

Katedra Dietetyki i Żywności Funkcjonalnej<sup>1</sup>,  
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie,  
Zakład Enzymów i Alergenów Żywności<sup>2</sup>,  
Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie

WANDA KARWOWSKA<sup>1</sup>, BOZENA WASZKIEWICZ-ROBAK<sup>1</sup>,  
BARBARA WRÓBLEWSKA<sup>2</sup>

---

*Environmental contaminants in human milk*

---

**Zanieczyszczenia środowiskowe w mleku kobiecym**

Karmienie niemowlęcia piersią do szóstego miesiąca życia pokrywa w pełni jego potrzeby żywieniowe, zapewnia warunki jego prawidłowego rozwoju i chroni przed rozwojem wielu chorób. Łatwa przyswajalność składników z mleka matki wynika z unikalnej budowy większości składników mleka kobiecego, białek, tłuszczów, węglowodanów, składników mineralnych i witamin, przystosowanych do rozwoju funkcji trawiennych przewodu pokarmowego niemowlęcia. Do funkcji komórek i substancji rozpuszczalnych znajdujących się w mleku matek należy bierna immunizacja niedojrzałego immunologicznie organizmu niemowlęcia[9].

Przez gruczoł sutkowy do mleka matki przedostaje się wiele zanieczyszczeń środowiskowych takich jak: pestycydy, polichlorowane bifenyle, dioksyny, mikotoksyny, ołów, kadm, azotany, azotyny. Ich obecność powoduje szereg zmian w przebiegu procesów metabolicznych i reakcji układu odpornościowego w organizmie niemowlęcia [8]. Podwyższony poziom toksycznych substancji we krwi i w mleku matek karmiących ma ścisły związek ze składem ich diety. Badania prowadzone na modelach zwierzęcych, wskazują na wczesne zagrożenia wieloma związkami chemicznymi, które prowadzą do zmian w funkcjonowaniu organizmu człowieka od okresu życia płodowego do wieku dojrzałego[5].

W publikacjach na temat zagrożeń występowania azotanów w żywności spożywanej przez kobiety karmiące piersią szczególne znaczenie przypisuje się wodzie i warzywom obecnym w ich codziennej diecie. Wysokie stężenia azotanów w produktach spożywczych koreluje w z obecnością tych związków w płynach ustrojowych. Do mikotoksyn wykrywanych w mleku kobiecym należą: aflatoksyny i ochratoksyny – metabolity grzybów pleśniowych z rodzaju *Penicillium* i *Aspergillus* powszechnie występujących w środowisku. Największą aktywność nowotworową przejawia aflatoksyna B<sub>1</sub>, ulegająca w organizmach ssaków metabolicznej degradacji i przekształceniu w aflatoksynę M przechodzącą przez gruczoł mlekowy. Występowanie ochratoksyny A w tkankach u zwierząt: obniża tempo ich wzrostu, przyczyniając się do zwiększonego zapotrzebowania na wodę. Najczęstszym objawem chorobowym jest martwica nabłonka kanalików nerkowych i komórek wątroby [10].

Celem prowadzonych badań było określenie stężeń azotanów i azotynów oraz mikotoksyn: ochratoksyny A i aflatoksyny M w próbkach mleka kobiecego.

**MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

Badaniami objęto 34 kobiety karmiące dzieci piersią, przeprowadzając z każdą z nich wywiad ankietowy. Opracowany kwestionariusz zawierał pytania o charakterze zamkniętym, odnoszące się do zwyczajów żywieniowych - z uwzględnieniem częstotliwości spożycia określonych grup produktów spożywczych.

Materiał badawczy obejmował łącznie 76 próbek mleka kobiecego pobranych od 43 kobiet w okresie od stycznia do marca 2004 roku. Oznaczanie zawartości jonów azotowych w mleku kobiecym przeprowadzono metodą kolorymetryczną Grissa w modyfikacji Lemieszek- Chodorowskiej [4], z użyciem sproszkowanego kadmu i dwufenyloaminy wchodzącej w barwny kompleks z jodem azotowym. Badania mikotoksyn przeprowadzono metodą immunoenzymatyczną przy użyciu gotowych testów Ridascreen® Ochratoxin (firmy R-Bioopharm) według instrukcji zalecanej przez producenta.

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Instytutu Matki i Dziecka w Warszawie oraz dodatkową pisemną zgodę na uczestnictwo w prowadzonym eksperymencie od każdej z badanych kobiet.

## WYNIKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy danych, uzyskanych z wywiadów stwierdzono, że nieliczne kobiety z badanej grupy dokonały zasadniczych zmian składników diety w okresie ciąży i laktacji. Odsetek kobiet stosujących dietę bez mleczną wynosił 5%. Nieliczne kobiety, eliminowały z diety owoce tropikalne (4%). Zmian łaknienia w okresie trzech miesięcy poprzedzających badania nie zgłaszało 61% kobiet. Tylko 28% ankietowanych przyznawało, że ich apetyt był wyższy w okresie karmienia piersią. Wszystkie badane kobiety posiadały w swoich tygodniowych dietach znaczny udział warzyw, a ponad połowa badanych spożywała je kilka razy dziennie. Stwierdzono istotne różnice w dietach kobiet w odniesieniu do spożycia ilości różnych rodzajów produktów mięsnych.

W badanych próbkach siary i mleka dojrzałego pobranych od kobiet karmiących piersią stężenia azotanów V ( $\text{NO}^3$ ) wahały się w przedziale od  $39,00 \pm 15,30$  do  $46,40 \pm 8,70$  mg/l i nie wykazywały różnic statystycznie znamiennej w różnych rodzajach mleka. Poziom azotanów III ( $\text{NO}^2$ ) w mleku kobiet był statystycznie znacznie niższy od poziomu azotanów III (tabela 1).

**Tabela 1. Stężenie azotanów w badanych próbkach mleka kobiecego**

Rodzaj badanego mleka	$\text{NO}_3$ – [mg/l] $x \pm \text{SD}$	$\text{NO}_2$ – [mg/l] $x \pm \text{SD}$	P
Siara n=19	$46,40 \pm 8,70$	$0,26 \pm 0,13$	< 0,05
Mleko przejściowe n=7	$39,00 \pm 15,30$	$0,29 \pm 0,09$	
Mleko dojrzałe n=50	$42,50 \pm 8,90$	$0,19 \pm 0,07$	

Średnie stężenie aflatoksyny M1 (AFM1) w badanych próbkach różniło się w sposób znamieny statystycznie w zależności od rodzaju mleka kobiecego. Najwyższe stężenia AFM1 występowały w siarze badanych kobiet (tabela 2).

**Tabela 2. Stężenie AFM1 w badanych próbkach mleka kobiecego**

Rodzaj badanego mleka	STĘŻENIE AFLATOKSYNY M1 [ng/l]				
	Wartość minimalna MIN	Wartość maksymalna MAX	Średnia arytmetyczna x	Mediana M	Odchylenie standardowe SD
Siara n=19	0,18	46,70	37,80	40,60	29,80
Mleko przejściowe n=7	0,24	32,50	27,60	30,10	20,60
Mleko dojrzałe n=50	0,14	28,30	18,3	17,8	16,0

Stężenie ochratoxyny A (OA) w badanych próbkach mleka było wyższe od stężenia aflatoksyny M. Najwyższy poziom OA stwierdzono w próbkach siary (tabela 3)

**Tabela 3. Stężenia ochratoksyny A w badanych próbkach mleka kobiecego**

Rodzaj badanego mleka	Stężenie ochratoksyny A [ng/l]				
	Wartość minimalna MIN	Wartość maksymalna MAX	Średnia arytmetyczna $\bar{x}$	Mediana M	Odchylenie standardowe SD
Siara n=19	2,90	42,25	25,20	27,40	23,10
Mleko przejściowe n= 7	3,00	36,40	22,40	23,70	29,30
Mleko właściwe n= 50	1,50	26,00	11,35	12,5	13,70

### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Toksyczne czynniki środowiskowe przedostające się z organizmu matki przez gruczoł sutkowy stanowią poważny problem zdrowotny u niemowląt karmionych piersią. Głównym źródłem narażenia matki na działanie tych szkodliwych substancji są produkty spożywcze. W publikacjach na temat zagrożeń występowania azotanów w żywności spożywanej przez kobiety karmiące piersią szczególnie znaczenie przypisuje się wodzie i warzywom obecnym w ich codziennej diecie. Wysokie stężenia azotanów III w produktach spożywczych korelują w wyższym stopniu z obecnością tych związków w płynach ustrojowych. Podwyższony poziom azotanów we krwi osób badanych przez Lovegrove i in., [6], oraz Borawską i in., [1], wykazywał związek przyczynowy ze stosowaniem diety bogatej w produkty pochodzenia roślinnego. Wysoki poziom azotanów w surowicy i w mleku Iizuka i in., [3], stwierdzili u kobiet stosujących dietę bogatą w świeże warzywa i owoce. W mleku kobiet uczestniczących w badaniach przedstawionych w niniejszej pracy nie obserwowano podwyższonego poziomu azotanów V i III, pomimo znacznego udziału owoców i warzyw w dietach.

Do szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia niemowląt należy natomiast stwierdzona obecność mikotoksyn w badanych próbkach mleka kobiecego. Największe stężenia AFM1 i OA obserwowano w badanych próbkach siary, co stwarzało zagrożenie dla karmionych noworodków. Procesy detoksykacji u dziecka we wczesnym okresie niemowlęcym są utrudnione z powodu niedojrzałego systemu enzymów mikrosomalnych wątroby, ograniczonych możliwości wydalania substancji toksycznych przez nerki oraz niesprawności mechanizmów układu immunologicznego. Obecność OA wpływając na działanie syntetazy fenyloalaniny- tRNA może prowadzić się do zahamowania syntezy białek w komórkach obniżając poziom enzymów odpowiedzialnych za glukoneogenezę [2]. Oznaczone zawartości aflatoksyny M<sub>1</sub> od 0 do 78 µg/l w badanych próbkach mleka kobiecego pobranego w różnych okresach laktacji są zbliżone do wyników badań prowadzonych w USA i w krajach Europy Zachodniej [7].

### WNIOSKI

1. Na skład mleka wytwarzanego w gruczole sutkowym ma wpływ sposób odżywiania kobiet w okresie ciąży i laktacji.
2. Przeprowadzone badania mleka kobiecego mogą być wykorzystane do badań monitoringowych środowiska o skażeniu żywności mikotoksynami.

### PIŚMIENICTWO

1. Borawska M., Markiewicz R., Witkowska A.: Nitrate and nitrite content in daily hospital diets during winter season-comparison of analytical and calculation methods Eur. J. Clin. Nutr. 1998, 52 (7), 489-93
2. Gautier S, Champion E, Bernache-Assollant D. Toughening characterization in alumina platelet-hydroxyapatite matrix composites. J Mater Sci Mater Med. 1999;10(9):533-40.
3. Iizuka T, Sasaki M, Oishi K, Uemura S, Koike M, Minatogawa Y.: Nitric oxide may trigger lactation in humans. J Pediatr. 1997;131(6):839-43.
4. **Lemieszek-Chodorowska M.: Azotany i azotyny w produktach mięsnych. Rocz.Państw. Zakł. Hig. 1980; 31(1): 49-51**
5. Longnecker M.P., Klebanoff M.A., Gladen B.C., Berends H.W.: Serial levels of serum organochlorines during pregnancy and postpartum. Arch. Environ. Health. 1999,54,(2),110-114

6. Lovegrove I J.A., Morgan J.B., Hampton S. M., Dietary factors influencing levels of food antibodies and antigens in breast milk. *Acta. Pediatr.* 1996, 85(7), 778-84
7. Pestka J., Bondy G.S.: Immunotoxic effects of mycotoxins. In : Muller J D , Trenholm HL(Eds) *Mycotoxin in grain.* St Paul, MN: Eagan,1994, 339-58
8. Samogyi A., Beck H Nurturing and breast-feeding: exposure to chemicals in breast milk. *Environ. Health Perspect.* 1993, 101, Suppl., 2:45-52
9. Szotowa W.: Znaczenie swoistości gatunkowej mleka ludzkiego w karmieniu naturalnym niemowląt. *Pediat. Pol.* 1993, 68 ,(5), 7-11
10. Zimmerli B, Dick R. Determination of ochratoxin A at the ppt level in human blood, serum, milk and some foodstuffs by high-performance liquid chromatography with enhanced fluorescence detection and immunoaffinity column cleanup: methodology and Swiss data. *J Chromatogr B Biomed Appl.* 1995,7:666(1):85-99.

#### **STRESZCZENIE**

W pracy przedstawiono wyniki badań egzogennych substancji występujących w mleku kobiecym. Próbkę mleka pobrano od 43 kobiet. Poziom azotanów w badanych próbkach siary i mleka dojrzałego nie przekraczał 50 mg/l. Najwyższe stężenia mikotoksyn: AFM1 i OA obserwowano w próbkach pobranych od kobiet w pierwszym tygodniu karmienia piersią.

#### **SUMMARY**

In this review, a description of human milk is provided, including a brief review of endogenous substances in human milk. Human milk samples were collected from 43 women. Nitrate ion levels determined in the samples of colostrum and term milk did not exceed 50 mg/l. The highest concentration of mycotoxin: AFM1 and OA was detected in samples taken in the first week of breast feeding.