

Mgr inż. Anna SADOWSKA  
Prof. dr hab. Inż. Franciszek ŚWIDERSKI  
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji  
SGGW w Warszawie

## ZWIĄZKI BIOAKTYWNE W MIĘSIE®

*Pod względem wartości odżywczej mięso zwierząt rzeźnych zalicza się do najbardziej cennych surowców spożywczych. Od niedawna istotnie zmieniło się postrzeganie mięsa nie tylko jako cennego źródła pełnowartościowego białka, mikro- i makroelementów, lecz także jako źródła związków bioaktywnych, które mogą mieć ogromne znaczenie fizjologiczne. Głównymi związkami bioaktywnymi obecnymi w mięsie są: tauryna, karnozyna, koenzym Q10, kreatyna oraz sprzężony kwas linolowy (CLA). Oprócz wykazywania właściwości zdrowotnych niektóre wyżej wymienione związki wpływają na cechy jakościowe mięsa i jego produktów, poprzez wykazywanie właściwości zapobiegających utlenianiu tłuszczów, stabilizację barwy, czy przedłużenie okresu trwałości.*

**Słowa kluczowe:** mięso, tauryna, karnozyna, koenzym Q10, kreatyna, sprzężony kwas linolowy (CLA).

### WSTĘP

Najnowsze osiągnięcia w żywności i nauce o żywieniu dotyczą możliwości modulowania pewnych szczególnych fizjologicznych funkcji organizmu poprzez stosowanie odpowiednio dobranej diety. Oznacza to, że możliwe jest zoptymalizowanie pewnych fizjologicznych funkcji organizmu poprzez spożywaną żywność i/lub jej składniki w celu poprawy stanu zdrowia i dobrego samopoczucia, bądź zredukowania ryzyka rozwoju wielu chorób. W takim kontekście rozumiane są podstawy tzw. żywności funkcjonalnej, która jest obecnie jednym z głównych czynników wpływających na rozwój nowych produktów żywnościowych [21]. Bioaktywne składniki diety, nadające żywności status funkcjonalnej, określone przez Lee i Ho [26] to środki spożywcze lub składniki środków spożywczych, które wywierają skutki medyczne lub zdrowotne, włączając profilaktykę i leczenie chorób [37]. Spożywanie produktów mięsnych, zaliczanych do żywności funkcjonalnej to dobra okazja do uzupełnienia diety w składniki odżywcze [21], ponieważ mięso stanowi źródło związków bioaktywnych, takich jak: tauryna, karnozyna, koenzym Q10, czy kreatyna [37]. Oprócz wyżej wymienionych związków bioaktywnych mięso wołowe jest dodatkowo źródłem CLA, który w organizmie człowieka wykazuje wiele zdrowotnych właściwości, m.in. antymutagenne i antykanцерogenne, przeciwdziałające rozwojowi miażdżycy, hamujące rozwój osteoporozy [33].

**Celem artykułu jest przybliżenie prawidłowego postrzegania mięsa nie tylko jako cennego źródła białka, mikro- i makroelementów, ale także jako źródła związków bioaktywnych, wywierających korzystny wpływ na zdrowie konsumenta oraz cechy jakościowe mięsa.**

### TAURYNA

Tauryna (kwas 2-aminoetanosulfonowy) to endogeny aminokwas siarkowy występujący w większości tkanek ssaków. Związek ten powstaje w wątrobie w pośrednich etapach metabolizmu metioniny i cysteiny. W szczególności tauryna obecna jest w komórkach prozapalnych, takich jak

polimorfonuklearne fagocyty. W mięśniach aminokwas ten występuje jako wolny kwas, a nie jako składnik białek [19]. Badania na temat właściwości tego nietoksycznego fizjologicznie aminokwasu wykazały, że istnieje związek między zaburzeniami czynności siatkówki oraz niedoborem tauryny w diecie. Stwierdzono też, że aminokwas ten bierze udział w stabilizacji błon, tworzeniu soli kwasów żółciowych, zwalczaniu wolnych rodników, utrzymaniu homeostazy wapniowej, modulacji apoptozy i osmoregulacji [40]. Obserwowano hypolipidemiczne i przeciwmiażdżycowe działanie tauryny, wynikające prawdopodobnie z jej właściwości przeciwutleniających oraz podnoszenia poziomu cholesterolu HDL [29]. Tauryna zmniejsza napięcie nerwowe oraz poprzez zwiększanie metabolizmu komórek glejowych podnosi sprawność umysłową i psychiczną [34]. Badania na temat właściwości tauryny z udziałem ludzi są ograniczone, jednak suplementy diety zawierające taurynę polecane są osobom starszym [7]. Taka suplementacja to bezpieczny i wygodny sposób na obniżenie wysokiego poziomu cholesterolu we krwi, a co za tym idzie obniżenie ryzyka rozwoju miażdżycy. Doświadczenia na zwierzętach dostarczają wiele dowodów potwierdzających hypolipidemiczne i przeciwmiażdżycowe właściwości tego aminokwasu. Tauryna oprócz korzystnego oddziaływania na organizmy żywe, wpływa również na cechy jakościowe mięsa, w tym zwiększenia jego trwałości. Siqueira i wsp. [44] na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzili, że tauryna wykazuje właściwości przeciwutleniające, zapobiega lub opóźnia reakcje utlenienia tłuszczów. Keys i Zimmermann [22] zaobserwowali, że związek ten w połączeniu z innymi przeciwutleniaczami wykazuje właściwości ochronne wobec lipidów w mięsie wołowym. Natomiast na podstawie badań Djenane i wsp. [12] wykazano, że dodatek do mięsa wołowego witaminy C i tauryny wpływa na przedłużenie jego okresu przydatności do spożycia.

### KARNOZYNA

Karnozyna jest podstawowym dipeptydem endogennym i zarazem głównym niebiałkowym związkiem zawierającym azot w mięśniach szkieletowych kręgowców. Składa się z b-alaniny i histydyny (N-b-alanyl-L-histydyna). Karnozyna występuje w mięśniach szkieletowych oraz innych tkankach

i narządach ssaków, m.in. w ośrodkowym układzie nerwowym, głównie w komórkach gleju i neuronach węchowych [10, 48] oraz w większych stężeniach we włóknach mięśniowych typu białego, gdzie większe jest nagromadzenie kwasu mlekowego [8]. Dipeptyd ten może stanowić około 0,2–0,5% masy niektórych mięśni poprzecznie prążkowanych. Jego zawartość w tkankach kręgowców obniża się wraz z wiekiem [48]. W dużym stopniu stężenie karnozyny w tkankach zależy od rodzaju diety. Niedobór histydy w pożywieniu powoduje zmniejszenie ilości karnozyny w mięśniach, natomiast dieta bogata w histydynę oraz ewentualna suplementacja wysokimi dawkami karnozyny zwiększa jej stężenie w tkankach.

Karnozyna wykazuje silne właściwości przeciwutleniające [14]. W badaniach *in vitro* i *in vivo* związek ten unieczynnia rodniki nadtlenkowe i hydroksylowe oraz jest silnym niwelatorem tlenu singletowego, chloraminy oraz rodnika peroksynitrylowego [5, 13]. Swoje właściwości przeciwutleniające karnozyna wykazuje [47] poprzez szereg mechanizmów [6, 41; 47]. Potencjał przeciwutleniający karnozyny wykorzystywany jest w produkcji przetworów mięsnych [27, 32; 41]. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że karnozyna zmniejsza peroksydację tłuszczów w mielonej wieprzowinie, mielonym mięsie z indyka, gotowanej wołowinie, pasztecikach z kurczaka i wołowiny. Natomiast badania na temat wpływu karnozyny na barwę mięsa są niejednoznaczne. Decker i Crum [9] podali, że karnozyna wywiera ochronny wpływ na barwę w mielonym mięsie wieprzowym. Natomiast Lee i wsp. [28] stwierdzili, że 1% karnozyna hamuje powstawanie metmyoglobiny (MetMb) w pasztecikach wołowych [2]. Karnozyna oprócz wykazywania właściwości przeciwutleniających obniża stężenie dialdehydu malonowego, który jest ważnym wskaźnikiem peroksydacji tłuszczów [16] oraz zmniejsza procesy starzenia się komórek [17]. Ze względu na duże stężenie karnozyny w tkankach pobudliwych, związek ten chroni je przed stresem oksydacyjnym [11] oraz utrzymuje w nich równowagę kwasowo-zasadową. Karnozyna zmniejsza również toksyczność jonów metali poprzez działanie chelatujące, wydłuża życie komórek w warunkach hodowli komórkowej, reguluje aktywność retikularnych kanałów wapniowych w kardiomiocytach i mięśniach szkieletowych. Jako suplement diety karnozyna wspomaga regenerację mięśni szkieletowych, zmniejszając gromadzenie się kwasu mlekowego oraz poprawia siłę skurczu mięśni. W Europie karnozynę stosuje się jako suplement diety o działaniu antyoksydacyjnym oraz opóźniającym starzenie się komórek [48].

## KOENZYM Q10

Koenzym Q10 określane również jako ubichinon (2,3-dimetoksy-5-metylo-6-dekapienyl-1, 4-benzochinonu) stanowi część mitochondrialnego łańcucha transportu elektronów [10]. Mięso jest ważnym źródłem koenzymu Q10 w diecie [45]. Poziom tego związku w mięśniach jest skorelowany z liczbą obecnych mitochondriów [37]. James i wsp. [20] badali rolę koenzymu Q10 jako związku antyoksydacyjnego w mitochondriach. Wykazali, że jest on zarówno ważnym nośnikiem elektronów, jak i antyoksydantem w błonie wewnętrznej mitochondriów. Postać zredukowana – ubichinol obniża peroksydację tłuszczów zarówno przez bezpośrednie

działanie, jak i pośrednio poprzez odnowę witaminy E [36]. Koenzym Q10 wykazuje właściwości przeciwutleniające poprzez niwelowanie wolnych rodników oraz hamowanie utleniania LDL, przez co zapobiega progresji miażdżycy. Ubichinon bierze udział w produkcji ATP, zmniejsza ilość prozapalnych cytokin oraz lepkość krwi, co jest pomocne dla pacjentów z niewydolnością serca i chorobą wieńcową, wykazuje również właściwości wzmacniające system odpornościowy. Komórki serca są bardzo wrażliwe na niedobór tego związku [25]. Obniżenie zawartości koenzymu Q10 we krwi towarzyszy wielu stanom chorobowym, takim jak kardiomiopatie, choroba Parkinsona, miażdżycy, a podanie koenzymu Q10 prowadzi do wyraźnej poprawy zdrowia. Suplementacja tym związkiem jest wskazana w celu umocnienia układu antyoksydacyjnego organizmu i przeciwdziałaniu w ten sposób ewentualnym patologiom, w których istotną rolę odgrywają mechanizmy wolnorodnikowe [36].

## KREATYNA

Kreatyna jest syntetyzowana w wątrobie, nerkach i trzustce z argininy, metioniny i glicyny [31]. Kreatyna i jej pochodne [46] odgrywają ważną rolę w metabolizmie energii w mięśniach szkieletowych, dostarczając niezbędnej energii do energetycznego skurczu mięśni. Są kluczowymi elementami procesu dostarczania energii w wielu tkankach, w szczególności w tych charakteryzujących się wysokim transferem energii do ADP w komórkach mięśniowych. Kreatyna i jej pochodne odgrywają ważną rolę w metabolizmie energii w mięśniach szkieletowych, biorąc udział w biochemicznych procesach zachodzących bezpośrednio po uboju zwierząt. Istnieją również liczne dowody, że w pewnych okolicznościach, suplementy kreatyny mogą zwiększyć wydajność pracy mięśni [30]. U świń, dodatek do diety monohydratu kreatyny przed ubojem, może spowolnić pośmiertny spadek pH, a tym samym opóźnić metabolizm glikogenu i zmniejszyć częstość występowania bladej, żółtawej barwy, miękkiej konsystencji i dużej wodnistości mięsa [31]. Kreatyna w mięśniach jest nienenzymatycznie przekształcana do kreatyniny przez usunięcie wody i tworzenie struktury pierścienia [37].

## SPRĘŻONY KWAS LINOLOWY (CLA)

Sprężony kwas linolowy (CLA) należy do rodziny pozycyjnych (7,9-; 8,10-; 9,11-; 10,12-; 11,13-) i geometrycznych (c,c-; c,t-; t,t-; t,c-) izomerów kwasu linolowego. CLA cechuje się łańcuchem o tej samej długości, co kwas linolowy (C18), ale w CLA podwójne wiązania są sprężone [3]. Biologiczna synteza CLA zachodzi w wyniku mikrobiologicznej izomeryzacji kwasu linolowego w układzie pokarmowym przeżuwaczy. Ponieważ CLA powstaje głównie w żwaczu, jego zawartość w mięsie przeżuwaczy (mięso wołowe i jagnięce) jest znacznie wyższa niż w innych gatunkach mięsa, takich jak wieprzowina czy drób [39]. CLA może być także produkowane przez ogrzewanie kwasu linolowego w obecności metali alkalicznych lub częściowe uwodornienie kwasu linolowego. Izomer C 18:2, c-9, t-11 oktadienowy, jest głównym izomerem CLA [24]. Wykazano, że stanowi on co najmniej 60% całkowitej zawartości CLA w wołowinie [43]. Natomiast korzystny wpływ na zdrowie przypisywany jest głównie dwóm izomerom CLA: cis-9, trans-11 (przeciwdziała rozwojowi nowotworów) oraz trans-10, cis-12 (wpływa na

zmniejszenie otyłości). Zainteresowanie tą grupą związków zostało zapoczątkowane wynikami badań prowadzonych przez Michaela Pariza i wsp., na przełomie lat 70 i 80 XX wieku. Badacze ci wykazali, że w mięsie wołowym surowym oraz poddanym obróbce termicznej występują zawiązki hamujące mutagenezę u bakterii *Salmonella typhimurium*. Dalsze badania wykazały, że CLA wykazuje aktywność w hamowaniu raka piersi, skóry i okrężnicy na różnych etapach kancerogenezy. W dalszych badaniach na zwierzętach potwierdzono właściwości przeciwnowotworowe i wykazano działanie przeciwcukrzycowe, przeciwzapalne i immunostymulujące [4, 18, 35]. The American Dietetic Association stwierdziło, że wołowina i jagnięcina ze względu na fakt występowania w tym mięsie CLA powinny zaliczać się do żywności funkcjonalnej [1]. Wykazano również, że ten kwas tłuszczowy zmniejsza progresję miażdżycy [15].

Wiek, rasa zwierząt, ich pochodzenie oraz sposób żywienia (rodzaj paszy, dodatki tłuszczowe, ilości spożywanej trawy, ograniczenia spożycia), jak również czynniki sezonowe warunkują zawartości CLA w mięsie [39]. Dieta zwierząt zawierająca stosunkowo dużą zawartość kwasu linolenowego (trawy, kiszonki z traw) skutkuje podwyższoną zawartością CLA cis-9, trans-11 w mięśniach bydła [42]. Do czynników wpływających na zawartość CLA w mięsie i jego przetworach należy również okres dojrzewania mięsa, jakość białka, wybór kultur starterowych, metody obróbki cieplnej oraz temperatura procesu produkcyjnego – zawartość CLA w mięsie wołowym wzrasta wraz z czasem jego grillowania na skutek termicznej izomeryzacji [39].

## ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH W MIĘSIE

Mięso wołowe i jagnięce jest źródłem potencjalnie bioaktywnych związków, takich jak tauryna, karnozyna, koenzym Q10 i kreatyna. Ilości tych związków obecne w typowych porcjach mięsa (100 g) są na ogół niższe niż te dostępne w suplementach diety. Stężenia badanych związków różnią się znacznie między poszczególnymi rodzajami mięśni i tkanek (Tab. 1), a także między badanymi gatunkami mięsa.

**Tabela 1.** Zawartość związków bioaktywnych (mg/100 g świeżej masy) w mięsie wołowym [37]

Związek bioaktywny	Tkanki			
	Mięsień półścięgnisty	Mięsień sercowy	Wątroba	Mięsień żwacz
Tauryna	38,6	22,3	45,8	382,4
Karnozyna	452,6	32,6	77,5	42,9
Koenzym Q <sub>10</sub>	2,18	6,05	4,6	6,79
Kreatyna	401	298	16	263

Zawartości tauryny, karnozyny, koenzymu Q10 i kreatyny są różne w obrębie mięśni żwacza (głównie czerwone włókna) i mięśni półścięgnistych (głównie białe włókna). Mięsień żwacza zawierają 9,9 razy więcej tauryny oraz 3,2 razy więcej koenzymu Q10 niż mięśnie półścięgniste. Natomiast zawartość kreatyny w tych mięśniach stanowi 65% zawartości kreatyny w mięśniach półścięgnistych, zaś poziom karnozyny

w mięśniach żwacza stanowi zaledwie 9% zawartości karnozyny w mięśniach półścięgnistych. Poziomy badanych związków w mięsie jagnięcym w stosunku do mięśni półścięgnistych obecnych w wołowinie cechują się wyższą zawartością tauryny, ale nieco niższą karnozyny, koenzymu Q10 i kreatyny. Zawartości wszystkich badanych związków znacznie różnią się między poszczególnymi mięśniami jagnięcymi, prawdopodobnie ze względu na różnice typów włókien mięśniowych. Powolna obróbka cieplna (90 min w temperaturze 70 °C) mięśni najdłuższych półścięgnistych obecnych w mięsie jagnięcym prowadzi do znacznych redukcji zawartości tauryny, karnozyny i kreatyny oraz niewielkiego wzrostu zawartości koenzymu Q10 (Tab. 2) [37].

**Tabela 2.** Zawartość związków bioaktywnych (mg/100 g suchej masy) w mięsie jagnięcym przed i po zastosowaniu obróbki cieplnej w 70 °C przez 90 min [37]

Związek bioaktywny	Zawartości	
	przed obróbką cieplną	po obróbce cieplnej
Tauryna	309,7	170,6
Karnozyna	1816	1279
Koenzym Q10	8,85	11,65
Kreatyna	1866	1108

Mięso wołowe oraz mleko są podstawowymi źródłami CLA w diecie człowieka (Tab.3). Zawartość CLA w mięsie przeżuwaczy (mięso wołowe i jagnięce) jest znacznie wyższa niż w innych gatunkach mięsa – w wieprzowinie, czy drobiu [39].

**Tabela 3.** Zawartość CLA w różnych rodzajach mięsa, produktach mlecznych i żółtku jaja [4, 23, 38, 39]

Rodzaj produktu spożywczego	Zawartość CLA (mg/g tłuszczu)	Rodzaj produktu spożywczego	Zawartość CLA (mg/g tłuszczu)
wołowina	1,2-14	mleko	2-56
cielęcina	2,7	masło	1-14,3
jagnięcina	5,8	sery pleśniowe	1,74-3,07
wieprzowina	0,6	sery kozie	1,96-2,5
kurczak	0,9	sery żółte	0,5-6,26
indyk	2,6	żółtko jaja	0,3

## PODSUMOWANIE

1. Mięso wołowe zawiera cenne z punktu widzenia prozdrowotnego związki bioaktywne, takie jak: tauryna, karnozyna, koenzym Q10, kreatyna oraz izomery sprzężonego kwasu linolowego.

2. Omówione w pracy związki bioaktywne wykazują liczne właściwości zdrowotne: tauryna głównie przyczynia się do obniżenia wysokiego poziomu cholesterolu we krwi, a co za tym idzie obniża ryzyko rozwoju miażdżycy; karnozyna posiada właściwości przeciwutleniające; koenzym Q10



wykazuje właściwości przeciwutleniające, hamuje utlenianie cholesterolu LDL, zapobiega wystąpieniu niewydolności serca, choroby wieńcowej, kardiomiopatiom, choroby Parkinsona oraz wzmacnia system odpornościowy; kreatyna zwiększa wydajność pracy mięśni, natomiast CLA przyczynia się do zmniejszenia rozmiarów guzów nowotworowych, przeciwdziała rozwojowi miażdżycy, otyłości oraz opóźnia rozwój cukrzycy.

3. Oprócz wywierania korzystnego wpływu na zdrowie, niektóre z omówionych w niniejszej pracy związków bioaktywnych wpływają również na cechy jakościowe mięsa: tauryna przyczynia się do zwiększenia trwałości mięsa, zapobiega lub opóźnia reakcje utleniania tłuszczów; karnozyna wywiera ochronny wpływ na barwę mięsa, zmniejsza peroksydację tłuszczów; kreatyna zaś opóźnia metabolizm glikogenu i zmniejsza częstość występowania bladej, żółtawej barwy, miękkiej konsystencji i dużej wodnistości mięsa.

## LITERATURA

- [1]. **ADA REPORT. 1999.** *Position of The American Dietetic Association: Functional Foods.* Journal of The American Dietetic Association, 99, s. 1278-1285.
- [2]. **BEKHIT A., GEESINK G., ILIAN M., MORTON J., SEDCOLE J., BICKERSTAFFE R. 2004.** *Prooxidant activities of carnosine, rutin and quercetin in a beef model system and their effects on the metmyoglobin-reducing activity.* European Food Research and Technology, 218, s. 507-514.
- [3]. **BELURY M.A. 1995.** *Conjugated dienoic linoleate: A polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties.* Nutrition Reviews, 53, s. 83-89.
- [4]. **BIALEK A., TOKARZ A. 2009.** *Źródła pokarmowe oraz efekty prozdrowotne sprzężonych dienów kwasu linolowego (CLA).* <http://biuletynfarmacji.wum.edu.pl/>
- [5]. **BOLDYREY A., ABE H., STVOLINSKY S., TYULINA O. 1995.** *Effects of carnosine and related compounds on generation of free oxygen species: a comparative study.* Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry & Molecular Biology, 112, s. 481-485.
- [6]. **CHAN M., DECKER A., MEANS J. 1993.** *Extraction and activity of carnosine, a naturally occurring antioxidant in beef muscle.* Journal of Food Science, 58, s. 1-4.
- [7]. **CHO H., KIM S., CHEN D., ZHANG S., KIM H., KIM Y., KANG A., LEE N., LEEM K. 2002.** *Serum and urine taurine levels in elderly patients undergoing long-term enteral nutrition are reduced over time.* Nutrition Research, 22, s. 1017-1025.
- [8]. **CORNET M., BOUSSET J. 1999.** *Free amino acids and dipeptides in porcine muscles: differences between 'red' and 'white' muscles.* Meat Science, 51, s. 215-219.
- [9]. **DECKER A., CRUM D. 1993.** *Control of lipid oxidation in cooked ground pork by carnosine.* Meat Science, 34, s. 245-253.
- [10]. **DECKER A., MEI L. 1996.** *Antioxidant mechanisms and applications in muscle foods.* Reciprocal Meat Conference Proceedings, 49, s. 64-72.
- [11]. **DECKER EA., LIVISAY SA., ZHOU S. 2000.** *A re-evaluation of the antioxidant activity of purified carnosine.* Biochemistry, 65, s. 766-770.
- [12]. **DJENANE D., SANCHEZ-ESCALANTE A., BELTRAN J., RONCALES P. 2002.** *Ability of  $\alpha$ -tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere.* Food Chemistry, 76, s. 407-415.
- [13]. **FONTANA M., PINNEN F., LUCENTE G., PECCI L. 2002.** *Prevention of peroxynitrite-dependent damage by carnosine and related sulphonamido pseudodipeptides.* Cellular and Molecular Life Sciences, 59, s. 546-551.
- [14]. **GARIBALLA SE., SINCLAIR AJ. 2000.** *Carnosine: physiological properties and therapeutic potential.* Age Aging, 29, s. 207-210.
- [15]. **GAVINO V.C., GAVINO G., LEBLANC M., TUCHWEBER B. 2000.** *An isomeric mixture of conjugated linoleic acids but not pure cis-9, trans-11- octadecadienoic acid affects body weight gain and plasma lipids in hamsters.* Journal of Nutrition, 130, s. 27-29.
- [16]. **HIPKISS AR., WORTHINGTON VC., HIMSWORTH DT., HERWIG W. 1998.** *Protective effects of carnosine against protein modification mediated by malondialdehyde and hypochlorite.* Biochimica et Biophysica Acta, 1380, s. 46-54.
- [17]. **HIPKISS R., BROWNSON C., BERTANI F., RUIZ E., FERRO A. 2002.** *Reaction of carnosine with aged proteins. Another protective process?* Annals of the New York Academy of Science, 959, s. 285-294.
- [18]. **HOUSEKNECHT K.L., VANDEN HEUVEL J.P., MOYA-CAMARENA S.Y., PORTOCARRERO C.P., PECK L.W., NICKEL K.P. AND BELURY M.A. 1998.** *Dietary conjugated linoleic acid normalises impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty falfa rat.* Biochemical and Biophysical Research Communications, 244, s. 678-682.
- [19]. **HUXTABLE R.J. 1992.** *Physiological actions of taurine.* Physiological Reviews, 72, s. 101-163.
- [20]. **JAMES M., SMITH A., MURPHY P. 2004.** *Antioxidant and prooxidant properties of mitochondrial coenzyme Q.* Archives of Biochemistry and Biophysics, 423, s. 47-56.
- [21]. **JIMÉNEZ-COLMENERO F. 2007.** *Healthier lipid formulation approaches in meatbased functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats.* Trends in Food Science & Technology, 18, s. 567-578.
- [22]. **KEYS A., ZIMMERMAN F. 1999.** *Antioxidant activity of retinol, glutathione, and taurine in bovine photoreceptor cell membranes.* Experimental Eye Research, 68, s. 693-702.
- [23]. **KORHONEN H. 2009.** *Bioactive Components in Bovine Milk; [w:] Park Y. W. (red.): Bioactive components in Milk and Dairy Products.* Wyd. Wiley-Blackwell, s. 15-42.
- [24]. **KRAMER J., PARODI P., JENSEN R., MOSSOBA M., YURAWECZ M., ADLOF R. 1998.** *Rumenic acid: a proposed common name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products.* Lipids, 33, s. 835.

- [25]. KUMAR A., KAUR H., DEVIC P., MOHAN V. 2009. *Role of coenzyme Q10 (CoQ10) in cardiac disease, hypertension and Meniere-like syndrome*. Pharmacology & Therapeutics, 124, s. 259-268
- [26]. LEE C., HO C. 2002. *Bioactive compounds in foods. Effects of processing and storage*. American Chemical Society, Symposium Series 816.
- [27]. LEE J., HENDRICKS G. 1997. *Antioxidant effect of L-carnosine on liposomes and beef homogenates*. Journal of Food Science, 62, s. 931-934.
- [28]. LEE J., HENDRICKS G., CORNFORTH P. 1999. *A comparison of carnosine and ascorbic acid on color and lipid stability in a ground beef patties model system*. Meat Science, 51, s. 245-253.
- [29]. MILITANTE J., LOMBARDINI J. 2004. *Dietary taurine supplementation: Hypolipidemic and antiatherogenic effects*. Nutrition Research, 24, s. 787-801.
- [30]. MORA L., SENTANDREU M.A., TOLDRA F. 2008. *Contents of creatine, creatinine and carnosine in porcine muscles of different metabolic types*. Meat Science, 79, s. 709-715.
- [31]. MORA L., HERNÁNDEZ-CÁZARES A., SENTANDREU M. A., TOLDRA F. 2010. *Creatine and creatinine evolution during the processing of dry-cured ham*. Meat Science, 84, s. 384-389.
- [32]. O'NEILL M., GALVIN K., MORRISSEY A., BUCKLEY J. 1999. *Effect of carnosine, salt and dietary vitamin E on the oxidative stability of chicken meat*. Meat Science, 52, s. 89-94.
- [33]. O'SHEA M., VAN DER ZEE M., MOHEDE I. 2005. *CLA Sources and Human Studies; [w:] Akoh C., Lai O-M. (red.): Healthful Lipids*. Wyd. AOCS Publishing, Urbana, s. 249-272.
- [34]. OJA S., SARASAARI P. 2007. *Taurine; [w:] Lajtha A (red.): Handbook of Neurochemistry and Molecular Neurobiology. Amino Acids and Peptides in the Nervous System*. Wyd. Springer US, s. 155-206.
- [35]. PARK Y., ALBRIGHT K.J., LIU W., STORKSON J.M., COOK M.E., PARIZA M.W. 1997. *Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice*. Lipids, 32, s. 853-858.
- [36]. POTARGOWICZ E., SZERSZENOWICZ E., STANISZEWSKA M., NOWAK D. 2005. *Mitochondria jako źródło reaktywnych form tlenu*. Postępy Higieny Medycyny Doświadczalnej, 59, s. 259-266.
- [37]. PURCHAS R., RUTHERFURD S., PEARCE P., VATHER R., WILKINSON B. 2004. *Concentrations in beef and lamb of taurine, carnosine, coenzyme Q10, and creatine*. Meat Science, 66, s. 629-637.
- [38]. RAES K., BALCEAN A., DIRINCK P., DE WINNE A., CLAEYS E., DEMEYER D., DE SMET S. 2003. *Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgium retail beef*. Meat Science, 65, s. 1237-1246.
- [39]. RAINER L., HEISS C. 2004. *Conjugated Linoleic Acid: Health Implications and Effects on Body Composition*. Journal of the American Dietetic Association, 104, s. 963-968.
- [40]. REDMOND P., STAPLETON P., NEARY P., BOUCHIER-HAYES D. 1998. *Immunonutrition: the role of taurine*. Nutrition 14, s. 599-604.
- [41]. SANCHEZ-ESCALANTE A., DJENANE D., TORRESCANO G., GIMENEZ B., BELTRAN, A., RONCALES, P. 2003. *Evaluation of the antioxidant activity of hydrazine-purified and untreated commercial carnosine in beef patties*. Meat Science, 64, s. 59-67.
- [42]. SCOLLAN N., HACQUETTE J-F., NEURNBERG K., DANENBERGER D., RICHARDSON R., MOLONEY A. 2006. *Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality*. Meat Science, 74, s. 17-33.
- [43]. SHANTHA N., CRUM A., DECKER E. 1994. *Evaluation of conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42, s. 1757-1760.
- [44]. SIQUEIRA M., OETTERER M., ARCE M. 1997. *Antioxidant nutrients*. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia Alimentaria, 31, s. 192-199.
- [45]. WEBER C., BYSTED A., HOLMER G. 1997. *The coenzyme Q10 content of the average Danish diet*. International Journal of Vitamin and Nutritional Research, 67, s. 123-129.
- [46]. WYSS M., KADDURAH-DAOUK R. 2000. *Creatine and creatinine metabolism*. Physiological Reviews, 80, s. 1107-1213.
- [47]. ZHOU S., DECKER A. 1999. *Ability of carnosine and other skeletal muscle components to quench unsaturated aldehydic lipid oxidation products*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47, s. 51-55.
- [48]. ZIĘBA R. 2007. *Karnozyna – aktywność biologiczna i perspektywy zastosowania w farmakoterapii*. Wiadomości Lekarskie, 60, s. 1-2.

## BIOACTIVE COMPOUNDS IN MEAT

### SUMMARY

*In terms of nutritional value, meat belongs to the most valuable food. Recently the perception of meat as a valuable source of full value protein, micro- and macroelements significantly changed because meat is also a source of bioactive compounds that may have great physiological significance. To major bioactive compounds occurring in meat belong: taurine, carnosine, coenzyme Q10, creatine and conjugated linoleic acid (CLA). In addition to demonstrating the health properties, some of these compounds affect the quality characteristics of meat and meat products by indicating the properties to prevent lipid oxidation, color stability or extend the shelf life.*

**Key words:** meat, taurine, carnosine, coenzyme Q10, creatine, conjugated linoleic acid (CLA).