia. Przy niskim stężeniu wchłaniana jest na drodze transportu czynnego, przy wysokim zaś – na drodze dyfuzji biernej (1). Nadwyżka choliny zmagazynowana w błonach komórkowych w postaci fosfatydylocholina, po hydrolizie przez fosfolipazy, może być udostępniana i wykorzystywana do biosyntezy acetylocholina (4).

Acetylocholina

Acetylocholina powstaje z choliny na drodze acetylacji przy udziale acetylotransferazy cholinowej w cytoplazmie zakończeń włókien nerwowych (4). Jest ona ważnym mediatorem impulsów nerwowych we wszystkich połączeniach międzykomórkowych (5). Pobudzając jelitowy układ nerwowy (ENS – enteric nervous system), odgrywa kluczową rolę w skurczu jelit, regulując prawidłową motorykę i działalność wydzielniczą przewodu pokarmowego (18). Rozszerzając na-

czynia krwionośne, powoduje spadek ciśnienia krwi, a tym samym zwolnienie akcji serca u kurcząt brojlerów (4).

Wpływ na produktywność

Cholina jest syntetyzowana *de novo* w wątrobie i nerkach kurcząt brojlerów, choć w bardzo małych ilościach. Osiąga najwyższe stężenie w mózgu, sercu, wątrobie (3). W związku z ograniczoną zdolnością syntezy choliny przez kurczęta zalecany jest wysoki poziom tego składnika w mieszance paszowej (6, 28). Dodawana jest ona do pasz w postaci soli – chlorku choliny ($C_5H_{14}ONCl$) (3, 8). Dawka choliny dla kurcząt brojlerów przez cały okres odchowu powinna kształtować się na poziomie około 1300 mg/kg paszy (26). Ponadto śruta poekstrakcyjna sojowa, będąca składnikiem mieszanek paszowych, jest bogatym źródłem choliny dla kurcząt brojlerów. Szacuje się, że dostępność choliny wynosi 60-75%, natomiast w lecytynie sojowej jest bliska 100% (16).

Kurczęta brojlery żywione w okresie od 8. do 21. dnia odchowu paszą zawierającą odpowiedni poziom choliny (1500 mg/kg), ryboflawiny (3,5 mg/kg) oraz pirydoksyny (2,5 mg/kg) zwiększyły przyrosty masy ciała średnio o 254 g. Natomiast pobierając paszę zawierającą tylko odpowiedni poziom choliny (1500 mg/kg), przy niedoborze ryboflawiny (1,5 mg/kg) i pirydoksyny (0,5 mg/kg), przyrosty masy ciała zmalały do około 152 g (2). Zatem odpowiedni poziom tych składników w paszy może wpłynąć na efektywne wykorzystanie składników odżywczych.

W innych badaniach wykazano, że dieta zawierająca około 1172 mg choliny/kg paszy zwiększyła przyrosty kurcząt brojlerów o 3,2% oraz współczynnik wykorzystania paszy o 3,5%. Z kolei dodatek betainy na poziomie około 72 mg i 114 mg do paszy podstawowej (872 mg/kg choliny) zwiększył przyrosty masy ciała, odpowiednio, o 3,9% i 5,0%, a współczynnik wykorzystania paszy o 4,1% i 4,8%. Wolno rosnące pisklęta, pobierające pasze zawierającą cholinę na poziomie 1172 mg/kg, przez cały okres odchowu (od 1. do 56. dnia), zwiększały przyrosty masy ciała średnio o 13,3 g/dzień (9).

Z kolei dodanie do paszy choliny lub betainy od pierwszego dnia życia w ilości około 1000 mg/kg lub po 500 mg/kg tych związków zwiększało wykorzystanie paszy oraz procentowy udział mięśnia piersiowego w tuszce kurcząt brojlerów, niezależnie od poziomu metioniny w diecie (27).

Cholina wpływa również pobudzająco na wchłanianie aminokwasów egzogennych z jelit kurcząt brojle-

rów. Dodatek choliny w ilości 10 mg/l płynu perfuzyjnego spowodował wzrost poziomu wchłaniania na przykład treoniny o (132%), metioniny (210%) oraz lizyny (140%), natomiast zastosowanie dawki choliny w ilości 100 mg/l płynu perfuzyjnego powoduje wzrost wchłaniania tych aminokwasów, odpowiednio, o 245%, 326%, 124% (1).

Powyższe dane mogą wskazywać, że poziom choliny w diecie podstawowej (872 mg/kg) jest wystarczający, kiedy dieta zawiera dodatek betainy na poziomie około 72 mg/kg paszy. Z kolei najlepsze tempo wzrostu i współczynnik wykorzystania paszy uzyskuje się podczas karmienia paszą zawierającą 1172 mg/kg choliny uzupełnionej 144 mg/kg betainy w paszy (9). Betaina może również oddziaływać na metabolizm lipidów, stymulując oksydacyjny katabolizm kwasów tłuszczowych, przyczyniając się do zmniejszenia otluszczenia tuszek kurcząt brojlerów (23). Zatem sama betaina nie jest w stanie wpłynąć na wzrost wydajności w przypadku braku choliny (6). Dieta dla kurcząt brojlerów musi zawierać co najmniej 50% całkowitego zapotrzebowania na cholinę, której betaina nie może zastąpić w syntezie acetylocholin i fosfatydylocholin (6, 20). Ponadto stwierdzono, że efektywność wykorzystania dodatku choliny zmniejsza się wraz ze wzrostem jej stężenia w diecie, a zapotrzebowanie na grupy metylowe jest wyższe w początkowym okresie wzrostu niż w końcowym (9).

Wpływ na zdrowie kurcząt

W ostatnich latach przeprowadzono szereg doświadczeń dotyczących wpływu dodatku choliny na zdrowie kurcząt brojlerów.

Bogactwo grup metylowych w diecie kurcząt brojlerów może zwiększyć ich odpowiedź immunologiczną (22). Suplementacja choliny do paszy na poziomie wyższym od zalecanego (około 2300 i 3300 mg/kg paszy) może poprawić komórkową i humoralną odpowiedź immunologiczną (9). U piskląt karmionych paszą zawierającą 6,5 g/kg metioniny i 1300 mg/kg choliny wykazano znaczącą poprawę komórkowej odpowiedzi immunologicznej, natomiast 3,0 g/kg metioniny i 3300 mg/kg choliny znacznie poprawiło odpowiedź humoralną kurcząt brojlerów (24). Ponadto dodatek choliny w ilości około 300 mg i 600 mg do diety podstawowej (872 mg/kg choliny) istotnie zwiększył stężenie albumin w surowicy krwi (9). Z tego względu zaleca się uzupełnianie metioniny i choliny na poziomie wyższym niż zalecany w celu poprawy zdrowia kurcząt brojlerów (24).

Porównano również preparat ziołowy zawierający cholinę z syntetycznym chlorkiem choliny. Wyniki wykazały, iż preparat ziołowy znacznie podnosi poziom glukozy w surowicy krwi oraz przyczynia się do znacznego obniżenia poziomu cholesterolu u kurcząt brojlerów w porównaniu z chlorkiem choliny, a ponadto zwiększa wchłanianie składników odżywczych.

Można stwierdzić, że preparat ziołowy zawierający cholinę może zastąpić chlorek choliny między innymi ze względu na skuteczne zapobieganie stłuszczeniu wątroby (10).

Stłuszczenie wątroby zachodzi zwłaszcza wtedy, gdy dieta jest uboga w białko, albowiem metionina, jako czynnik metylujący, odgrywa kluczową rolę w syntezie choliny (12). Dochodzi do zahamowania syntezy fosfatydylocholin, niezbędnej do syntezy frakcji lipoprotein o bardzo niskiej gęstości (VLDL), będących nośnikami tłuszczowymi we krwi. Następuje gromadzenie się w cytoplazmie hepatocytów triacyloglicerołu i cholesterolu, przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości fosfolipidów w surowicy krwi (3, 4, 28). Prowadzi to do wyraźnego zwiększenia masy narządów wskutek ich otluszczenia i proliferacji komórek (29). Suplementacja betainy i metioniny w diecie przyczynia się do znacznego zmniejszenia względnej masy narządów wewnętrznych (7). Fakt ten dowodzi ważnej roli chlorku choliny w paszach dla kurcząt brojlerów, dlatego związki te zalicza się do substancji lipotropowych zapobiegających stłuszczeniu wątroby (3).

Odpowiedni poziom choliny i witamin z grupy B w diecie kurcząt brojlerów zapobiega także schorzeniom nóg, do których należy perosis. Doprowadza ona do ześlizgnięcia się ścięgna Achillesa z kłykci kości piszczelowej oraz obrzęku stawu skokowego (26). Karmienie kurcząt brojlerów pomiędzy 1. a 3. tygodniem życia paszą zawierającą od 800 do 1000 mg chlorku choliny/kg paszy zapobiega perosis (14). Straty wynikające ze schorzeń nóg kurcząt brojlerów zostały oszacowane na 0,10-0,30% wszystkich strat w produkcji towarowej. Ponadto cholina może wpływać na lepsze opieranie się kurcząt brojlerów (26).

Pisklęta wykazują również większe zapotrzebowanie na kwas foliowy przy niskim poziomie choliny (750 mg/kg choliny), co świadczy o współdziałaniu kwasu foliowego z choliną. Suplementacja kwasu foliowego i chlorku choliny zmniejsza częstość występowania deformacji kończyn oraz wpływa na długość i szerokość kości piszczelowych kurcząt brojlerów. Stwierdzono, że pisklęta karmione paszą zawierającą 750 mg/kg choliny wymagają 1,3 mg kwasu foliowego/kg paszy, natomiast 1,2 mg kwasu foliowego/kg mieszanki paszowej, gdy cholina jest w granicach zalecanego poziomu (1300 mg/kg choliny) (21).

Witamina B₁₅, będąca pod względem chemicznym N, N-dimetyloglicyna (DMG), jest pośrednim metabolitem w metabolizmie komórkowym choliny i betainy. Suplementacja 167 mg Na-DMG/kg paszy spowodowała znaczną poprawę strawności białka ogólnego u kurcząt brojlerów. Ponadto zmniejszyło się występowanie wodobrzusza, a także nadciśnienia płucnego z 44,8% w grupie kontrolnej do 14,6% w grupie karmionej DMG. Z kolei stężenie niezestryfikowanych kwasów tłuszczowych było dwukrotnie wyższe w gru-

pie kontrolnej w stosunku do grupy DMG. Dane te wskazują na korzystne działanie witaminy B₁₅ na strawność frakcji beztłuszczowej, metabolizm tłuszczu oraz wodobrzusze u kurcząt brojlerów (11).

Z kolei pasza zawierająca 5 mg aflatoksyn/g paszy zmniejsza poziom większości witamin z grupy B w żółci, osoczu krwi i wątrobie. Najwyższy (60%) spadek tiaminy, ryboflawiny, witaminy B₆, kwasu pantotenowego i choline nastąpił w żółci. Z kolei w osoczu krwi poziom witaminy B₆, kwasu pantotenowego, choline zmniejszył się o ponad 49%. Najniższy spadek poziomu tiaminy, witaminy B₆, kwasu pantotenowego, choline, kwasu foliowego, niacyny wykazano w wątrobie (ponad 19%). Tylko w żółci i osoczu wzrósł poziom kwasu foliowego, odpowiednio, o 78% i 12%. Dane sugerują, że aflatoksyny zaburzają metabolizm witaminy z grupy B u piskląt kurcząt brojlerów (25).

Inną kwestią jest fakt, że cholina zmniejsza ryzyko uszkodzeń DNA oraz spowalnia apoptozę komórek (3, 4, 29). Na potwierdzenie tego stwierdzenia przeprowadzono badania na szczurach. Wykazały one, że niedobór choline zwiększa peroksydację lipidów w wątrobie. Powstałe nadtlenki lipidów, będące potencjalnym źródłem wolnych rodników, powodują zmiany w DNA, aktywując proces kancerogenezy (28).

Podsumowanie

Cholina jest istotnym składnikiem pokarmowym w żywieniu kurcząt brojlerów. Dodawana do paszy w postaci soli (chlorku) bądź współdziałając z kwasem foliowym i witaminą B₁₅ wpływa na poprawę produktywności oraz zdrowie kurcząt brojlerów, zapobiegając między innymi perozie i stłuszczeniu wątroby. Co więcej, tworząc sfingomielinę, zapewnia prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego. Biorąc aktywny udział w syntezie neuroprzekaźnika acetylocholine, wpływa na poprawę motoryki przewodu pokarmowego, a tym samym na wykorzystanie składników pokarmowych. Zatem chlorek choline jest alternatywnym źródłem dla choline w mieszankach treściwych o szerokim spektrum działania na kurczęta brojlery.

Piśmiennictwo

1. *Badzian B.*: Wpływ witamin rozpuszczalnych w wodzie na wchłanianie wybranych aminokwasów egzogennych u kurcząt. *Medycyna Wet.* 2006, 62, 1051-1055.
2. *Baker D. H.*: Advances in protein-amino acid nutrition of poultry. *Amino Acids* 2009, 37, 29-41.
3. *Buchman L. A.*: The Addition of Choline to Parenteral Nutrition. *Gastroenterology* 2009, 137, 119-128.
4. *Caudill A. M.*: Pre- and Postnatal Health: Evidence of Increased Choline Needs. *J. Am. Diet. Assoc.* 2010, 110, 1198-1206.
5. *Cho E., Zeisel H. S., Jacques P., Selhub J., Dougherty L., Colditz A. G., Willett C. W.*: Dietary choline and betaine assessed by food-frequency questionnaire in relation to plasma total homocysteine concentration in the Framingham Offspring Study. *Am. J. Clin. Nutr.* 2006, 83, 905-1011.
6. *Dilger N. R., Garrow A. T., Baker D. H.*: Betaine Can Partially Spare Choline in Chicks but Only When Added to Diets Containing a Minimal Level of Choline. *J. Nut.* 2007, 137, 2224-2228.
7. *Esteve-Garcia E., Mack S.*: The effect of DL-methionine and betaine on growth performance and carcass characteristics in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2000, 87, 85-93.
8. *Harms R. H., Russell G. B.*: Betaine Does Not Improve Performance of Laying Hens when the Diet Contains Adequate Choline. *Poult. Sci.* 2002, 81, 99-101.
9. *Hassan R. A., Attia Y. A., El-Ganzory E. H.*: Growth, Carcass Quality and Serum Constituents of Slow Growing Chicks as Affected by Betaine Addition to Diets Containing 1. Different Levels of Choline. *Poult. Sci.* 2005, 4, 840-850.
10. *Jadhav N. V., Nagbhushana V., Maini S., Kartikesh S. M.*: An Evaluation of comparative effects of feeding synthetic and herbal choline on broiler performance, nutrient balance and serum activities. *Vet. World* 2008, 1, 306-309.
11. *Kalmar I. D., Cools A., Buyse J., Roose P., Janssens G. P.*: Dietary N,N-dimethylglycine supplementation improves nutrient digestibility and attenuates pulmonary hypertension syndrome in broilers. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2010, 94, 339-347.
12. *Kettunen S., Peuranen S., Tiihonen K., Saarinen M.*: Intestinal uptake of betaine in vitro and the distribution of methyl groups from betaine, choline, and methionine in the body of broiler chicks. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 2001, 128, 269-278.
13. *Likes R., Madl L. R., Zeisel H. S., Craig S. A.*: The betaine and choline content of a whole wheat flour compared to other mill streams. *J. Cereal Sci.* 2007, 46, 93-95.
14. *Lipstein B., Bornstein S., Budowski P.*: Utilization of choline from crude soybean lecithin by chicks. 1. Growth and prevention of perosis. *Poult. Sci.* 1977, 56, 331-336.
15. *Llerena J. J., Abad E., Caixach J., Rivera J.*: An episode of dioxin contamination in feedingstuff: the choline chloride case. *Chemosphere* 2003, 53, 679-683.
16. *Menten J. F. M., Pesti G. M., Bakalli R. I.*: A New Method for Determining the Availability of Choline in Soybean Meal. *Poult. Sci.* 1997, 76, 1292-1297.
17. *Morrow I. T., Maginn J. E.*: Density, local composition and diffusivity of aqueous choline chloride solutions: a molecular dynamics study. *Fluid Phase Equilib.* 2004, 217, 97-104.
18. *O'Donnell A. M., Puri P.*: Hypoganglionic colorectum in the chick embryo: a model of human hypoganglionosis. *Pediatr. Surg. Int.* 2009, 25, 885-888.
19. *Pillai P. B., Fanatico A. C., Blair M. E., Emmert J. L.*: Homocysteine Remethylation in Broilers Fed Surfeit Choline or Betaine and Varying Levels and Sources of Methionine from Eight to Twenty-Two Days of Age. *Poult. Sci.* 2006, 85, 1729-1736.
20. *Ratriyanto A., Mosenthin R., Bauer E., Eklund M.*: Metabolic, Osmoregulatory and Nutritional Functions of Betaine in Monogastric Animals. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2009, 22, 1461-1476.
21. *Ryu K. S., Roberson K. D., Pesti G. M., Eitenmiller R. R.*: The folic acid requirements of starting broiler chicks fed diets based on practical ingredients. 1. Interrelationships with dietary choline. *Poult. Sci.* 1995, 74, 1447-1455.
22. *Saarinen T. M., Kettunen H., Pulliainen K., Peuranen S., Tiihonen K., Remus J.*: A Novel Method To Analyze Betaine in Chicken Liver: Effect of Dietary Betaine and Choline Supplementation on the Hepatic Betaine Concentration in Broiler Chicks. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 559-563.
23. *Schutte J. B., Jong J., Smink W., Pack M.*: Replacement Value of Betaine for DL-Methionine in Male Broiler Chicks. *Poult. Sci.* 1997, 76, 321-325.
24. *Swain B. K., Johri T. S.*: Effect of supplemental methionine, choline and their combinations on the performance and immune response of broilers. *Br. Poult. Sci.* 2000, 41, 83-88.
25. *Voigt M. N., Wyatt R. D., Ayres J. C., Koehler P. E.*: Abnormal concentrations of B vitamins and amino acids in plasma, bile, and liver of chicks with aflatoxicosis. *Appl. Environ. Microbiol.* 1980, 40, 870-875.
26. *Waldenstedt L.*: Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2006, 126, 291-307.
27. *Waldroup P. W., Motl M. A., Yan F., Fritts C. A.*: Effects of Betaine and Choline on Response to Methionine Supplementation to Broiler Diets Formulated to Industry Standards. *J. Appl. Poult.* 2006, 15, 58-71.
28. *Zeisel H. S.*: Choline: An Essential Nutrient for Humans. *Nutrition* 2002, 16, 669-671.
29. *Zeisel H. S.*: Nutritional Importance of Choline for Brain Development. *J. Am. Coll. Nutr.* 2004, 23, 621-626.

Adres autora: prof. dr hab. Bogdan Janicki, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz; e-mail: janicki@utp.edu.pl