

# HIGIENA ŻYWNOŚCI ZWIERZĘCEGO POCHODZENIA

ALEKSANDER KROLICZEK

## Lizyna jako aminokwas egzogeny

Instytut Chemii Wyższej Szkoły Pedagogicznej, ul. Oleska 42, 45-052 Opole

Spośród około dwustu poznanych dotychczas aminokwasów naturalnych (30, 31) tylko dwadzieścia to tzw. aminokwasy białkowe, które wchodzi w skład poszczególnych grup i rodzajów białek. Należą one (aminokwasy białkowe) do związków organicznych o ogólnym wzorze: R-CHNH<sub>2</sub>-COOH, tj. kwasów alfa-aminokarboksylowych, z których w procesie biosyntezy na rybosomach komórkowych tworzą się odpowiednie łańcuchy makropeptydowe, czyli białka.

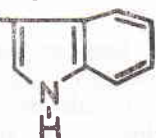
Zdolność syntezy wszystkich aminokwasów białkowych właściwa jest roślinom oraz niektórym drobnoustrojom. Natomiast człowiek oraz zwierzęta monogastyczne nie wytwarzają pewnych aminokwasów i muszą otrzymywać je z zewnątrz w formie pożywienia. Aminokwasy te nazwano egzogennymi lub niezbędnymi. Niedobór ich wywołuje różne objawy chorobowe, wśród których najbardziej typowe, acz niespecyficzne, to: zahamowanie wzrostu u młodych zwierząt oraz spadek produkcji i obniżenie masy ciała u zwierząt dorosłych.

Lista aminokwasów egzogennych wykazuje pewne zróżnicowanie w zależności od wieku i gatunku. W żywieniu człowieka występuje np.

9 aminokwasów egzogennych (tab. 1), podczas gdy w żywieniu drobiu i trzody chlewnej liczba ich jest większa. Człowiek nie potrzebuje histydyny, natomiast kurczęta wymagają dodatkowo nawet glicyny, co tłumaczy się innym mechanizmem przemiany białka u ptaków i powstawanie, jako produktu końcowego, kwasu moczowego. Z kolei arginina nie jest niezbędna w diecie świń i szczurów.

Wykazano ogólną zależność, w myśl której zarówno człowiek, jak i zwierzęta monogastyczne nie potrafią wytwarzać aminokwasów, zawierających w cząsteczce pierścień aromatyczny lub łańcuchy rozgałęzione. Ponadto nie przekształcają one beta-aspartylofosforanu w kwas L-alfa-amino-beta-formylopropionowy (semialdehyd asparaginowy), który jest prekursorem lizyny, metioniny i treoniny (ryc. 1). Stwierdzono także, że kilka aminokwasów może się wprawdzie tworzyć w organizmie zwierzęcym, ale tylko z odpowiednich aminokwasów egzogennych. Zalicza się do nich cystynę, cysteinę i tyrozynę. Wykazano doświadczalnie, że jeżeli w pożywieniu jest duża zawartość metioniny, wówczas zwierzęta nie wykazują zapotrzebowania na cystynę i cysteinę, które z

Tab. 1. Aminokwasy egzogenne (średnie dzienne zapotrzebowanie u dorosłego człowieka)

Grupa aminokwasów	Aminokwas	Skrót	R	Dzienne zapotrzebowanie w g
Aminokwasy o łańcuchach rozgałęzionych	walina	Val	-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,9
	leucyna	Leu	-CH <sub>2</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12,6
	izoleucyna	Ile	-CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	3,7
Aminokwasy zawierające układ aromatyczny	fenylalanina	Phe	-CH <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	4,7
	tyrozyna	Tyr	-CH <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -OH	3,9
	tryptofan	Trp	-CH <sub>2</sub> - 	1,1
Aminokwasy, których prekursorem jest kwas L-α-amino-β-formylopropionowy	lizyna	Lys	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -NH <sub>2</sub>	5,2
	metionina	Met	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -S-CH <sub>3</sub>	4,1
	treonina	Thr	-CH(OH)CH <sub>3</sub>	3,6

niej powstają. Warto przypomnieć, że w procesie przenoszenia siarki i powstawania cystyny bierze udział seryna. Nie może natomiast zachodzić zjawisko odwrotne, gdyż proces ten jest jednokierunkowy. Podobnie dzieje się z tyrozyną, której brak można w całości zastąpić fenyloalaniną.

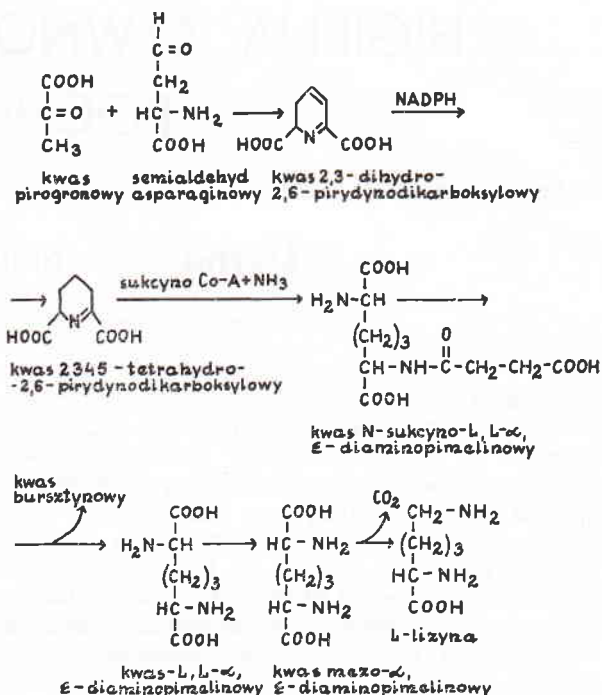
Zupełnie inaczej przedstawia się zagadnienie gospodarki aminokwasowej u zwierząt roślinożernych, a zwłaszcza przeżuwaczy. Dla tych zwierząt skład białka pokarmowego pod względem aminokwasowym jest sprawą drugorzędną (z wyjątkiem zwierząt młodych i w pewnym stopniu wysoko produkcyjnych) ze względu na intensywną syntezę aminokwasów egzogennych w przewodzie pokarmowym, przede wszystkim w żwaczu.

Ogólnie należy podkreślić, że możliwość syntezy określonych aminokwasów w żywych organizmach zależy od obecności odpowiednich układów enzymatycznych, a te u poszczególnych gatunków różnią się znacznie. Nawet w obrębie tego samego gatunku zapotrzebowanie na aminokwasy zmienia się w zależności od wieku, stanu fizjologicznego lub kierunku produkcji. Na przykład inne jest ono u zwierząt młodych i rosnących (przeważnie wyższe), a inne u produkujących mleko, mięso lub jaja. Zmiany te mają najczęściej charakter ilościowy, co oznacza zwykle, że zapotrzebowanie na dany aminokwas wzrasta lub maleje (26, 29).

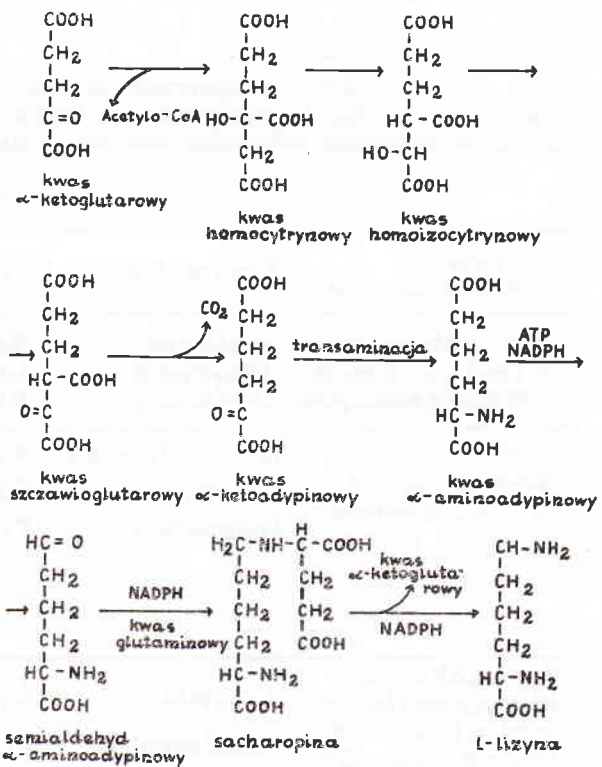
W piśmiennictwie dotyczącym roli białka i aminokwasów w żywieniu najwięcej miejsca poświęca się lizynie oraz metioninie, a następnie tryptofanowi i treoninie. Powodem tego są nie tylko ważne funkcje biologiczne, jakie aminokwasy te spełniają w organizmie, ale również to, że ich zawartość w pożywieniu jest przeważnie za mała w stosunku do zapotrzebowania. Dodatkowym, niekorzystnym zjawiskiem, które pogłębia jeszcze ten deficyt, są zmiany, jakim niektóre z tych aminokwasów ulegają podczas przerobu oraz przechowywania produktów żywnościowych i pasz. Dotyczy to w pierwszym rzędzie lizyny, która w grupie aminokwasów egzogennych zajmuje miejsce szczególne.

Lizyna, kwas L-alfa, epsilon-diaminokapronowy, została wyizolowana przez Drechsela w 1889 r., z hydrolizatów białka mleka (27). Jest ona niezbędna do syntezy nie tylko białek strukturalnych, ale także do syntezy białek i peptydów funkcjonalnych, tj. enzymów, nukleoprotein i hormonów.

Grupa epsilon-aminowa jest wysunięta na zewnątrz łańcucha peptydowego i może służyć do przyłączania koenzymów, jak np. biotyny, czyli witaminy H, która dopiero w tej formie wykazuje aktywność biologiczną. Również aktywność tzw. podjednostki polimerazy RNA w *Escherichia coli* jest funkcją reszt lizylowych występujących w tej podjednostce (7). W katabolizmie lizyny (dekarboksylacja) tworzy się między innymi kadaweryna, która jest po-



Ryc. 1. Mechanizm biosyntezy lizyny u bakterii i większości roślin wyższych



Ryc. 2. Przemiana glutaminianu do lizyny u roślin wyższych z rodzaju Graminae i u grzybów

wszechnym prekursorem alkaloidów roślinnych. W toku przekształceń kadaweryny powstaje pierścień piperydynowy, występujący np. w izopelletierynie, pseudopelletierynie i anabazyne. Nie jest wykluczone, że w warunkach głodu azotowego niektóre alkaloidy mogą być ponownie przekształcane w aminokwasy. Stanowiłyby więc one pewną rezerwę azotową w świecie roślinnym.

W przyrodzie istnieją dwie główne drogi syntezy lizyny. Pierwsza z nich, którą przedstawiono skrótowo na ryc. 1, wiedzie poprzez kwas diaminopimelinowy, a występuje u bakterii, glonów oraz niektórych roślin wyższych (z wyjątkiem *Graminae*, tzn. traw). Natomiast druga (ryc. 2) prowadzi poprzez kwas adypinowy, a występuje u większości grzybów i roślin z rodzaju *Graminae*.

Szlak kwasu diaminopimelinowego zaczyna się od semialdehydu asparaginowego i piroglutaminu, które ulegając kondensacji tworzą cykliczny metabolit pośredni. W dalszym ciągu powstaje kwas alfa, epsilon-diaminopimelinowy, który po dekarboksylacji tworzy lizynę.

Szlak prowadzący przez kwas aminoadypinowy rozpoczyna się od acetylo-CoA i alfa-ketoglutaranu, prowadzi poprzez kwas homoizocyttrynowy do kwasu aminoadypinowego, który z kolei zredukowany jest do lizyny.

Jak wynika z przedstawionych schematów, podstawowymi prekursorami lizyny są aminokwasy: asparaginowy i glutaminowy (względnie ich pochodne), to jest związki szczególnie obficie występujące w świecie roślinnym i bakteryjnym. Powstający z asparagianu kwas alfa-amino-beta-formylopropionowy jest głównym metabolitem nie tylko na szlaku lizyny, ale daje również początek innym rozgałęzieniom, które prowadzą przez homoserynę do treoniny oraz przez cystationinę i homocysteinę do metioniny. Mechanizm tych przemian został szczegółowo zbadany i wykorzystany praktycznie przy zastosowaniu szczepu *Micrococcus glutamicus* do fermentacyjnego otrzymywania tych ważnych aminokwasów, a zwłaszcza lizyny i metioniny.

Jak już wspomniano lizyna w łańcuchu peptydowym związana jest grupą alfa-aminową, natomiast grupa epsilon-aminowa jest wolna i łatwo wchodzi w reakcje z innymi związkami organicznymi, jak cukry, tłuszcze oraz produkty ich utleniania (są to tzw. reakcje Maillarda, 34). Podobne reakcje zachodzą także w obrębie samej cząsteczki białka między grupami aminowymi lizyny a grupami karboksylowymi kwasu asparaginowego lub glutaminowego. W wyniku tych procesów powstają trwałe połączenia typu oksymów, hydrazonów, czy zasad Schiffa, które nie ulegają trawieniu enzymatycznemu w przewodzie pokarmowym i nie są przyswajane przez organizm (2, 3, 5, 6, 10, 12, 15, 20). Również występujący w niektórych roślinach aromatyczny aldehyd gossypol

(toksyczny alkaloid) wykazuje dużą reaktywność w stosunku do lizyny, tworząc trwały, nieprzyswajalny kompleks (26).

Reakcjom Maillarda sprzyja podwyższona temperatura, wilgotność oraz dostęp powietrza. Dominujący wpływ ma jednak temperatura (5, 17).

Ponadto podczas ogrzewania białek w środowisku zasadowym powstaje, w wyniku beta-eliminacji cząsteczki wody z seryny lub cysteiny, dehydroalanina, która na skutek addycji lizyny do podwójnego wiązania tworzy lizynoalaninę, zwaną w skrócie LAL (1, 4, 22, 23). Doświadczalnie wykazano, że lizynoalanina jest również częściowo nieprzyswajalna, a na dodatek ma właściwości toksyczne i powoduje np. u szczurów zwyrodnienie nerek (nephrocytomegaly — 19, 24, 25). Obecność LAL wykryto w wielu produktach żywnościowych, przygotowanych zarówno w warunkach domowych, jak i przemysłowych, w tym preparowanych termicznie również w środowisku niezasadowym (18, 23).

Z przedstawionych obserwacji wynika, że o rzeczywistej wartości określonego białka pokarmowego świadczy nie tylko jego skład aminokwasowy, a zwłaszcza zawartość aminokwasów egzogennych, ale przede wszystkim stopień ich przyswajalności. Znajomość przyswajalności ma szczególne znaczenie w odniesieniu do lizyny, która, jak już wspomniano, jest wyjątkowo wrażliwa na wszelkie procesy technologiczne i warunki przechowywania (5, 11, 13, 14). Dlatego też biorąc przedstawione względy opracowano sporo metod (chemicznych, biologicznych, mikrobiologicznych) umożliwiających oznaczenie zawartości lizyny przyswajalnej, tj. lizyny z niezablokowaną grupą epsilon-aminową (5, 6, 11, 15, 17, 21). Spośród metod chemicznych najbardziej rozpowszechniona jest metoda Carpentera (5, 6), który w opracowanym postępowaniu zastosował znaną w chemii reakcję Sangera oznaczania wolnych grup aminowych przy pomocy 2,4-dwunitrofluorobenzenu (DNFB).

Opanowanie metod oznaczania przyswajalnej lizyny pozwoliło nie tylko na bardziej precyzyjną ocenę jakości białka i jego normowanie w żywieniu, ale również na śledzenie wpływu procesów technologicznych na jego zmiany. Dzięki temu ustalono np., że podczas suszenia mechanicznego zielonek straty lizyny przyswajalnej są znaczne i mogą przekraczać nawet 30% (11, 20).

Zagadnienie niedoboru lizyny i innych aminokwasów egzogennych w podstawowych produktach żywnościowych i paszach rodzi wspólnie globalny problem, jakim jest deficyt białka pokarmowego i żywności w ogóle.

Jak wykazują odpowiednie dane analityczne lizyna jest aminokwasem, występującym w niektórych białkach, szczególnie w białkach pochodzenia roślinnego, w bardzo małych ilościach

Tab. 2. Procentowa zawartość aminokwasów egzogennych w białkach niektórych produktów żywnościowych i pasz (wg Kellner, Becker — 12)

Materiał	Białko og.	Arg	Cys+Met	His	Ileu	Leu	Lys	Thr	Trp	Tyr+Phe	Val
Trawa falkowa	3,4	—	2,1 <sup>x</sup>	—	12,2	17,6	11,5	16,1	2,3	—	9,9
Lucerna zielona	4,0	—	3,1	1,5	4,3	7,9	4,2	5,0	1,5	3,8	4,9
Susz z lucerny	18,0	4,8	2,9	2,0	5,1	7,5	5,4	4,4	1,7	8,0	5,5
Ziemniaki	1,9	4,6	2,8	1,6	3,7	5,2	5,3	3,8	1,4	8,6	5,4
Jęczmień (ziarno)	10,4	4,7	3,7	2,0	4,5	6,8	3,0	3,7	1,4	8,4	4,9
Pszonica (ziarno)	11,3	4,6	3,5	2,2	4,4	6,8	2,5	3,1	1,2	9,0	4,4
Zyto (ziarno)	9,2	4,6	3,6	2,2	4,3	6,5	3,4	3,5	1,1	8,0	5,0
Kukurydza (ziarno)	9,9	4,4	4,0	2,5	5,0	13,2	2,7	3,5	0,8	10,7	5,1
Łubin żółty (ziarno)	40,0	6,4	2,1	2,0	12,5	—	3,8	3,2	—	—	4,9
Groch (ziarno)	27,4	7,3	1,7	2,7	5,9	7,8	6,2	3,1	0,9	7,0	5,4
Mąka pszenna	16,6	4,5	2,0	2,0	4,0	6,0	3,5	3,0	1,0	5,5	4,0
Wysłodki suszone	8,5	3,0	0,0	2,0	3,0	6,0	6,0	4,0	1,0	7,0	4,0
Drożdże past. susz.	47,0	5,1	2,9	2,3	6,0	6,8	7,4	5,1	1,0	8,5	5,7
Śruta arachidowa	51,7	11,5	3,1	2,2	4,0	6,9	2,9	3,0	1,0	8,8	5,0
Śruta sojowa	46,0	6,9	3,1	2,4	5,2	7,1	6,0	3,8	1,2	8,0	5,2
Śruta rzepakowa	36,0	6,5	5,9	3,0	4,9	7,5	6,3	4,9	1,2	—	5,7
Mleko krowie	3,5	4,0	4,3	2,5	7,4	10,7	8,0	4,6	1,5	10,5	7,2
Mleko w proszku	33,8	3,1	1,9 <sup>x</sup>	2,5	7,5	9,5	7,0	4,5	1,4	7,0	7,0
Kazeina (techniczna)	85,0	3,9	3,7	2,9	6,8	9,9	8,2	4,4	1,3	11,1	7,6
Jaja całe (kurze)	—	6,4	6,4	2,4	7,7	9,2	7,0	4,3	1,5	10,8	7,5
Mięso	—	—	4,4	3,3	6,0	8,0	10,0	5,0	1,4	9,0	5,5
Mączka mięsna	52,0	6,0	2,5	2,7	3,5	9,0	6,2	3,4	0,8	7,1	5,7
Mączka rybna	55,0	6,1	3,7	2,5	5,5	7,4	8,7	4,2	1,2	7,2	5,5
Kazaliny	—	8,6	0,9	0,8	1,7	3,5	4,8	1,9	0,0	2,6	2,9

ciach (tab. 2). Znane są nawet białka, jak np. zeina kukurydzy, nie zawierające w ogóle lizyny w swojej cząsteczce. Z punktu widzenia żywieniowego najbardziej niekorzystna jest niska zawartość tego aminokwasu w ziarnach zbóż, które w większości krajów świata stanowią podstawę żywienia ludzi i zwierząt (26, 29).

W dążeniu do rozwiązania problemu niedoboru białka pokarmowego można obecnie wyróżnić dwa kierunki działania. Pierwszy, to poszukiwanie nowych źródeł białka o wysokiej wartości biologicznej, natomiast drugi — to produkcja syntetycznych aminokwasów egzogennych i wzbogacanie nimi niskowartościowych białek roślinnych.

Niemal na całym świecie (w Polsce również) prowadzi się intensywne prace nad wyhodowaniem nowych, doskonalszych odmian zbóż, wysokobiałkowych roślin strączkowych oraz roślin pastewnych. Przyjmuje się bowiem, że mimo gwałtownego rozwoju chemii, w tym także biotechnologii, synteza białka pokarmowego na skalę przemysłową w najbliższych dziesięcioleciach nie będzie jeszcze możliwa. Z tego względu podstawowym jego źródłem będzie nadal rolnictwo, a ściślej biorąc produkcja zwierzęca. Wiele uwagi poświęca się również sprawie pozyskiwania białka z mórz i oceanów, ale jest to źródło w chwili obecnej ograniczone i może być traktowane jedynie jako uzupełnienie produkcji rolnej.

Przechodząc z kolei do zagadnienia stosowania w żywieniu dodatku syntetycznych amino-

kwasów egzogennych, to według danych FAO (9) zapotrzebowanie roczne w skali światowej kształtowało się następująco: lizyna ok. 5 mln ton, metionina — ok. 4 mln ton, treonina — ok. 3,7 mln ton i tryptofan — ok. 1,2 mln ton. Natomiast cała produkcja światowa wymienionych aminokwasów egzogennych łącznie wynosiła w 1981 r. niespełna 0,5 mln ton, z czego prawie połowę przeznaczono na potrzeby żywienia zwierząt, zaspokajając je tylko w niewielkim stopniu.

Obecnie lizynę otrzymuje się metodą fermentacyjną, a jako pożywkę stosuje się aminokaprolaktan. Głównymi jej producentami są: Japonia, Francja i Meksyk.

Jeżeli idzie o bieżące potrzeby naszego kraju, to według danych Ministerstwa Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej oraz Zrzeszenia Przedsiębiorstw Przemysłu Paszowego „Bacutil”, zapotrzebowanie na lizynę i metioninę, jako dodatków do premiksów i mieszanek paszowych w latach 1985/86 wyniesie odpowiednio: 2—5 i 3—6 tys. ton (16).

Biorąc zatem pod uwagę naturalne i koniunkturalne ograniczenia w pozyskiwaniu wysokowartościowego białka pokarmowego można wyrazić pogląd, że rozwiązanie problemu deficytu tego produktu, zależeć będzie w dużej mierze od opanowania i rozwinięcia techniki produkcji syntetycznych aminokwasów egzogennych, a zwłaszcza lizyny.

## Piśmiennictwo

1. Acquish R. S., Booth A. K., Skinner J. D.: Biochem. Biophys. Acta 181, 164, 1969.

2. Acquist R. S., Carthew P.: Biochem. Biophys. Acta 278, 8, 1972.
3. Acquist R. S., Carthew P., Hanna H. D.: J. Soc. Dyers Colourists 90, 375, 1974.
4. Bohak Z.: J. Biol. Chem. 239, 2878, 1964.
5. Carpenter K. J., Ellinger G. M., Munro M. J., Roife E. J.: Brit. J. Nutr. 11, 162, 1957.
6. Carpenter K. J., Ellinger G. M.: Biochem. J. 77, 604, 1960.
7. Chitampalli S., Naryanan, Krakow J. S.: Biochem. 21, 6103, 1982.
8. Cieślak D. G., Benewenga N. J.: J. Nutr. 114, 1863, 1984.
9. Kotova G. A., Volkova M. B.: Selskoje chozjajstvo za rubieżom 1, 37, 1983.
10. Manson W., Carolan T.: J. Dairy Sci. 39, 189, 1972.
11. Maede R. J.: J. Anim. Sci. 35, 713, 1972.
12. Nashef A. S., Osuga D. T., Lee H. S., Ahmed A. I., Whitaker J. R., Feeney R. E.: J. Agr. Fd. Chem. 25, 245, 1977.
13. Pieniążek D.: Post. Nauk rol. 3, 85, 1976.
14. Raczynski G.: Post. Nauk rol. 6, 127, 1972.
15. Ruś R., Krasnodębska I., Ernest T.: Roczn. Nauk. roln. 99-B-2, 137, 1987.
16. Schroeder J., Skowroński B., Górecki H.: Wiad. Chem. nr 6, 421, 1984.
17. Skrabka-Blotnicka T., Kierat Ł.: Biuletyn CSOP 2, 31, 1972.
18. Sternberg M., Kim C. Y., Schwende F. J.: Science 190, 992, 1975.
19. Struthers B. J., Hopkins D. T., Dalgren R. R.: J. Fd Sci. 43, 616, 1978.
20. Szklądztowa W., Szklarska-Cygańska R., Kakowska-Lipńska I., Szwedowicz I., Rakowska M.: Roczn. Techn. Zyw. 24, 45, 1974.
21. Waliszewski K., Drozd S., Skupin J.: Post. Nauk roln. 1, 25, 1981.
22. Whiting A.: Biochem. Biophys. Acta 243, 332, 1971.
23. Wood-Rethwill J. C., Warthesen J. J.: J. Fd Sci. 45, 1637, 1980.
24. Woodard J. C., Short D. D.: J. Nutr. 103, 569, 1973.
25. Woodard J. C., Short D. D.: Fd Cosmet. Toxicol. 15, 117, 1977.
26. Church D. C., Pond W. G.: Basic Animal Nutrition and Feeding. Printing Company, Albany 1974, Oregon, USA.
27. Jakubke D. H., Jeschkeit H.: Aminosäuren, Peptide, Proteine. Akademie Verlag, Berlin 1982.
28. Kellenr O., Becker M.: Grundzüge der Fütterungslehre. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin 1971.
29. Ryś R. (red.) Normy żywienia zwierząt gospodarskich. PWRIL, Warszawa 1981.
30. Protein and Amino Acid Functions. International Encyclopedia of Food and Nutrition, t. 11, wyd. E. J. Bigwood, Pergamon Press, Oxford 1972.

Adres autora: doc. dr hab. Aleksander Króliczek, ul. Szarych Szeregów 13 m. 205, 45-334 Opole

STEFAN SMOCZYŃSKI, RYSZARD AMAROWICZ, IWONA WIŚNIEWSKA,  
ZOFIA ŻEGARSKA\*, BOŻENA GAIŃSKA

## DDT, DDE, DDD i HCH w tłuszczu mlekowym z województwa olsztyńskiego w latach 1983–1984

Zakład Higieny Żywności i Żywnienia Katedry Żywnienia Człowieka,  
\* Zakład Chemii i Analizy Żywności Instytutu Fizyki i Chemii Żywności ART, 10-730 Olsztyn

Zagadnienie pozostałości chlorowanych węglowodorów w mleku i produktach mlecznych jest ciągle aktualne. Mimo zaprzestania produkcji DDT (1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorofenyl)etan) w latach 70-tych, obecnie nadal stwierdza się znaczne pozostałości DDT, DDE, DDD, a także HCH i DMDT w mleku i produktach mlecznych (4, 17). Wyniki badań higienicznych i toksykologicznych szeroko prowadzonych na świecie coraz częściej potwierdzają szkodliwość tych związków w odniesieniu do ludzi i zwierząt. Szczególnie niepokojące są naukowe informacje o potęgowaniu przez DDT właściwości toksycznych innych związków obcych występujących aktualnie w mleku — stanowiących tam zanieczyszczenia techniczne (10). Innym zarzutem higienistów jest trwałość DDT, a także innych pestycydów chloroorganicznych w środowisku, a ściślej w wodzie, glebie, a także w świecie roślinnym i zwierzęcym (6, 20).

Według najnowszych obserwacji naukowych, trwałość DDT w środowisku łączy się z możliwością oddziaływania obcych chemicznych związków na drobnoustroje glebowe decydujące o metabolizmie, a także degradacji DDT. Coraz częściej próbuje się również wiązać trwałość DDT ze wzrastającym stężeniem  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}_3$  w poszczególnych elementach środowiska.

Pierwsze badania pozostałości chlorowanych węglowodorów, a przede wszystkim DDT w żywności zapoczątkowano w Stanach Zjednoczonych przed prawie 40-tu laty (8). W Polsce

systematyczne badania poziomu pozostałości DDT i pochodnych DDE oraz DDD rozpoczęto dokładnie w 1966 r. Stąd praktycznie już od 20 lat dysponujemy w miarę dokładnymi danymi o poziomie pozostałości DDT i jego pochodnych w podstawowych surowcach, a także gotowej żywności (15, 21).

Od początku prowadzenia tego typu badań interesowano się pozostałością DDT w mleku i jego przetworach (7). Podejmowano również badania poziomu DDT w mleku innych ssaków (12), w tym również mleka kobiecego (9). Badania te mają ważne znaczenie w żywieniowej i zdrowotnej ocenie mleka i produktów mlecznych. Szczegółowe badania wykazały, że mleko i jego przetwory są znacznym, aczkolwiek nie największym źródłem DDT i jego pochodnych w całodziennych racjach pokarmowych. Według ekspertyzy Komitetu Technologii i Chemii Żywności Polskiej Akademii Nauk z roku 1985 (3), w przypadku racji pokarmowych rodzin robotniczych z mlekiem i produktami mlecznymi wnoszonych do organizmu było od 3 do 8% DDT. Dużo poważniejszy problem zagrożenia zdrowia ze strony DDT za pośrednictwem żywności występuje w przypadku niemowląt i małych dzieci.

Celem niniejszej pracy było uzyskanie informacji o poziomie DDT, DDE, DDD i  $\gamma$ -HCH w tłuszczu mleka pochodzącego z rejonu województwa olsztyńskiego w 15 lat po pierwszych badaniach.