

MAŁGORZATA JĘDRA, BOGUMIŁA URBANEK-KARŁOWSKA, MONIKA
FONBERG-BROCZEK, DOROTA SAWILSKA-RAUTENSTRAUCH, PAWEŁ BADOWSKI

FLUOR BIODOSTĘPNY W MIĘSIE DROBIOWYM ODDZIELONYM
MECHANICZNIE I WĘDLINACH DROBIOWYCH

BIOAVAILABLE FLUORIDE IN POULTRY DEBONED MEAT AND MEAT
PRODUCTS

Zakład Badania Żywności i Przedmiotów Użytku
Państwowy Zakład Higieny
00–791 Warszawa, ul. Chocimska 24
Kierownik: doc. dr hab. K. Karłowski

Oznaczono zawartość fluoru w 9 asortymentach drobiowego mięsa oddzielnego mechanicznie (MDOM), mięśniach udowych i piersiowych drobiu oraz 8 próbkach wędlin drobiowych. Próbkę poddawano trawieniu sztucznym sokiem żołądkowym i enzymami trzustkowymi. Zarówno MDOM jak i wędliny zawierające ten surowiec odznaczały się wyższą zawartością fluoru w porównaniu z tkanką mięśniową.

WSTĘP

Głównymi źródłami fluoru dla człowieka są woda i żywność. Fluor nie kumuluje się w tkankach miękkich a jedynie w tkance kostnej i szkliwie zębów gdzie jego stężenie zależy od przyjmowanych dawek i czasu narażenia. Mięso zdrowych zwierząt rzeźnych zawiera fluoru nie więcej niż 0,6 mg/kg natomiast w mączce kostnej stwierdzono 260 – 920 mg/kg [2]. Z tego względu mięso nie ma znaczącego wpływu na codzienne pobranie tego pierwiastka. Jeśli przyjąć, że średnia racja pokarmowa zawiera 0,668 mg fluoru pochodzącego z żywności to z produktów mięsnych i drobiowych pochodzi jedynie 2% tej dawki [9]. Taves [10], oznaczając poziom fluoru w mięsie indyka 0,19 mg/kg i w innych gatunkach mięsa 0,01 – 0,47 mg/kg, codzienne pobranie tego pierwiastka z mięsa, drobiu i ryb obliczył na 0,044 mg.

Pozostawienie w mięsie fragmentów kostnych podnosi poziom fluoru [1, 2, 4]. Taka sytuacja może mieć miejsce w mięsie drobiowym oddzielonym mechanicznie (MDOM). Jest to rozdrobniona surowa masa mięsno-tłuszczowa otrzymana z elementów tuszek lub całych tuszek patroszonych, przeznaczona jako składnik surowcowy do produkcji przetworów drobiowych poddanych obróbce cieplnej [5]. Jeśli część mięsa spożywanego w diecie zastąpiona zostanie mięsem MDOM, może to wpłynąć na codzienne pobranie fluoru.

Trawienie enzymami jest stosowane przez analityków w celu uwolnienia badanego pierwiastka ze struktur materiału roślinnego lub zwierzęcego. Metoda taka stosowana była do oznaczenia w żywności poziomu fluoru [11] a także metali – Cu, Fe i Zn [8].

Celem pracy było określenie czy fluor zawarty w MDOM jest potencjalnie przyswajalny dla organizmu oraz czy wędliny drobiowe zawierają większe ilości fluoru w związku ze stosowaniem do ich produkcji tego surowca.

MATERIAŁ I METODYKA

Zawartość fluoru oznaczono w 9 rodzajach mięsa oddzielonego mechanicznie, produkowanego z różnych części tusz drobiowych oraz w 3 asortymentach wyrobów wędliniarskich produkowanych z udziałem lub bez tego surowca. Próbkę te zostały przekazane przez Zakłady Drobiarskie z różnych regionów kraju. Ponadto oznaczono poziom fluoru w próbkach mięsa drobiowego (piersi i uda) oraz 5 wyrobach z mięsa drobiowego, wytwarzanych przez prywatne masarnie, pobranych z rynku. Próbkę mięsa i wędlin rozdrabniano homogenizatorem nożowym i pobierano do oznaczeń po 10 ml homogenatu zawierającego 5 g mięsa. Chcąc oznaczyć fluor potencjalnie przyswajalny próbki poddawano trawieniu w warunkach możliwie zbliżonych do warunków fizjologicznych w przewodzie pokarmowym. Stosowano dwie metody trawienia:

1) Trawienie próbek sztucznym sokiem żołądkowym wykonywano wzorując się na metodzie opisanej przez *Wędzisz* [11] inkubując próbki z 50 ml HCl 0,1N i 100 mg pepsyny (Merck, 700 FIP-U/g) w czasie 2 godz. w temp. 37°C przy ciągłym łagodnym mieszaniu. Następnie próbki neutralizowano dodając 6 ml nasyconego roztworu octanu sodowego.

2) Trawienie próbek pepsyną i pankreatyną (całkowite trawienie) przeprowadzono metodą opisaną przez Rutkowską [6], stosując w pierwszej fazie 2 godziną inkubację próbki w sztucznym soku żołądkowym a następnie dodając 8 ml 6% NaHCO₃ do uzyskania pH 7,0, 100 mg pankreatyny z trzustki wieprzowej (Merck, protease 1400 FIP-U/g, amylase 30000 FIP-U/g, lipase 24000 FIP-U/g) i 300 mg siarczanu dodecyli i prowadząc dalszą inkubację przez 2 godz. w temp. 37°C przy stałym mieszaniu próbki. Następnie próbkę doprowadzano do pH 5,5 dodając około 1 ml HCl 5 N.

Przygotowanie próbek do pomiaru polegało na dodaniu buforu TISAB oraz fortyfikacji na poziomie 6 µg fluoru/próbkę roztworem NaF. Po odwirowaniu próbek zawartość fluoru w supernatancie oznaczano przy użyciu elektrody jonoselektywnej fluorkowej na aparacie firmy Orion Research Inc., model 920A. Wykrywalność tej metody wynosi 10⁻⁶ mola/l.

W próbkach mięśnia piersiowego indyka, fortyfikowanych NaF w ilości 0,13 mg fluoru/l badanego roztworu, odzysk wynosił: po trawieniu sztucznym sokiem żołądkowym 97 ± 1 %, a po trawieniu pepsyną i pankreatyną 93 ± 4 %.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zbadano 9 rodzajów mięsa (MDOM) pochodzących z różnych części tusz kurcząt, kur i indyków, mięśnie piersiowe i udowe kurcząt i indyków oraz wyroby wędliniarskie produkowane z mięsa drobiowego. Zawartość fluoru w próbkach mięsa przedstawiono w tabeli I. Zawartość fluoru w MDOM oznaczona po trawieniu próbek sztucznym sokiem żołądkowym wynosiła w mięsie brojlerów od 0,3 do 2,33 mg/kg, w mięsie kur 1,89 mg/kg a w mięsie indyków 1,32 do 7,45 mg/kg świeżej masy. Są to wartości zbliżone do danych z piśmiennictwa [1], gdzie w dwóch próbach drobiowego mięsa odkostnionego mechanicznie oznaczono 1 i 3 mg fluoru/kg.

Znacznie wyższe były poziomy fluoru oznaczone [1, 4] w mięsie (MOM) wieprzowym 4,4 – 22,8 mg/kg i wołowym 7,9 – 35,0 mg/kg. Różnice międzygatunkowe w zawartości fluoru w mięsie zanieczyszczonym odłatkami kostnymi wydają się potwierdzać, że

poziom fluoru kumulującego się w tkance kostnej zwiększa się zależnie od czasu ekspozycji na pierwiastek zawarty w środowisku (pasza, woda, powietrze) w związku z czym istotne znaczenie ma wiek zwierząt poddawanych ubojowi.

Tkanka mięśniowa drobiu, podobnie jak różnych gatunków ssaków, zawiera niewielkie ilości fluoru [2, 10]. W próbach mięśni trawionych sztucznym sokiem żołądkowym oznaczono do 0,21 mg fluoru/kg (tabela I). Przyjmując, że pod wpływem kwaśnego środowiska soku żołądkowego fluor uwalniany jest z zawartych w MDOM odłamków kości, staje się on fluorem potencjalnie przyswajalnym [2, 11]. Tak więc spożycie mięsa MDOM może dostarczyć więcej tego pierwiastka niż spożycie mięsa oddzielonego ręcznie od kości. Mięso takie może znaleźć się w diecie jako surowiec użyty do produkcji wędlin.

Tabela I. Zawartość fluoru w mięsie drobiowym oddzielonym mechanicznie (MDOM) i w mięśniach piersiowych i udowych drobiu (mg/kg świeżej masy)
Fluorine content in deboned poultry meat (MDOM) and poultry thighs and briskets (mg/kg fresh weight)

Rodzaj mięsa	Metoda trawienia					
	Pepsyna			Pepsyna + pankreatyna		
	n	x	SD	n	x	SD
MDOM kurczęta mostki	6	0,69	0,10	6	1,00	0,10
MDOM kurczęta nogi	7	0,72	0,07	8	1,17	0,09
MDOM kurczęta szyje	7	0,30	0,09	6	0,77	0,12
MDOM kurczęta uda	7	2,33	0,16	7	2,21	0,17
MDOM kura	8	1,89	0,09	8	1,43	0,09
MDOM z importu	6	0,81	0,09	7	0,70	0,06
MDOM indyk 1	6	2,69	0,08	6	2,33	0,16
MDOM indyk 2	5	1,32	0,06	5	1,26	0,06
MDOM indyk 3	6	7,45	0,57	8	7,05	0,83
Mięsień udowy indyka	4	0,05	0,03	4	0,06	0,06
Mięsień piersiowy indyka	7	0,14	0,04	4	0,10	0,05
Mięsień udowy kurczaka	4	0,21	0,07	4	0,06	0,04
Mięsień piersiowy kurczaka	4	0,10	0,09	4	0,05	0,05

Wyniki zawartości fluoru oznaczonego w próbkach wędlin drobiowych, po trawieniu sztucznym sokiem żołądkowym, przedstawiono w tabeli II. Wyroby produkowane z dużych kawałków mięsa takie jak blok szynkowy, szynka z indyka i blok indyczy zawierały fluor w ilości około 0,2 i 0,3 mg/kg natomiast wędliny homogenizowane od 0,5 do 0,7 mg/kg.

W tabelach I i II zamieszczono również poziom fluoru oznaczony w próbkach trawionych sztucznym sokiem żołądkowym a następnie poddanych działaniu pankreatyny, zawierającej enzymy trzustkowe lipazę i amylazę. W przypadku wędlin homogenizowanych (parówki, serdelki), po zastosowaniu takiej metody trawienia próbek, uzyskano

Tabela II. Zawartość fluoru w wędlinach drobiowych (mg/kg świeżej masy)
Fluorine content in poultry meat products (mg/kg fresh weight)

Rodzaj mięsa	Metoda trawienia					
	Pepsyna			Pepsyna + pankreatyna		
	n	x	SD	n	x	SD
Blok szynkowy	7	0,21	0,10	7	0,07	0,04
Blok indyczy	5	0,22	0,07	5	0,17	0,05
Szynka z indyka	8	0,28	0,06	5	0,40	0,06
Parówki	6	0,50	0,05	7	0,65	0,26
Przysmak wrocławski	6	0,71	0,09	6	0,75	0,27
Serdelki z indyka	7	0,56	0,09	7	0,76	0,09
Paluszki drobiowe	8	0,54	0,06	8	0,61	0,15
Parówki z indyka	6	0,71	0,07	6	0,80	0,09

średnie wyniki o 11–36% wyższe. W przypadku wędlin produkowanych z większych kawałków mięśni (blok szynkowy) a także w próbkach MDOM wyniki nie są tak jednoznaczne. Duży rozrzut wyników uzyskanych w próbkach pobranych z jednej partii mięsa spowodowany był zapewne brakiem jednorodności badanego materiału, gdzie wyższa zawartość fluoru może być związana z obecnością odłamków kostnych. Jednakże należy też wziąć pod uwagę, że wędliny homogenizowane i drobno-rozdrobnione zazwyczaj zawierają dodatek skrobi, co może mieć wpływ na poziom fluoru oznaczany w próbkach trawionych amylazą trzustkową.

Zalecany bezpieczny poziom fluoru w codziennej racji pokarmowej dla dzieci w wieku 1-3 lata wynosi 0,7–1,0 mg a następnie zwiększa się stopniowo do poziomu 1,5–2,5 mg dla dzieci 10-letnich [7, 12]. Wędliny drobiowe uważane powszechnie za „zdrowsze” często wchodzi w skład diety małych dzieci. *Heilman* i wsp.[3] analizowali zawartość fluoru w 238 próbkach żywności dla dzieci pobranych z rynku w USA. Poziom fluoru wahał się w granicach 0,01 do 8,38 mg/kg a najwyższe stężenia stwierdzono w produktach zawierających mięso kurcząt. Takie wyniki mogą budzić przypuszczenie, że do produkcji żywności dla dzieci stosowane było mięso oddzielone mechanicznie.

Poziom fluoru oznaczony w wyrobach wędliniarskich pobranych z krajowego rynku nie przekroczył 0,7 mg/kg. Jednakże biorąc pod uwagę nasilające się tendencje do wykorzystywania surowca mięsnego gorszego gatunku w produkcji wędlin homogenizowanych i drobno rozdrobnionych, należy uwzględnić, że wyroby tego rodzaju mogą zwiększać dzienną dawkę fluoru przyswajanego z żywności.

WNIOSKI

1. Mięso drobiowe oddzielone mechanicznie (MDOM) zawiera więcej fluoru potencjalnie przyswajalnego niż tkanka mięśniowa drobiu.
2. Wyroby wędliniarskie produkowane z udziałem surowca MDOM mają podwyższony poziom fluoru w porównaniu z wędlinami produkowanymi z dużych kawałków mięsa drobiowego.
3. Stosowanie MDOM jako surowca do produkcji wędlin może wpływać na zawartość w nich fluoru potencjalnie przyswajalnego.

4. Dla określenia zawartości fluoru potencjalnie przyswajalnego w produktach spożywczych zawierających zarówno składniki mięsne jak i mączne właściwe wydaje się trawienie próbek kolejno pepsyną i pankreatyną.

M. Jędra, B. Urbanek-Karłowska, M. Fonberg-Broczek, D. Sawilska-Rautenstrauch, P. Badowski

BIOAVAILABLE FLUORIDE IN POULTRY DEBONED MEAT AND MEAT PRODUCTS

Summary

Deboned poultry meat (MDOM) consists of meat and fat and may also contain pieces of bones. This type of meat is a raw material used for production of different kinds of sausages. The aim of our investigation was to determine whether MDOM could be the significant source of bioavailable fluorine.

Sample of MDOM and poultry meat products were digested in 37°C water bath shaker with pepsin and 0,1 M HCl and then neutralized by adding carbonate and digested with pancreatine. Measurement was performed by ionoselective fluoride electrode. Fluorine determined in prepared samples is potentially ready to be absorbed by organism.

Nine kinds of MDOM and eight poultry meat products were investigated. Content of fluorine in MDOM ranged 0,3 – 2,7 mg/kg of fresh weight but in one sample of turkey meat – 7,4 mg/kg, while determined content of fluorine in poultry meat was low – not exceeded 0,2 mg/kg. Sausages prepared from homogenated meat contained fluorine from 0,5 to 0,7 mg/kg. In products prepared from big pieces of meat the content of fluorine was lower.

Conclusions: MDOM is characterized by higher level of bioavailable fluorine than muscle tissue. MDOM in poultry meat products may be a source of higher fluoride content.

PIŚMIENNICTWO

1. Dolan T., Legette L., McNeal J., Malanoski A.J.: Determination of fluoride in deboned meat. J. Off. Anal. Chem. 1978, 61, 982.
2. Environmental Health Criteria 36, Fluorine and Fluorides. WHO, Geneva 1984.
3. Heilman J.R., Kiritsy M.C., Levy S.M., Wefel J.S.: Fluoride concentrations of infant foods. J. Am. Dent. Assoc. 1997, 128, 857.
4. Kruggel W.G., Fiels R.A.: Fluoride content of mechanically deboned beef and pork from commercial sources in different geographical areas. J. Food Sci. 1977, 42, 190.
5. Polska Norma PN-92, A-86522 Mięso drobiowe oddzielone mechanicznie.
6. Rutkowska H. (red.): Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZW, Warszawa 1981, 178.
7. Recommended Dietary Allowances 10th ed. Nat. Acad. Press Washington D.C. 1989, 235.
8. Skibniewska K.A., Smoczyński S.S.: Strawność *in vitro* Fe, Cu i Zn z całodziennych racji pokarmowych. Bromat. Chem. Toksykol. Supplement 1997, 30, 63.
9. Szponar L., Traczyk I., Wojtasik A., Rutkowska U.: Fluor w profilaktyce próchnicy. Cz. I. Rola fluoru, źródła i spożycie. Żywn. Żyw. Zdr. 1998, 2, 151.
10. Taves D.R.: Dietary intake of fluoride ashed (total fluoride) v. mashed (inorganic fluoride) analysis of individual foods. Br. J. Nutr. 1983, 49, 295.
11. Wędzisz A.: Próba oznaczania fluoru potencjalnie przyswajalnego ze środków spożywczych. Bromat.Chem.Toksykol. 1994, 27, 353.

12. Ziemiański Ś., Bułhak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolewska J., Panczenko-Kresowska B., Wartanowicz M.: Normy żywienia dla ludności w Polsce. *Nowa Med.* 1995, 5, 1.

Otrzymano: 2000.12.08