

ZYGMUNT ZDROJEWICZ¹, GRZEGORZ PANEK², JUSTYNA SOBCZAK²

Wpływ spożywania nadmiaru mięsa na zdrowie człowieka

The impact of excess meat consumption on human health

¹Katedra i Klinika Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

²Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

KEYWORDS

red meat, proteins, heme iron

SUMMARY

In the light of recent studies excessive consumption of meat has varying effects on health. For most of the undesirable effects is responsible the red meat. Its influence has been proven in relation to cancers of breast, prostate, stomach, colon and lungs. There are many researches that examine the relationship between the consumption of meat and the pathogenesis of type 2 diabetes, Alzheimer's disease and cardiovascular diseases. Red meat impact on the pathogenesis of these conditions depends on the high content of heme iron. It causes with nitrates and nitrites increase of oxidative stress. Excess of proteins significantly raises the level of IGF-1 in blood what effects the pathogenesis of diabetes and prostate cancer. It is worrying that meat is excessively processed in high temperatures and contains numerous additives to improve its quality. Phosphates added to the meat can by increased secretion of parathyroid hormone influence the development of osteoporosis, chronic renal failure and atherosclerosis. Moreover, salt used to process the meat has well-known adverse effect on hypertension. Consumption of fat, red meat is one of the factors responsible for the increase in body weight and the occurrence of obesity. However, meat is also a source of complete protein, rich in essential amino acids and vitamin B₁₂, so it is irreplaceable component of the diet. On the basis of researches it can be concluded that white meat is not only less harmful than red, but has even protective effects in some cancers, such as lung cancer.

WSTĘP

Mięso, zarówno białe (drób), jak i czerwone (wieprzowina, wołowina) dla wielu rodzin stanowi podstawę każdego posiłku. W ostatnich czasach obserwuje się ciągły wzrost produkcji i konsumpcji mięsa. Czy wróży to ludziom poprawę, czy pogorszenie zdrowia i kondycji? (1) W niniejszym artykule opisano wiele działań spożywanego mięsa na organizm ludzki. Znaczna ich część jest niekorzystna, co dotyczy przede wszystkim mięsa czerwonego. Wiedza o tym jest niezbędna dla lekarza pierwszego kontaktu. To on utrzymując długoterminową styczność z pacjentami, może propagować bardziej zbilansowaną dietę, zachęcać do ograniczania spożycia czerwonego mięsa lub do zastępowania go drobiem. Wiedza o wadach i zaletach mięsa jest z tego powodu pomocna zarówno dla lekarza rodzinnego, jak i dla pacjenta. Wartość mięsa jako źródła pełnowartościowego białka jest niepodważalna. Zawiera ono wszystkie niezbędne, egzogenne aminokwasy. Przeciętny mężczyzna

o masie ciała 50-90 kg potrzebuje dziennie 45-81 g białka. Stanowi to ok. 0,9 g białka/kg mc./d. Wartość dziennego zapotrzebowania na białko zależy od wielu czynników, m.in. od wieku, stanu fizjologicznego (wzrost, ciąża, laktacja), płci, stopnia aktywności fizycznej, masy ciała, stanu gospodarki energetycznej organizmu i jakości białka, przez co jest bardzo zmienna. Największe zapotrzebowanie na białko występuje w okresie laktacji u kobiet i wynosi 116 g białka na dobę (1,45 g/kg mc./d). Duże ilości białka potrzebują dzieci, szczególnie te w wieku od roku do 3 lat – 1,17 g/kg mc./dobę. Osoby starsze, gdy nie istnieją przeciwwskazania, powinny spożywać 0,9 g/kg mc./d. W zrównoważonej diecie, zarówno osoby dorosłej, jak i dziecka, ilość energii dostarczonej z białkiem nie powinna przekraczać 15%. Mięso składa się nie tylko z białka, ale również z tłuszczu, enzymów, hormonów, soli mineralnych i wody. Skład każdego gatunku mięsa jest różny. Najmniej białka zawiera wieprzowina, bo około 12-19%, a najwięcej drób – od 19,5-24%. Odwrotnie

jest z ilością tłuszczu w mięsie – najmniej jest go w drobiu, a najwięcej w wieprzowinie. Oznacza to, że ok. 300 g mięsa drobiowego jest w stanie zaspokoić całe dzienne zapotrzebowanie na białko zdrowej, dorosłej osoby. Ponieważ białko znajduje się też w mleku, jajkach, roślinach strączkowych, soi, orzechach i wielu innych produktach, spożywając duże ilości mięsa nie trudno doprowadzić do sytuacji, w której jest go w diecie nadmiar. Ilość spożytego w ciągu tygodnia czerwonego mięsa (wołowiny, wieprzowiny, jagnięciny) nie powinna być większa niż 500 g po ugotowaniu (700-750 g przed ugotowaniem). Wydaje się, że umiarkowanie podwyższony poziom białka w diecie jest niegroźny dla zdrowia. Spożywaniu za dużych ilości białka mogą jednak towarzyszyć hiperkalciuria sprzyjająca osteoporozie, kwasica oraz szcawanowa kamica nerkowa (2, 3). W tabeli 1 przedstawiono normy spożycia białka dla ludności Polski.

WPŁYW SPOŻYWANIA MIĘSA NA NOWOTWORY

Zdecydowanie nadmierne spożycie białka oraz czerwonego mięsa jest związane ze zwiększeniem stężenia insulino podobnego czynnika wzrostu 1 (IGF-1) we krwi. Zbadano 226 zdrowych mężczyzn w wieku od 42 do 76 lat pod kątem stężenia IGF-1 w surowicy oraz przez rok zbierano od nich codzienny wywiad dotyczący diety. Zaobserwowano, że różnica średnich stężeń IGF-1 przy najwyższym oraz najniższym

spożyciu białka wynosiła około 17% (166 µg/L w porównaniu do 143 µg/L). Wyższe stężenie IGF-1 może wpływać na zwiększone ryzyko wystąpienia nowotworu prostaty, piersi oraz jelita grubego (4). Podobne wnioski wysnuto podczas przeprowadzania badania EPIC (European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition). Wykonana analiza poziomu hormonów wykazała, że ryzyko wystąpienia raka prostaty jest wyższe u mężczyzn ze stosunkowo wysokimi stężeniami insulino podobnego czynnika wzrostu 1 (IGF-1) we krwi. Potrzebne są dalsze badania, aby lepiej opisać relacje związane z ryzykiem raka prostaty i stężeniem IGF-1 we krwi, ale wszystko wskazuje na to, że czynniki żywieniowe mogą wpływać na rozwój choroby (5). Szlak sygnalizacyjny IGF-1 ma silny wpływ pobudzający na proces przejścia nabłonkowo-mezenchymalnego (ang. *epithelial-mesenchymal transition* – EMT) (6). W wyniku EMT komórki nabłonkowe nabywają fenotyp komórek mezenchymalnych, co powoduje utratę ich przyczepności do podłoża i zwiększenie zdolności do migracji, czego efektem może być m.in. wzrost zdolności do inwazji oraz przerzutów (7).

Na powstawanie raka płuc, oprócz ewidentnej roli palenia tytoniu, wpływ ma również zawarte w diecie mięso. Głównymi czynnikami sprawczymi są zawarte w nim duże ilości hemu oraz nasyconych kwasów tłuszczowych. W zależności od rodzaju spożywanego mięsa można modyfikować

Tab. 1. Normy spożycia białka dla ludności Polski (wg 2, 3, modyfikacja własna)

Grupa (płeć, wiek/lata)	Masa ciała (kg)	Średnie zapotrzebowanie		Zalecane spożycie	
		g/kg mc./d	g/os./d	g/kg mc./d	g/os./d
Dzieci					
1-3	12	0,97	12	1,17	14
4-6	19	0,84	16	1,10	21
7-9	27	0,84	23	1,10	30
Chłopcy					
10-12	38	0,84	32	1,10	42
13-15	53	0,84	45	1,10	58
16-18	67	0,81	54	0,95	64
Mężczyźni					
> 18	50-90	0,73	37-66	0,90	45-81
Dziewczęta					
10-12	37	0,84	31	1,10	41
13-15	51	0,84	43	1,10	56
16-18	56	0,79	44	0,95	53
Kobiety					
> 18	45-80	0,73	33-58	0,90	41-72
Ciąża	45-80	0,98	44-78	1,20	54-96
Laktacja	45-80	1,17	53-94	1,45	65-116

ryzyko zachorowania na raka płuc. Wykazała to metaanaliza 23 badań kliniczno-kontrolnych oraz 11 badań kohortowych. Po obliczeniu ryzyka względnego (ang. *relative risk* – RR) okazało się, że wysokie spożycie czerwonego mięsa zwiększa ryzyko zachorowania o około 35% (RR = 1,34), podczas gdy takie samo spożycie drobiu zmniejsza ryzyko o około 10% (RR = 0,91) (8). Składnikiem mięsa, który prawdopodobnie najbardziej przyspiesza progresję nowotworu płuc, jest hem. Znajduje się on przede wszystkim w czerwonym mięsie. Ostatnie badania komórek nowotworowych raka płuc wykazały, że wymagają one zwiększonej wewnątrzkomórkowej biosyntezy hemoprotein, które mają w swoim składzie hem. Z kolei hemoproteiny te intensyfikują zużycie tlenu i wytwarzanie energii komórkowej, tym samym napędzając progresję nowotworu (9). Podobnie przedstawiają się najnowsze badania na temat raka sutka. W jednym z prospektywnych badań kohortowych, w którym 88 803 kobiety przed menopauzą wypełniły kwestionariusz dotyczący diety, zauważono jej związek z wystąpieniem nowotworu gruczołu piersiowego. Badanie trwało 20 lat, od 1991 roku. W tym czasie udokumentowano 2830 przypadków tego nowotworu. Wyższe spożycie czerwonego mięsa zwiększyło ryzyko względne wystąpienia raka sutka o 1,22. Z kolei wyższe spożycie drobiu u kobiet po menopauzie wiązało się z mniejszym ryzykiem raka sutka (RR = 0,73). Ponadto badając efekty różnych źródeł białka, udało się dojść do wniosku, że zastępowanie czerwonego mięsa w okresie wczesnej dorosłości kombinacją drobiu, ryb i roślin strączkowych zmniejsza ryzyko raka sutka o 14% (10). Jednym z możliwych mechanizmów działania kancerogennego w nowotworze piersi jest szkodliwe działanie substancji powstających podczas obróbki mięsa. W mięsie przetwarzanym w wysokich temperaturach (grillowanym) możemy znaleźć heterocykliczną aminę: 2-amino-1-metylo-6-fenyl-1H-imidazo(4,5-b)pirydynę (PhIP). PhIP w wyniku aktywacji przez CYP1A2 zmienia się w nietrwały produkt mający zdolność reagowania z DNA, co prowadzi do powstawania mutacji. Poza tym amina ta wykazuje aktywność estrogenową oraz powoduje pojawienie się większej ilości receptorów dla progesteronu. PhIP pochodząca z przetworzonego mięsa, poprzez swoje właściwości zwiększa ryzyko zachorowania na raka gruczołu piersiowego (11).

Złe nawyki żywieniowe związane z nadmiernym spożywaniem przetworzonego czerwonego mięsa (wędzonego, marynowanego) oraz suszonych i solonych ryb zwiększają również ryzyko wystąpienia raka żołądka. W badaniu retrospektywnym, w którym udział wzięło 158 pacjentów z rozpoznaniem pierwotnym rakiem żołądka, okazało się, że różnica ryzyka wystąpienia nowotworu między najmniejszym a największym badaniem spożyciem przetworzonego czerwonego mięsa wynosi aż 45%. Związek ten odnosi się do określonego rodzaju mięsa. Ryzyko jest większe w przypadku wołowiny, boczku i kiełbasy, natomiast nie stwierdzono korelacji w związku z wieprzowiną (12). Do rozwoju raka jelita grubego przyczyniają się substancje powstające w mięsie podczas jego obróbki (związki N-nitrozowe, aminy

heterocykliczne, nitraty) (13). Poza nimi na ryzyko wystąpienia raka jelita grubego wpływają naturalne składniki mięsa (hem, białka). Fermentacja bakteryjna niestrawionego białka oraz metabolity wytwarzane przez bakterie z rozkładu aminokwasów wpływają na równowagę oraz odnowę nabłonka jelita grubego. Koreluje to z faktem, że większość nowotworów jelita grubego wykrywana jest w dystalnej części okrężnicy i w odbytnicy, gdzie fermentacja bakteryjna jest najbardziej aktywna (14). W związku z powyższym czerwone mięso, szczególnie to przetwarzane w wysokich temperaturach, jest ważnym czynnikiem ryzyka rozwoju nowotworów przewodu pokarmowego, jak rak żołądka, jelita grubego oraz rak trzustki (15). Zwraca uwagę fakt, że w większości wymienionych nowotworów badania wykazały, że tylko czerwone mięso może wpływać na przebieg choroby. Istnieje kilka hipotez co do mechanizmu działania kancerogennego czerwonego mięsa. Czerwone mięso zawiera więcej żelaza hemowego niż mięso białe. Cała cząsteczka hemu, jak już zostało wspomniane, odgrywa rolę w progresji raka płuc (9). Samo żelazo hemowe przyczynia się do endogennego powstawania rakotwórczych związków N-nitrozowych oraz do nasilenia stresu oksydacyjnego, w wyniku czego dochodzi do uszkodzeń DNA. Azotany i azotyny obecne w przetworzonym mięsie również przyczyniają się do endogennego wytwarzania związków N-nitrozowych. Wykazano, że zarówno związki te, jak i stres oksydacyjny wpływają na rozwój raka żołądka. Dodatkowo, żelazo hemowe zostało zidentyfikowane jako czynnik wzrostu dla bakterii *Helicobacter pylori*, które odpowiadają m.in. za powstanie chłoniaka żołądka typu MALT (13, 16). Innym czynnikiem ryzyka rozwoju nowotworu na skutek spożywania czerwonego mięsa jest sól używana do jego przetwarzania. Mięso, aby zachować świeżość, musi zostać poddane procesowi peklowania. Peklowanie polega na moczeniu mięsa w specjalnie przygotowanych wysokoprocentowych solankach, dodatkowo z użyciem azotanu lub azotanu sodu. Sól, również ta w mięsie, ma powszechnie znany wpływ na powstawanie nadciśnienia (17). Dane eksperymentalne sugerują, że wysokie spożycie soli może uszkadzać błonę śluzową żołądka poprzez indukcję martwicy komórek tej błony, co prowadzi do przewlekłego stanu zapalnego. Ponadto sól również należy do czynników nasilających stres oksydacyjny (18). Wysoka temperatura używana podczas przetwarzania mięsa powoduje powstawanie amin heterocyklicznych (ang. *heterocyclic amines* – HCA) i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (ang. *polycyclic aromatic hydrocarbons* – PAH), których działanie rakotwórcze jest powszechnie znane (19). Dowiedziono tego między innymi w badaniu kliniczno-kontrolnym dotyczącym wpływu HCA i benzo(a)pirenu (należącego do PAH) na rozwój nowotworu części zewnątrzwydzielniczej trzustki. W badaniu tym wzięto pod uwagę 193 przypadki choroby nowotworowej, podczas gdy w grupie kontrolnej znajdowały się 674 osoby. Badano spożycie mięsa oraz sposób jego przygotowania. Użyto kwestionariusze służące do oceny spożycia HCA i PAH oraz

ich aktywności mutagennej. Wykazano związek między wyżej wymienionymi substancjami a ryzykiem wystąpienia choroby nowotworowej. Był on szczególnie silny w przypadku mięsa grillowanego i smażonego, którego spożycie w istotny sposób wpływa na rozwój nowotworu trzustki oraz wspomnianego już wcześniej nowotworu piersi oraz prostaty (20).

WPŁYW SPOŻYWANIA MIĘSA NA INNE STANY CHOROBOWE

Powszechnie stosowanym dodatkiem do mięs są fosforany. Lepiej niż inne substancje poprawiają one teksturę, barwę wyrobu oraz wpływają na jego soczystość (21). Z tego powodu przetworzone mięso dostarcza organizmowi więcej fosforu, niż ten potrzebuje. Dzienna norma spożycia fosforu to 700 mg. W mięsie wieprzowym jest go ok. 413 mg/100 g, w jagnięcinie 372 mg/100 g, a w drobiu 376 mg/100 g (22). Nadmierne stężenie fosforu zaburza wydzielanie i działanie parathormonu (PTH) oraz czynnika wzrostu fibroblastów (FGF-23). Zaburzenie tych mechanizmów stanowi podłoże do powstawania osteoporozy, miażdżycy i przewlekłej niewydolności nerek (23). Oprócz wpływu na nowotwory, mięso może wywoływać inne stany chorobowe. Istnieje związek między spożywaniem przetworzonego, czerwonego mięsa a otyłością. Białe mięso jest o wiele mniej tłuste i nie wpływa istotnie na wzrost masy ciała. Zależność ta wydaje się być większa u mężczyzn niż u kobiet (24). Innym organicznym czynnikiem wchodzącym w skład wielu mięs (wołowina, wieprzowina, mięso z kurczaka) jest glutaminian sodu (ang. *monosodium glutamate* – MSG), który w Unii Europejskiej zarejestrowany jest pod nazwą kodową E621 w grupie wzmacniaczy smaku i zapachu. Jego stosowanie może być przyczyną otyłości, neurotoksyczności i nasilać niealkoholowe stłuszczenie wątroby. Syntetyczny glutaminian sodu uzależnia i sztucznie zwiększa apetyt oraz upośledza powstawanie nowych połączeń nerwowych. Jest on głównym składnikiem wielu przypraw poprawiających smak potraw (25). W kilku badaniach prospektywnych wykazano, że spożycie mięsa, szczególnie przetworzonego i czerwonego, zwiększa ryzyko wystąpienia cukrzycy typu 2. Na podstawie nowej metaanalizy wykazano, że ryzyko względne wystąpienia cukrzycy typu 2 wynosi 1,13 dla 100 g nieprzetworzonego czerwonego mięsa oraz 1,32 dla 50 g przetworzonego czerwonego mięsa. Zwiększone jest również ryzyko powikłań mikro- i makroangiopatycznych. Wpływ na to mają między innymi zawarte w mięsie nasycone kwasy tłuszczowe, azotany i azotyny (26). Ponadto czerwone mięso jako źródło dużych ilości żelaza hemowego pobudza produkcję wolnych rodników tlenowych i rozwój stanu zapalnego związanego z ryzykiem cukrzycy oraz chorób układu krążenia (27). Patogenne działanie stresu oksydacyjnego polega między innymi na hamowaniu syntezy insuliny w komórkach beta trzustki oraz na hamowaniu przeniesienia sygnału z receptorów

insulinowych w komórkach docelowych. W wyniku tego wzrasta insulinooporność oraz ulegają nasileniu zmiany patologiczne w obrębie ścian naczyń krwionośnych (28). Biomarkerem ustrojowych zapasów żelaza odpowiedzialnego za powyższe procesy jest ferrytyna. Jej podwyższony poziom może pomóc w identyfikacji osób z wysokim ryzykiem cukrzycy typu 2. Przeprowadzono metaanalizę badań prospektywnych oceniających powiązanie stężenia ferrytyny w organizmie z ryzykiem wystąpienia cukrzycy typu 2 w populacji ogólnej. Wzięto pod uwagę 12 badań z udziałem 185 462 uczestników, wśród których było 11 079 przypadków cukrzycy typu 2. Ryzyko względne wystąpienia choroby wyniosło 1,73 u osób z pięciokrotnym podwyższeniem stężenia wyjściowego ferrytyny (29). Na układ krążenia wpływ ma także wielkość spożycia przetworzonego mięsa, którego ilość wiąże się ze wzrostem o około 30% ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Okazało się, że spożycie nieprzetworzonego czerwonego mięsa nie było istotnie związane z umieralnością z tych przyczyn. Można to tłumaczyć większym stężeniem sodu w mięsie przetworzonym (o około 400% w stosunku do mięsa nieprzetworzonego), który powoduje podwyższenie ciśnienia tętniczego (30). Ponadto w czerwonym mięsie zawarte są duże ilości L-karnityny i lecytyny. Przez mikroflorę jelitową są one metabolizowane do trimetyloaminy (TMA), z której w wątrobie powstaje tlenek trimetyloaminy (TMAO). TMAO zwiększa ryzyko chorób układu krążenia poprzez propagowanie rozwoju zmian miażdżycowych. Wysokie poziomy TMAO we krwi silnie korelują z tym ryzykiem, jak i z częstością ostrych zdarzeń klinicznych (zawał serca, udar mózgu). W związku z tym TMAO może stać się ważnym biomarkerem chorób sercowo-naczyniowych (31). Oprócz opisanego negatywnego wpływu pochodzącej z mięsa L-karnityny należy pamiętać o jej pozytywnym działaniu związanym ze zwiększeniem metabolizmu glukozy w mięśniach szkieletowych oraz w mięśniu sercowym (32). Mięso może też mieć wpływ na rozwój choroby Alzheimera (AD). Ciekawe badania przeprowadzono w Japonii oraz dla porównania w krajach rozwijających się, w których model diety zachodniej, pełnej mięsa i pieczywa, jest stosunkowo nowy. W krajach tych częstość zapadania na chorobę Alzheimera wzrasta. Wiąże się to ze wzrostem spożycia alkoholu, paleniem papierosów na większą niż dotąd skalę, otyłością i wzrostem spożycia mięsa. Od zmiany modelu żywienia do zwiększenia zapadalności na AD doszło po 15-25 latach w przypadku Japonii oraz po 15-20 latach w przypadku pozostałych ośmiu krajów. Jako głównych winowajców podejrzewa się tłuszcze nasycone znajdujące się w mięsie oraz cholesterol (33). Już dawno pojawiały się postulaty, według których wystąpienie objawów choroby Alzheimera można opóźnić poprzez stosowanie diety ubogiej w zwierzęce tłuszcze nasycone i cukier rafinowany, a bogatej w witaminy przeciwutleniające, kwas foliowy, witaminy B₆, B₁₂ (małże, wątroba), kwasy omega-3 i omega-6, fitoestrogeny (warzywa, zboża, rośliny strączkowe), chrom, potas, magnez i krzem (34).

POZYTYWNE ASPEKTY SPOŻYWANIA MIĘSA

Mimo rozlicznych chorób, na których przebieg prawdopodobnie ma wpływ zjadane w nadmiarze przetworzone mięso, są też pozytywy jego spożywania. Naukowcy zastanawiają się, który ze składników mięsa był odpowiedzialny za powiększenie się objętości mózgu. Powstała hipoteza, według której stało się to dzięki tryptofanowi i dinukleotydowi nikotynoamidowemu (NAD), zawartemu w surowym mięsie. Według tej teorii prątki gruźlicy, zanim stały się patogenem, były symbiontem, który zaopatrywał organizm w NAD w okresach krótkich niedoborów mięsa (35). Dzięki pieczeniu mięsa, które *Homo erectus* zapoczątkował prawdopodobnie już 1,8 mln lat temu, zmniejszyły się jego zęby i skróciły jelita. Upieczone mięso jest łatwiejsze do pogryzienia i strawienia. W warunkach eksperymentalnych nawet szympansy i małpy bonobo wybierały pieczone, a nie surowe mięso (36). Mięso jest głównym źródłem witaminy B₁₂ i kobalaminy. Stanowi bogate źródło selenu, cynku i kwasów omega-3. Unikanie spożywania mięsa może prowadzić do znacznych niedoborów wymienionych substancji, czego konsekwencją są zaburzenia immunologiczne, niedokrwistość niedobarwliwa i zwyrodnienie powróżkowe rdzenia (37). Izolowany niedobór witaminy B₁₂ dotyczy zwykle osób starszych, u których w wyniku achlorhydrii witamina nie uwalnia się prawidłowo w żołądku i powoduje występowanie szeregu objawów neurologicznych (38). Mięso jest niezastąpionym produktem spożywczym. Całkowite zaprzestanie jego konsumpcji wiąże się z koniecznością poszukiwania innych źródeł aminokwasów egzogennych i witamin.

PODSUMOWANIE

Nie podlega dyskusji fakt, że białe mięso jest dużo zdrowsze niż czerwone, szczególnie przetworzone. W 2011 roku na statystycznego Polaka przypadło 75 kg mięsa, czyli ponad kilogram tygodniowo. Nadmierna konsumpcja mięsa może być, obok innych czynników związanych ze stylem życia, przyczyną wielu stanów chorobowych. Aby im zapobiec, należy wybierać chude gatunki mięsa, a więc mięso z kurczaka i indyka, oraz zastępować je rybami i roślinami strączkowymi. Dowodzi się, że nadmiar mięsa w diecie może być tak szkodliwy, jak wypalenie 20 papierosów dziennie (39). I tak ewentualne negatywne skutki spożywania mięsa stały się powodem popularności i reklamy tzw. diet niekonwencjonalnych, w składzie których wyklucza się potrawy mięsne.

Podkreślenia wymaga też niezwykle ważna dla konsumenta świeżość tych produktów. Dostępne urządzenia do sprawdzania świeżości mięsa są zwykle duże i kosztowne, a ich obsługa wymaga pewnego doświadczenia. Najnowsze badania oferują interesującą alternatywę: mały, niedrogi przenośny sensor, który w przyszłości może być umieszczony w zakładach produkujących wędliny i mięso. Wskaźnik składa się z węglowych nanorurek modyfikowanych chemicznie w taki sposób, żeby zmieniać natężenie prądu pod wpływem kontaktu z określonymi substancjami, w tym przypadku aminami: putrescyną i kadaweryną, powstającymi w procesach gnilnych. Wskaźnik jest uniwersalny dla każdego typu mięsa, a przetestowano go już z sukcesem na mięsie wieprzowym, drobiowym oraz z łososia i dorsza (40).

KONFLIKT INTERESÓW CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów
None

ADRES DO KORESPONDENCJI

Zygmunt Zdrojewicz
Katedra i Klinika Endokrynologii,
Diabetologii i Leczenia Izotopami
Uniwersytet Medyczny
im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
ul. Pasteura 4, 50-367 Wrocław,
tel. +48 (71) 784-25-54
zygmunt@zdrojewicz.wroc.pl

PIŚMIENNICTWO

1. Kwasek M: Tendencje w spożyciu mięsa na świecie. *Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy* 2013; 6: 265-284.
2. Jarosz M (red.): Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012: 32-43.
3. Brończyk-Puzoń A, Bieniek J: Żywienie osób starszych na podstawie nowelizacji norm żywienia Instytutu Żywności i Żywienia dla populacji polskiej z 2012 roku. *Nowa Medycyna* 2013; 4: 151-255.
4. Larsson SC, Wolk K, Brismar K et al.: Association of diet with serum insulin-like growth factor I in middle-aged and elderly men. *Am J Clin Nutr* 2005; 81(5): 1163-1167.
5. Key TJ: Nutrition, hormones and prostate cancer risk: results from the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Recent Results Cancer Res* 2014; 202: 39-46.
6. Liao G, Wang M, Ou Y, Zhao Y: IGF-1-induced epithelial-mesenchymal transition in MCF-7 cells is mediated by MUC1. *Cell Signal* 2014; 26(10): 2131-2137.
7. Pieniżek M, Donizy P, Ziętek M et al.: The role of TGF-β-related signal transduction pathways in pathogenesis of epithelial-mesenchymal transition as a key element in cancer development and progression. *Post Hig Med Dośw* 2012; 66: 583-591.
8. Yang WS, Wong MY, Vogtmann E et al.: Meat consumption and risk of lung cancer: evidence from observational studies. *Ann Oncol* 2012; 23(12): 3163-3170.
9. Hooda J, Shah A, Zhang L: Heme, an essential nutrient from dietary proteins, critically impacts diverse physiological and pathological processes. *Nutrients* 2014 Mar 13; 6(3): 1080-1102.
10. Farvid MS, Cho E, Chen WY et al.: Dietary protein sources in early adulthood and breast cancer incidence: prospective cohort study. *BMJ* 2014 Jun 10; 348: g3437.
11. Lauber SN, Gooderham NJ: The cooked meat derived genotoxic carcinogen 2-amino-3-methylimidazo(4,5-b)pyridine has potent hormone-like activity: mechanistic support for a role in breast cancer. *Cancer Res* 2007; 67(19): 9597-9602.
12. Barad AK, Hiriyur S, Harsha K et al.: Gastric cancer – a clinicopathological study in a tertiary care centre of North-eastern

India. *J Gastrointest Oncol* 2014; 5(2): 142-147. **13.** Dellavalle CT, Xiao Q, Yang G et al.: Dietary nitrate and nitrite intake and risk of colorectal cancer in the Shanghai Women's Health Study. *Int J Cancer* 2014; 134(12): 2917-2926. **14.** Kim E, Coelho D, Blachier F: Review of the association between meat consumption and risk of colorectal cancer. *Nutr Res* 2013; 33(12): 983-994. **15.** Pericleous M, Rossi RE, Mandair D et al.: Nutrition and pancreatic cancer. *Anticancer Res* 2014; 34(1): 9-21. **16.** Ward MH, Cross AJ, Abnet CC et al.: Heme iron from meat and risk of adenocarcinoma of the esophagus and stomach. *Eur J Cancer Prev* 2012; 21(2): 134-138. **17.** Duman S: Rational approaches to the treatment of hypertension: diet. *Kidney Int Suppl* (2011) 2013; 3(4): 343-345. **18.** Tamura M, Matsui H, Nagano YN et al.: Salt is an oxidative stressor for gastric epithelial cells. *J Physiol Pharmacol* 2013; 64(1): 89-94. **19.** Trafialek J, Kolanowski W: Dietary exposure to meat-related carcinogenic substances: is there a way to estimate the risk? *Int J Food Sci Nutr* 2014; 15: 1-7. **20.** Anderson KE, Kadlubar FF, Kullendorff M et al.: Dietary intake of heterocyclic amines and benzo(a)pyrene: associations with pancreatic cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14(9): 2261-2265. **21.** Kobylński J, Florkowski T: Wpływ dodatku fosforanów i węgla sodu na jakość szynki restrukturyzowanych wyprodukowanych z mrożonego mięsa PSE. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2012; 6(85): 167-179. **22.** Grześkowiak E, Fabian M, Lisiak D: Ocena zawartości fosforu oraz jakości mięsa i przetworów mięsnych dostępnych na rynku krajowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2011; 2(75): 160-170. **23.** Uribarri J, Calvo MS: Dietary Phosphorus Excess. A Risk Factor in Chronic Bone, Kidney, and Cardiovascular Disease? *Adv Nutr* 2013; 4: 542-544. **24.** Cristofolletti MF, Gimeno SG, Ferreira SR et al.: Japanese-Brazilian Diabetes Study Group, Association of processed meat intake and obesity in a population-based study of Japanese-Brazilians. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2013; 57(6): 464-472. **25.** Zdrojewicz Z, Kożuch-Sajdak K: Glutaminian sodu – nie taki diabeł straszny. *Probl Ter Mon* 2010; 21: 265-271. **26.** Feskens EJ, Sluik D, van Woudenberg GJ: Meat consumption, diabetes, and its complications. *Curr Diab Rep* 2013; 13(2): 298-306. **27.** Basuli D, Stevens RG, Torti FM et al.: Epidemiological associations between iron and cardiovascular disease and diabetes. *Front Pharmacol* 2014; 20: 117. **28.** Rosołowska-Huszcz D: Antyoksydanty w profilaktyce i terapii cukrzycy typu II. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2007; 6(55): 62-70. **29.** Kunutsor SK, Apekey TA, Walley J et al.: Ferritin levels and risk of type 2 diabetes mellitus: an updated systematic review and meta-analysis of prospective evidence. *Diabetes Metab Res Rev* 2013; 29(4): 308-318. **30.** Micha R, Michas G, Lajous M et al.: Processing of meats and cardiovascular risk: time to focus on preservatives. *BMC Med* 2013; 23: 136. **31.** Mendelsohn AR, Larrick JW: Dietary modification of the microbiome affects risk for cardiovascular disease. *Rejuvenation Res* 2013; 16(3): 241-244. **32.** Ussher JR, Lopaschuk GD, Arduini A: Gut microbiota metabolism of L-carnitine and cardiovascular risk. *Atherosclerosis* 2013; 231(2): 456-461. **33.** Grant WB: Trends in diet and Alzheimer's disease during the nutrition transition in Japan and developing countries. *J Alzheimers Dis* 2014; 38(3): 611-620. **34.** Berrino F: Western diet and Alzheimer's disease. *Epidemiol Prev* 2002; 26(3): 107-115. **35.** Williams AC, Dunbar RI: Big brains, meat, tuberculosis and the nicotinamide switches: co-evolutionary relationships with modern repercussions on longevity and disease? *Med Hypotheses* 2014; 83(1): 79-87. **36.** Wrangham R: *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*. Basic Books 2009. **37.** Fayet F, Flood V, Petocz P et al.: Avoidance of meat and poultry decreases intakes of omega-3 fatty acids, vitamin B₁₂, selenium and zinc in young women. *J Hum Nutr Diet* 2014; 27: 135-142. **38.** Martinez Estrada KM, Cadabal Rodriguez T, Miguens Blanco I et al.: Neurological signs due to isolated vitamin B₁₂ deficiency. *Semergen* 2013; 39(5): 8-11. **39.** Romanowska D: Zabójczy kotlet. *Newsweek* 2014; 12: 84-87. **40.** Zdrojewicz Z, Lachowski M: Znaczenie putrescyny w organizmie człowieka. *Post Hig Med Dośw* 2014; 69: 393-403.

nadesłano: 03.08.2016

zaakceptowano do druku: 23.08.2016