

Tauryna – cenny składnik mleka koziego

JACEK DOMAGAŁA

Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych Wydziału Technologii Żywności AR, Al. 29-Listopada 52, 31-425 Kraków

Domagała J.

Taurine as a valuable component of goat milk

Summary

Among many other valuable properties and components, goat milk has a relatively high content of free amino acids. Of the latter, particular attention should be paid to the non-protein amino acid taurine, which has a 20-fold higher level than in cow's milk and is almost equal to that in human milk. Therefore both goat milk and goat-milk products can be an excellent source of this amino acid. The paper presents the general characteristics and properties of taurine, its biosynthesis paths and its role in the human body. The presence of taurine in milk and dairy products (including goat milk and cheese), methods of its analysis and changes in taurine induced by heat treatment of milk have been described.

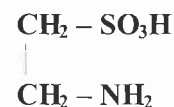
Keywords: taurine, goat milk

Tauryna – kwas 2-aminoetanosulfonowy jest końcowym produktem metabolizmu aminokwasów siarkowych metioniny i cysteiny. Jest alifatycznym β -aminokwasem niewykorzystywanym w biosyntezie białka, a występującym głównie w postaci niezwiązanej w wielu tkankach. Jego obecność stwierdzono także w niektórych prostych peptydach (9). Wzór chemiczny tauryny przedstawiony jest na ryc. 1 (2).

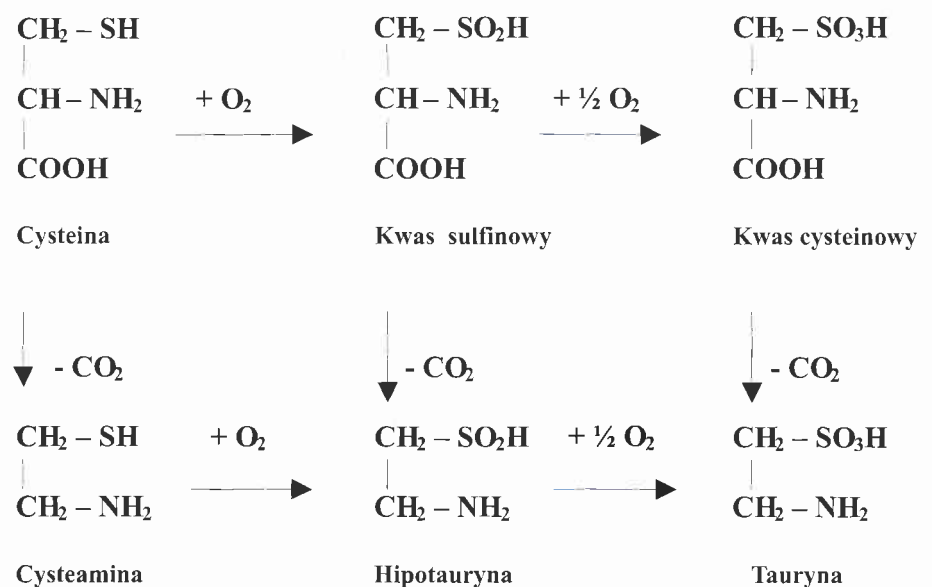
Biosynteza tauryny może przebiegać różnymi drogami. Jedną z możliwych przemian prowadzących do powstania tego aminokwasu może być utlenienie cysteiny do kwasu sulfinowego, a następnie do kwasu cysteinowego, który z kolei ulega dekarboksylacji do tauryny. Możliwa jest także dekarboksylacja kwasu fulfinowego do hipotauryny, która jest z kolei utleniana do tauryny. Inna droga prowadzi przez dekarboksylację cysteiny do cysteaminy, a następnie jej utlenianie do hipotauryny i tauryny. Możliwe drogi biosyntezy tauryny przedstawione są na ryc. 2 (2, 9).

Przemianą ograniczającą szybkość biosyntezy tauryny jest konwersja kwasu sulfinowego do hipotauryny katalizowana przez dekarboksylazę kwasu sulfinowego (CSAD). Enzym ten dla swojej aktywności wymaga fosforanu pirydoksalu, stąd też brak witaminy B₆ może prowadzić do zmniejszenia ilości endogennej tauryny w organizmie. Generalnie organizm człowieka ma wrodzoną zdol-

ność do utrzymywania endogennej tauryny na niezbędnym poziomie z metioniny i cysteiny pochodzących z diety. Jednakże zdolność biosyntezy tauryny przez organizm noworodka jest ograniczona przez niski poziom aktywności CSAD. Zdolność ta jest jeszcze bar-



Ryc. 1. Wzór chemiczny tauryny



Ryc. 2. Biosynteza tauryny

dziej obniżona u wcześniaków i dzieci z bardzo niską wagą urodzeniową. Stąd też ważnym źródłem tauryny dla tej populacji powinna być dieta (9).

Rola tauryny w organizmie człowieka

Tauryna pełni wiele bardzo ważnych funkcji w organizmie ssaków, wśród których wymienić należy: stabilizację błon komórkowych, udział w powstawaniu kwasów żółciowych, tzw. kwasów taurocholowych, właściwości antyoksydacyjne, utrzymywanie homeostazy wapnia, stymulację glikolizy i glikogenezy, regulację procesów wzrostu, osmoregulacji oraz procesów widzenia (9). Spełnia ona szczególnie ważną rolę w prawidłowym rozwoju układu nerwowego niemowląt, jest niezbędna do właściwego wykształcenia mózgu i siatkówki oka noworodka (13, 18). Tauryna odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu siatkówki oka, pracy serca, mięśni i padaczkę (10, 14). Funkcje te związane są z prawdopodobną rolą tauryny jako neurotransmitera, czyli związku będącego w stanie wyzwoić reakcję układu nerwowego podobnie jak: acetylocholina, serotonina, dopamina, histamina i inne (4, 14, 17). Neurotransmitery znajdują się w połączeniach synaptycznych neuronów spełniając podstawową rolę w przekazywaniu informacji w postaci impulsów nerwowych. Impulsy elektryczne przewodzone przez neurony powodują uwolnienie określonej jakości neurotransmitera, spełniając rolę tłumaczenia tych sygnałów na język mózgu, czyli rodzaj kodu informatycznego (1, 5).

Tauryna spełnia także bardzo ważne funkcje w metabolizmie, poprawiając między innymi absorpcję tłuszczu i wspomagając działanie kwasów tłuszczowych (8, 18). Zaobserwowano również ochronną rolę tauryny w stosunku do przemian oksydacyjnych w limfocytach, co sugeruje, że może ona działać w tych komórkach jak przeciwutleniacz. Jednakże jakkolwiek egzogenna tauryna przedłuża żywotność komórek, jednak nie hamuje w nich procesów utleniania tłuszczu. Jak dotąd dokładna rola tauryny w limfocytach pozostaje niejasna (9). Właściwości antyoksydacyjne tauryny w stosunku do tłuszczu stwierdzili natomiast Singer i wsp. (cyt. 3). Tauryna może działać jak przeciwutleniacz zapobiegając lub opóźniając procesy oksydacyjne tłuszczu. W kombinacji z innymi składnikami wykazuje największe zabezpieczenie produktów przed utlenianiem tłuszczu (cyt. 3). Badania przeprowadzone nad zwiększeniem trwałości wołowiny pakowanej w atmosferze modyfikowanej przy zastosowaniu połączenia różnych znanych antyoksydantów z tauryną wykazały, że tauryna w połączeniu z witaminą C przedłużała przydatność do spożycia steków wołowych o około 10 dni. Stąd też powierzchniowe zastosowanie naturalnych antyoksydantów, w tym tauryny, przed zapakowaniem produktu w atmosferze modyfikowanej powoduje efektywne opóźnienie procesów oksydacyjnych tłuszczu w świeżych stekach wołowych (3).

Tauryna może wspomagać układ odpornościowy człowieka i spełniać rolę terapeutyczną, gdy jest podawana doustnie. Zagadnienia te, jak również rolę tauryny w przebiegu wielu chorób opisali Redmond i wsp. (9). O ważnym i potwierdzonym wpływie tauryny na organizm człowieka może także świadczyć fakt, że jest ona powszechnie stosowana w produkcji napojów energetyzujących (14, 15).

Metody oznaczania tauryny

Do oznaczania zawartości tauryny stosowano różne metody analityczne, takie jak spektrofotometria, fluorymetria, chromatografia jonowymienna, analizator aminokwasów, wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC) czy gotowe testy biochemiczne. Wiele z tych metod miało zbyt małą czułość lub było zbyt czasochłonne i dlatego nie znalazło zastosowania do rutynowego oznaczania tego aminokwasu (10). Większość danych nt. tauryny opiera się na oznaczeniach jej poziomu metodą chromatografii jonowymiennej (16) lub zastosowaniu wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) (7, 10, 11). Jednak zastosowanie HPLC bezpośrednio do ilościowego oznaczania tauryny okazało się ograniczone, dlatego też oznaczano taurynę jako pochodną fluorescaminy (10). Inną szybką metodę oznaczania pochodnej tauryny otrzymanej na kolumnie fluorescencyjnej HPLC opisali Saito i wsp. (11). Taurynę ekstrahowano wodą z żywności, ekstrakt odbiałczano za pomocą płynu Carreza i oczyszczano na kolumnach Bond Elut SCX. Oczyszczony ekstrakt poddawano chromatografii na kolumnie polimerowej, stosując acetonitryl jako fazę ruchomą oraz aldehyd o-flalowy i 2-merkaptioetanol w alkaliznym roztworze buforu boranowego jako czynniki reagujące z tauryną. Opracowaną metodę zastosowano m.in. do badań jaj, ryb, produktów mleczarskich i miodu. Średni odzysk tauryny w tej metodzie przekraczał 90%. Podobną metodę zastosowali Pasqualone i wsp. (7) do oznaczeń zawartości tauryny w mleku i serze, stosując jednak ekstrakcję aminokwasu mieszaniną 0,1 M HCl i 5,2 mM 2-aminoetanolu, a do odbiałczenia ekstraktu 40% kwas trichlorooctowy.

Tauryna w mleku kobiecym, krowim i odżywkach dla dzieci

Mleko kobiece jest bogate w taurynę, a noworodki karmione mlekiem matki odznaczają się wyższą zawartością tauryny w organizmie niż noworodki karmione odżywkami na bazie mleka krowiego. Co więcej, stosowanie w żywieniu niemowląt mleka krowiego przez dłuższy czas, bez innego źródła tauryny, powoduje deficyt tego aminokwasu, a w konsekwencji może doprowadzić na przykład do degeneracji siatkówki oka. Można temu zaradzić wprowadzając suplementację tauryny (9). Saidi i Wartensen (10) stwierdzili obecność tauryny w mleku krowim w zakresie 2,4 do 12 mg/dm³. Erbersdobler (cyt. 10) określił zakres występowania tauryny w mleku krowim na 3 do

14 mg/dm³, a w mleku kobiecym na 18 do 128 mg/dm³. Matsuyama (cyt. 10) podaje średnią zawartość tauryny w mleku krowim równą 1,6 mg/dm³, a w mleku kobiecym 46,9 mg/dm³. Według Pasqualone i wsp. (7) zawartość tauryny w mleku kobiecym waha się w zakresie 3,63-6,03 mg/100 g. Ta znaczna różnica w zawartości tauryny w mleku kobiecym i mleku krowim, przy stwierdzonej ważnej funkcji tego aminokwasu w rozwoju noworodków i małych dzieci potwierdza potrzebę wzbogacania tauryną mleka humanizowanego i odżywek dla dzieci (6, 7, 8, 9, 10). Stąd też wiele nowoczesnych preparatów przeznaczonych dla niemowląt i dzieci także na naszym rynku zawiera ten aminokwas. Zawartość tauryny w tych produktach waha się w zakresie w 5-6 mg/100 g produktu gotowego do spożycia. Konieczność wzbogacania mleka humanizowanego i odżywek dla dzieci i niemowląt określają także dyrektywy Unii Europejskiej. Przyjęta w 1991 r. dyrektywa o mleku początkowym i następnym (91/321/EEC) oraz przyjęta w 1996 r. dyrektywa 96/4/EC poprawiająca dyrektywę 91/321/EEC, określają, że mleko początkowe powinno być wzbogacane w taurynę przynajmniej w ilości 42 μmole/kcal (6, 8).

Tauryna w mleku kozim i produktach z mleka koziego

Dobrym źródłem tauryny w diecie może być mleko kozie i produkty jego przerobu. Jakkolwiek podstawowy skład mleka koziego nie różni się zasadniczo od składu mleka krowiego, jednak istotne różnice dotyczą właściwości fizykochemicznych tych dwóch rodzajów mleka. Wynikają one z odmiennej budowy, składu i rozmiarów miceli kazeinowych, proporcji poszczególnych frakcji białkowych oraz większej w mleku kozim ilości związku mineralnych i azotowych związków niebiałkowych (17). Wśród wielu zalet mleka koziego wymienić należy wysoką wartość odżywczą, łatwą przyswajalność składników, właściwości antyoksydacyjne, terapeutyczne czy antyalergiczne (13, 17). To ostatnie zagadnienie nie jest jednak wciąż jednoznacznie rozstrzygnięte. Według badań przeprowadzonych w Instytucie Matki i Dziecka w Warszawie, spośród dzieci wykazujących nadwrażliwość na specyficzne białka mleka krowiego, 60-70% nie miało alergii na mleko kozie (12). Z drugiej strony istnieje także pogląd, że podawanie mleka koziego jest uzasadnione tylko w przypadku uczulenia na frakcję kazeiny – α_{s1} (17). Poza tym w przypadku tzw. skazy atopowej na mleko krowie również po krótkim czasie picia mleka koziego mogą pojawić się u dzieci objawy nietolerancji (13). Oprócz tych cech mleko kozie charakteryzuje się także wysoką zawartością wolnych aminokwasów sięgającą 17% całości aminokwasów. Dla porównania mleko krowie zawiera 5% wolnych aminokwasów, a mleko krowie tylko 0,8% (17). Na szczególną uwagę zasługuje prawie 20-krotnie większa zawartość właśnie aminokwasu tauryny w mleku kozim w stosunku do jej zawartości w mleku krowim.

Tak duża ilość tego aminokwasu w mleku kozim jest porównywalna z jej zawartością w mleku kobiecym. Według Mehaia (cyt. 17) zawartość tauryny w mleku kozim wynosi 36,2 μmola/100 cm³, w mleku kobiecym 33,5 μmola/100 cm³, podczas gdy w mleku krowim zaledwie 1,9 μmola/100 cm³. Pasqualone i wsp. (7) podają średnią zawartość tauryny jako wolnego aminokwasu mleka koziego w ilości 6,62 mg/100 g. Jest to ilość większa niż dla mleka innych gatunków zwierząt. Mleko krowie zawiera 0,16-1,00 mg/100 g, mleko wielbłądzie 0,16-3,45 mg/100 g, a mleko oślic 0,10-4,45 mg/100 g. Według tych samych autorów (7) szczególnie mleko śródziemnomorskich ras kóz, takich jak garganica i maltese jest bogate w taurynę. Średnia zawartość tego aminokwasu w mleku tych ras kóz wynosi odpowiednio 6,90 mg/100 g i aż 11,37 mg/100 g. Bardzo dobrym źródłem tego aminokwasu mogą być także sery z mleka koziego. Jednym z takich serów jest apulian cacioricotta – ser z mleka śródziemnomorskich ras kóz produkowany tradycyjnie w regionie południowych Włoch. Pasqualone i wsp. (7) stosując metodę HPLC badali zawartość tauryny i innych wolnych aminokwasów w tym serze. Średnia zawartość tauryny w świeżym serze apulian cacioricotta wynosiła 3,66 mg/100 g, co stanowiło 23% całości wolnych aminokwasów. Po 15-dniowym okresie dojrzewania stwierdzono nieznaczny spadek zawartości tauryny do zawartości 3,06 mg/100 g.

Przemiany tauryny podczas ogrzewania mleka

Niewiele jest wiadomo na temat stabilności cieplnej tauryny w mleku i produktach mleczarskich. Ponieważ jest ona aminą pierwszorzędową, może reagować z cukrem redukującym laktozę podczas ogrzewania i przechowywania mleka. Saidi i wsp. (10) badali degradację tauryny w mleku podczas obróbki cieplnej. W tym celu wzbogacali mleko krowie w taurynę dodając 20 lub 30 mg tauryny na 1 dm³ mleka. Mleko takie ogrzewano w rurkach szklanych w temperaturze 80°C przez 50 h, 100°C przez 16 h i 120°C przez 2 godziny. W celu zbadania wpływu temperatury na zakres reakcji brązowienia ogrzewano w analogicznych warunkach roztwór tauryny o stężeniu 10 mg/dm³ i roztwór laktozy o stężeniu 40 mg/dm³ w pH 6,7 przy użyciu buforu fosforanowego. Stwierdzili oni, że degradacja tauryny w mleku w warunkach ogrzewania stosowanych w praktyce jest ograniczona. Sterylizacja mleka w temp. 120°C przez 20 min. powoduje 10% stratę tauryny. Ta strata jest podobna do straty lizyny w mleku podczas ogrzewania. Termiczna degradacja tauryny jest około 5 razy szybsza w roztworze buforowym niż w mleku poddanym ogrzewaniu. Może to być spowodowane ochronnym działaniem suchej masy mleka i reakcjami współzawodniczenia innych składników aminowych z laktozą w mleku. Główną przyczyną strat tauryny podczas ogrzewania mleka jest najprawdopodobniej reakcja nieenzymatycznego brązowienia. Stwierdzenie to bazuje na podobieństwie

strukturalnym tauryny i lizyny. Ponieważ badania strat tauryny wskutek reakcji nieenzymatycznego brązowienia są trudne do przeprowadzenia w mleku ze względu na obecność innych składników aminowych mogących podlegać reakcji Maillarda, dlatego aby zbadać zakres udziału tauryny w tej reakcji przygotowano roztwór o pH i zawartości laktozy podobnym jak w mleku. Wyniki otrzymane dla strat tauryny w reakcjach brązowienia okazały się podobne dla otrzymanych strat lizyny. W konkluzji tych badań stwierdzono, że degradacja tauryny w mleku ogrzewanym zachodzi w podobny sposób i z podobną szybkością jak degradacja lizyny.

Podsumowanie

Oprócz wielu cennych składników i właściwości mleka koziego przemawiających za jego stosowaniem w diecie, wysoka zawartość tauryny powinna być jeszcze jedną z przesłanek propagujących spożywanie tego mleka. Jakkolwiek mleko to nie jest zalecane dla dzieci poniżej 1 roku życia i zgodnie z zaleceniami FAO/WHO powinno być dla nich humanizowane podobnie jak mleko krowie (13), to jednak zarówno samo mleko kozie, jak i produkty z mleka koziego mogą stanowić ważne źródło cennej, naturalnej tauryny dla dzieci starszych, młodzieży i ludzi dorosłych. Ponieważ jednak w świetle aktualnego stanu wiedzy tauryna pełni istotną rolę w rozwoju noworodków i niemowląt cenna byłaby możliwość wykorzystania przynajmniej pewnych frakcji mleka koziego do wzbogacania mieszanek mlecznych dla niemowląt.

Piśmiennictwo

1. Baryłko-Pikielna N., Nawor-Kulesza M.: Funkcje żywności i jej składników w kształtowaniu procesów psychologicznych. *Żywność* 1999, 6, 20-30, Supl.

2. Belitz H.-D., Grosch W.: *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Springer Verlag, Berlin 1992, s. 526.
3. Djenane D., Sanchez-Escalante A., Beltran J. A., Roncales P.: Ability of α -tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chem.* 2002, 76, 407-415.
4. Jakubke H.-D., Jeschkeit H.: *Aminokwasy, peptydy, białka*. PWN, Warszawa 1989, s. 235.
5. Kostyra H., Kujawska E., Kostyra E.: Prognozowanie bezpiecznej i prozdrowotnej żywności. *Przegl. Mlecz.* 2002, 1, 16-20.
6. Mojska H., Szponar L.: Mleko modyfikowane dla niemowląt – skład i wartość odżywcza w świetle zaleceń Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO i przepisów Unii Europejskiej. *Nowa Medycyna* 1997, 4, 9, 34-37.
7. Pasqualone A., Caponio F., Allegria V., Gomes T.: Content of taurine in Apulian Caciocotta goat's cheese. *Eur. Food Res. Technol.* 2000, 211, 158-160.
8. Pordąb Z., Majchrzak E.: Białko w modyfikowanym mleku dla niemowląt. *Przem. Spoż.* 1998, 52, 11, 34-36.
9. Redmond H. P., Stapleton P. P., Neary P., Bouchier-Hayes D.: Immunonutrition: The role of taurine. *Nutrition* 1998, 14, 599-604.
10. Sadi B., Warthensen J. J.: Analysis and heat stability of taurine in milk. *J. Dairy Sci.* 1990, 73, 1700-1706.
11. Saito K., Horie M., Tokumaru Y., Nakazawa H.: Determination of taurine in foods by HPLC with on column fluorescence derivatization. *J. Food Hyg. Soc. Jap.* 1997, 38, 400-405.
12. Sekula E., Rudzka-Kańtoch Z., Turzyniecka M.: Wyniki badań u dzieci z alergią na białka mleka krowiego, u których zastosowano mleko kozie. Materiały konferencji „Wykorzystanie mleka koziego w żywieniu dzieci z alergią pokarmową”. Bielsko-Biala 1996, s. 59-60.
13. Szczepanik A., Libudzisz Z.: Wartość dietetyczna mleka koziego. *Przem. Spoż.* 2000, 50, 11, 25-27, 44.
14. Świdorski F. (red.): *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*. WNT, Warszawa 1999, s. 234.
15. Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: bioaktywne peptydy i białka jako składniki żywności funkcjonalnej i dietetycznej. Materiały XXXI Sesji Naukowej KtChZ PAN „Żywność w dobie ekspansji naukowej: potencjał, oczekiwania, perspektywy”, Poznań 2000, s. 95-101.
16. Tae sun Park, Jung-Fun-Park: Taurine contents in beverages, milk products, sugars and condiments consumed by Koreans. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 1999, 28, 1, 9-15.
17. Wszolek M.: Wartość odżywcza, właściwości fizykochemiczne i biologiczne składników mleka koziego. *Nowa Medycyna* 1997, 4, 9, 41, 1997.
18. Ziajka S. (red.): *Mleczarstwo – zagadnienia wybrane*. T. 2. Wyd. ART., Olsztyn 1997, s. 291.

Adres autora: dr inż. Jacek Domagała, Al. 29-Listopada 52, 31-425 Kraków, e-mail: rtdomaga@cyf-kr.edu.pl

FRIEND E. J., WILLIAMS J. M., WHITE R. A. S.: Inwazyjne leczenie aspergilozy nosa u psów stosowanym miejscowo klotrimazolem. (Invasive treatment of canine nasal aspergillosis with topical clotrimazole). *Vet. Rec.* 151, 298-299, 22002 (10)

Zakażenie grzybicze nosa i zatok przynosowych u psów powoduje występowanie chronicznych wycieków z otworów nosowych i jest przyczyną dużej śmiertelności. Zakażenie wywołuje najczęściej *Aspergillus fumigatus*, który uszkadza błonę śluzową jamy nosowej i wywołuje zapalenie kości zatok przynosowych. Klotrimazol zastosowano u 20 psów, u których zdiagnozowano aspergilozę na podstawie objawów klinicznych, dodatniego wyniku testu elektroforezy przeciwprądowej, zmian radiologicznych i wyniku badania bioptatów. Leczenie przeprowadzono w znieczuleniu ogólnym wykonując trepanację zatok czołowych, do których przez kateter wprowadzano 1% roztwór klotrimazolu w glikolu polietylenowym (Canesten 1% roztwór, Bayer) w ilości 1g dla psa o masie powyżej 10 kg i 0,5 g dla psa o masie poniżej 10 kg. Po 6 tygodniach przeprowadzono powtórne badanie kliniczne i podzielono psy na dwie grupy, grupę A w której nie stosowano dalszego leczenia i grupę B, w której zastosowano leczenie rutynowe. Psy z grupy B zbadano ponownie po dalszych 4-6 tygodniach. U 10 (77%) z 13 psów z grupy A uzyskano wyleczenie po jednorazowym zastosowaniu klotrimazolu, u pozostałych 3 leczenie powtórzono uzyskując wynik pozytywny. W grupie B wyleczenie uzyskano u 8 (80%) z 10 psów.

G.

MOORE J. E., MC LERNON P., WAREING D., XU J., MURPHY P. G.: CHARAKTERYSTYKA OPORNÝCH NA FLUOROCHINOLONY SZCZEPÓW *Campylobacter* sp., izolowanych od ludzi i kurcząt. (Characterization of fluoroquinolone-resistant *Campylobacter* sp. isolated from human beings and chickens). *Vet. Rec.* 150, 518-520, 2002 (16)

Określono wrażliwość na leki przeciwbakteryjne 200 izolatów *Campylobacter* pochodzących od ludzi z zaburzeniami żołądkowo-jelitowymi i 200 izolatów tego zarazka izolowanych ze skóry kurcząt poddanych ubojowi. Wśród izolatów pochodzących od człowieka 84% stanowił *C. jejuni*, 14% *C. coli*, 2% *C. lariidis*, zaś wśród izolatów pochodzących od kurcząt 78% stanowił *C. jejuni*, 20% *C. coli* i 2% *C. lariidis*. W testach krążkowych na cyprofloksacynę było opornych 7% izolatów ludzkich i kurzych, na enrofloksacynę 4,5% izolatów ludzkich i 6,5% kurzych, na ofloksacynę 7% izolatów ludzkich i 6,5% kurzych, na kwas naldyksowy 7,5% izolatów ludzkich i 6,5% izolatów kurzych. 4% izolatów ludzkich była opornych na tetracykliny i 2% na erytromycynę, podczas gdy dla izolatów kurzych wartości te wynosiły odpowiednio 11% i 4,5%. Izolaty ludzkie cechowała wyższa oporność na chinolony. MIC dla cyprofloksacyny wynosiło dla izolatów ludzkich 32 µg/ml, dla izolatów pochodzących od kurcząt 4 µg/ml.

G.