

Received: 2013.10.10
Accepted: 2014.07.30
Published: 2014.10.17

Spżycie ryb a ryzyko wystąpienia raka prostaty

Fish intake and risk of prostate cancer

Ewa Dybkowska, Franciszek Świdorski, Bożena Waszkiewicz-Robak

Zakład Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie

W pracy omówiono zależności między spożyciem ryb, jako surowców bogatych w wielonienasycone długołańcuchowe kwasy tłuszczowe (LC PUFA) omega-3, a ryzykiem wystąpienia nowotworu stercza.

Wiele badań naukowych potwierdza korzyści zdrowotne wynikające ze spożycia ryb, ochronne właściwości LC PUFA omega-3 w stosunku do nowotworów gruczołu krokowego. Pojawiają się jednak doniesienia wskazujące na powiązania wysokiego spożycia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) z ryzykiem zachorowania na raka stercza. Pewne znaczenie w etiologii tego schorzenia może mieć sposób przetwarzania i utrwalania ryb oraz inne czynniki nieuwzględniane we wcześniejszych analizach. Duża podatność PUFA na zmiany oksydacyjne, stosowana obróbka technologiczna ryb (wędzenie, obróbka termiczna w wysokich temperaturach) przyczyniają się do powstawania wielu związków, zwłaszcza takich jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i aminy heterocykliczne, które mogą mieć wpływ na powstawanie nowotworów, w tym raka stercza.

Niezbędne jest zapewnienie w diecie odpowiedniej ilości LC PUFA omega-3 przez spożycie ryb i olejów rybich odpowiedniej jakości. Szczególną uwagę należy zwrócić na dużą podatność PUFA na procesy oksydacyjne oraz na sposób obróbki technologicznej, utrwalania i przechowywania ryb. Także zanieczyszczenia pochodzące ze środowiska mogą znacznie obniżyć oddziaływanie prozdrowotne PUFA i ryb, a nawet być przyczyną powstawania nowotworów, w tym raka stercza. Dalsze badania powinny być bardziej ukierunkowane na ocenę oddziaływania wyżej wymienionych czynników żywieniowych na rozwój tego typu nowotworów.

Słowa kluczowe:

nowotwór prostaty • dieta • ryby • wielonienasycone kwasy tłuszczowe

Summary

The aim of the study was to present the current state of knowledge concerning the relationship between the consumption of fish as materials rich in long chain polyunsaturated fatty acids (LC PUFA) omega-3, and the risk of prostate cancer.

Many scientific reports confirm the health benefits from the consumption of fish and protective properties of LC PUFA omega-3 in relation to prostate cancer. However, there are reports that indicate a relationship of the high consumption of PUFA with the risk of prostate cancer. The way of processing and preservation of the fish, and other factors not included in previous studies, could have some importance in the etiology of this disease. High susceptibility of PUFA to oxidation changes and the technological fish processing (smoking, high-temperature cooking methods) contribute to the formation of many compounds, such as polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic amines – which may influence the formation of cancers – including prostate cancer. It is necessary to ensure an adequate amount of LC PUFA omega-3 in the diet through the consumption of proper quality fish and fish oils. Particular attention should be paid to the high

	susceptibility of PUFA to the oxidative processes, and the method of processing, preservation and storage of fish. Also pollution from the environment can significantly reduce the impact of health benefits of PUFA and fish, and even be the cause of cancers, including prostate cancer. Further research in this area should be more targeted to assess the impact of nutritional factors for the development of such tumors.
Key words:	prostate cancer • diet • fish • polyunsaturated fatty acids
Full-text PDF:	http://www.phmd.pl/fulltxt.php?ICID=1125649
Word count:	2107
Tables:	–
Figures:	–
References:	71

Adres autorki: dr Ewa Dybkowska, Zakład Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa; e-mail: ewa_dybkowska@sggw.pl

Wykaz skrótów: **ALA** – kwas alfa-linolenowy, **DHA** – kwas dokozaheksaenowy, **DPA** – kwas dokozapentaenowy, **EPA** – kwas eikozapentaenowy, **HCA** – aminy heterocykliczne, **LC PUFA** – długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe, **PUFA** – wielonienasycone kwasy tłuszczowe, **WWA** – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne.

WPROWADZENIE

Ryby, a także olej otrzymany z ryb, są źródłem długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (LC PUFA) omega-3, tj. kwasu eikozapentaenowego (EPA, 20:5) i dokozaheksaenowego (DHA, 22: 6), wykazujących wielokierunkowe oddziaływanie prozdrowotne. Przyczyniają się m.in. do obniżenia czynników ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego [65]. Spożycie ryb 1-3 razy w tygodniu wiąże się z mniejszą umieralnością na niedokrwinną chorobę serca, zawał i choroby nowotworowe [69]. W badaniach epidemiologicznych i interwencyjnych wykazano, że zawartość kwasów EPA i DHA w diecie na poziomie 250-500 mg, pochodzących ze spożywanych tłustych ryb morskich lub suplementów diety, obniża ryzyko zgonu z powodu chorób układu krążenia. Korzystny wpływ podawania LC PUFA omega-3 (1 g/d) stwierdzono u osób z podwyższonym ciśnieniem tętniczym, wysokim stężeniem triacylogliceroli, nadmierną agregacją płytek krwi [14]. Jak podaje zespół naukowców zgromadzonych w EFSA, rezultaty większości badań naukowych sugerują, że również większe spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) omega-3 jest korzystne i nie wiąże się z działaniami niepożądanymi. Uzupełnienie spożycia EPA do 1,8 g/dzień, DHA do około 1 g/dzień, a także połączenie EPA i DHA w dawce do 5 g/dzień, nie budzi obawy o bezpieczeństwo ludzi dorosłych [13]. Jednak opublikowane ostatnio badania wskazują na powiązanie dużego spożycia PUFA z ryzykiem zachorowania na nowotwór stercza u mężczyzn [6,68]. Biorąc pod uwagę duże znacze-

nie wyżej wymienionego problemu, podjęto się analizy aktualnej literatury, dotyczącej czynników żywieniowych mających wpływ na powstawanie tego schorzenia.

CZYNNIKI ŻYWIENIOWE A NOWOTWÓR STERCZA

Czynniki środowiskowe, do których zaliczamy także czynniki żywieniowe, oprócz uwarunkowań dziedzicznych, odgrywają istotną rolę w powstawaniu wielu nowotworów. Zapadalność na raka stercza jest niewielka w krajach azjatyckich, natomiast wysoką zachorowalność na ten nowotwór notuje się w Stanach Zjednoczonych i w krajach Europy Zachodniej [29,32,45]. Epidemiolodzy sugerują, że styl życia i sposób żywienia ma znaczący wpływ na rozwój tego nowotworu. Tezę tę potwierdziły badania przeprowadzone przez Lee i wsp., porównujące wskaźniki zapadalności na raka mieszkańców Korei i koreańskich mieszkańców Stanów Zjednoczonych [38]. Wykazano wzrost ryzyka nowotworu u osób, które przejęły zachodni styl życia [38]. Badania epidemiologiczne dowiodły także niższą częstość występowania raka stercza w regionach śródziemnomorskich [59]. Korzystne oddziaływanie tamtejszej diety, charakteryzującej się m.in. dużym udziałem pomidorów i ryb, a niewielkim spożyciem mięsa, jest prawdopodobnie związane z zawartością wielu związków fitochemicznych o właściwościach przeciwutleniających i przeciwzapalnych [18].

Czynniki żywieniowe mogą różnie wpływać na rozwój nowotworu gruczołu krokowego. Trudno określić, jakie

składniki odżywcze są najistotniejsze w pierwotnej i wtórnej prewencji tego schorzenia [45]. Prowadzone w 10 krajach europejskich badania prospektywne potwierdziły powiązania dużego spożycia białka i wapnia, pochodzących z produktów mlecznych, z ryzykiem zachorowania na nowotwór stercza [1,20,36]. Wśród składników odżywczych wykazujących ochronny wpływ podkreśla się rolę likopeny [18,70]. Polifenole zawarte w zielonej herbacie mogą również hamować rozwój tej dolegliwości [27,29,33,37]. Zmniejszenie zapadalności na nowotwór gruczołu krokowego powiązane ze spożyciem 3-5 filiżanek zielonej herbaty dziennie [5]. Składniki roślin mogą działać synergistycznie w zapobieganiu i hamowaniu chorób stercza [56]. Badania kliniczno-kontrolne wskazują także na ochronne działanie brokułów i kalafiorów [24]. Stwierdzono, że wystąpienie raka gruczołu krokowego można ograniczyć przez spożywanie dwóch lub więcej porcji warzyw krzyżowych miesięcznie [30], co jest związane z właściwościami glukozynolanów [57]. Natomiast szczegółowe badania, przeprowadzone w ostatnich latach w Stanach Zjednoczonych nad oddziaływaniem antyoksydantów w profilaktyce nowotworów, nie wykazały wpływu witaminy E, C i seleny na częstość występowania tych schorzeń, w tym również raka stercza [19,40,46].

TŁUSZCZ W DIECIE A NOWOTWÓR STERCZA

Na proces rozwoju nowotworu gruczołu krokowego u mężczyzn może mieć wpływ ilość i rodzaj spożywanego tłuszczu. Stwierdzono, że diety o niskiej zawartości tłuszczu mogą obniżać ryzyko rozwoju raka stercza [53]. Odnotowano związek między tym schorzeniem i dużym udziałem tłuszczu w diecie [42]. Zaobserwowano krótszy czas przeżycia po zdiagnozowaniu nowotworu stercza w populacji badanych Szwedów, których żywienie cechowało się wysokim spożyciem tłuszczu i kwasów nasyconych, pochodzących z przetworów mlecznych i produktów zwierzęcych [16]. Amerykańskie badania wykazały, że spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych było powiązane ze zwiększonym narażeniem na zaawansowany i śmiertelny nowotwór stercza [49]. Sugerowano korzystne oddziaływanie diety bogatej w awokado, zawierające jednonienasycone kwasy tłuszczowe [26]. Część badaczy nie poparła jednak wyżej opisanych zależności. Wieloośrodkowe badania prospektywne prowadzone w Europie oraz badania w Stanach Zjednoczonych nie potwierdziły powiązania zawartości tłuszczu, kwasów tłuszczowych jednonienasyconych, wielonienasyconych [12,49] oraz nasyconych [12] w diecie z występowaniem nowotworów stercza. Nie stwierdzono także istotnych statystycznie zależności między tym schorzeniem a spożyciem tłuszczu z czerwonego mięsa, produktów mlecznych i ryb [12].

ZNACZENIE NIENASYCONYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

Badania prowadzone przez Ritcha i wsp. wskazywały, że wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-6 stymulują, natomiast omega-3 hamują wzrost nowotworu gruczołu krokowego [52]. Wysoki współczynnik omega-6/omega-3 promuje patogenezę wielu chorób, w tym również no-

wotworów [54], należy zatem zwrócić uwagę na zapewnienie w diecie niskiej proporcji kwasów tłuszczowych omega-6 do omega-3. Pojawiły się jednak ostatnio doniesienia literaturowe [21] na temat zagrożenia związanego ze spożyciem PUFA omega-3. Zwiększone narażenie na nowotwór stercza u mężczyzn z wysokim spożyciem lub stężeniem we krwi kwasu alfa-linolenowego (ALA) wykazała metaanaliza przeprowadzona przez Brouwera [7] i inne badania prowadzone w Stanach Zjednoczonych [39,49]. Sugerowano powiązania EPA z zaawansowanym ryzykiem tego nowotworu [49]. Brasky i wsp. stwierdzili podwyższone ryzyko zachorowania na ten rodzaj raka u mężczyzn o dużym stężeniu we krwi kwasów EPA, DHA i DPA [6]. Metaanalizy przeprowadzone przez Sorongon-Legaspi i wsp. [55] oraz Chua i wsp. [11] wykazały natomiast, że duże stężenie we krwi DPA (kwasu dokozapentaenowego) było związane z obniżeniem ryzyka nowotworu gruczołu krokowego, a podwyższone stężenie we krwi EPA i DHA może być powiązane z zaawansowanym stadium tego nowotworu, ale mechanizm tego zjawiska jest złożony i wymaga dalszych badań. Analiza obszernej literatury, obejmującej liczne kohorty z wielu krajów o zróżnicowanej charakterystyce demograficznej, badania kliniczno-kontrolne i metaanalizy nie poparły jednak istotnego związku między LC PUFA omega-3 a zapadalnością na nowotwory [15,17,43,44,50,62], w tym na raka gruczołu krokowego [7,43,48].

ZNACZENIE SPOŻYCIA RYB

W wielu publikacjach opisywano wielokierunkowe korzystne oddziaływania prozdrowotne związane ze spożyciem ryb. W przeprowadzonych w Stanach Zjednoczonych wieloletnich badaniach kliniczno-kontrolnych stwierdzono, że w celu wyjaśnienia związku między spożyciem ryb i ryzykiem nowotworu stercza istotne jest uwzględnienie rodzaju ryb (tłuste czy chude) [31]. Wysokie spożycie ryb (5 lub więcej razy w tygodniu), szczególnie o ciemnej barwie mięsa, takich jak makrela, łosoś, sardynka, jest związane z obniżoną o 48% śmiertelnością mężczyzn na raka gruczołu krokowego w porównaniu z osobami spożywającymi ryby 1 raz w tygodniu lub rzadziej [9]. Zmniejszenie ryzyka zachorowania [2] i zgonu [9,51] na nowotwór stercza wykazano przy wysokim spożyciu ryb, zwłaszcza tłustych ryb morskich, podczas gdy spożycie chudych ryb i skorupiaków wiązało się ze zwiększonym narażeniem [23]. U koreańskich i japońskich kobiet, spożywających tłuste ryby, obserwowano niższą zapadalność na nowotwór piersi [34,67]. Stwierdzono, że wysokie spożycie ryb obniża narażenie na raka jajnika [35] i jelita grubego [20,47,71]. Metaanaliza przeprowadzona przez Szymanski i wsp. [61] i badania przeprowadzone niedawno w Reykjavíku [63] nie potwierdziły związku między konsumpcją ryb i ogólną częstością występowania raka gruczołu krokowego. Wiele opracowań wskazywało jednak na korzystne oddziaływanie spożycia ryb bogatych w kwasy omega-3 w zapobieganiu nowotworom stercza. Eksperymenty na zwierzętach (myszach) dowiodły, że dieta zawierająca olej rybi spowolniła wzrost tego raka. Analizy prowadzone przez Chavarro i wsp. [10] wykazały, że wyższe stężenia LC PUFA omega-3

we krwi, pochodzące głównie z przetworów morskich, są powiązane ze zmniejszeniem ryzyka nowotworu gruczołu krokowego. Przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych badania prospektywne wykazały również związek wysokiego spożycia ryb (więcej niż trzy razy w tygodniu) z niższym ryzykiem zachorowania na raka prostaty, w porównaniu ze spożyciem poniżej dwóch porcji w miesiącu [4]. Ochronne właściwości PUFA omega-3 w stosunku do nowotworu gruczołu krokowego odnotowano w przypadku spożycia 0,5 g EPA i DHA dziennie, co odpowiadało 3 porcjom ryb tygodniowo [39]. Stwierdzono, że każda dodatkowa dawka 0,5 g kwasów tłuszczowych dziennie, pochodzących z surowców pochodzenia morskiego, była związana z 24% zmniejszeniem ryzyka przerzutów nowotworu [4]. Część badaczy zwraca także uwagę, że spożycie oleju rybiego w starszym wieku obniża ryzyko zaawansowanego nowotworu stercza w porównaniu z osobami, które nigdy nie stosowały tego oleju [63]. Aronson i wsp. [3] po zastosowaniu u mężczyzn z rakiem prostaty oleju z ryb w połączeniu z dietą o niskiej zawartości tłuszczu stwierdzili 32% spadek złośliwych proliferacji komórek w porównaniu do osób na diecie „zachodniej”. Badania i metaanalizy potwierdziły znaczącą redukcję umieralności na nowotwór gruczołu krokowego przy wysokim spożyciu ryb [51,61], którą w badaniach kohortowych prowadzonych w Szwecji oszacowano na 34-40% [16].

SPOSÓB PRZETWORZENIA RYB

Na rozwój nowotworu gruczołu krokowego może mieć wpływ sposób przygotowywania ryb. Szczególnie niepożądana jest długotrwała, intensywne obróbka termiczna [31,58]. Stwierdzono związek między spożyciem białej ryby, przygotowanej z zastosowaniem procesów smażenia, pieczenia, grillowania w wysokiej temperaturze i długiego czasu obróbki termicznej, a zwiększonym ryzykiem zaawansowanego raka prostaty. Dla osób spożywających ryby przygotowane w niższej temperaturze i krótszym czasie nie odnotowano takich zależności. Unikanie zastosowania wysokiej temperatury podczas przygotowywania białych ryb może obniżyć ryzyko tego schorzenia. W badaniach przeprowadzonych w Stanach Zjednoczonych stwierdzono korzystne oddziaływanie spożycia ryb o ciemnym mięsie, przygotowanych przy zastosowaniu metod niskotemperaturowych lub łagodnych metod obróbki termicznej bez brązowienia, na ograniczenie stopnia zaawansowania nowotworu prostaty [31]. Zmiany zachodzące w białej rybie przy obróbce w wysokiej temperaturze, takie jak powstawanie związków kancerogennych i zmiany w kwasach tłuszczowych, mogą przyczynić się do powstawania raka gruczołu krokowego [8]. Wykazano związek pomiędzy spożyciem mięsa i przetworów mięsnych, poddanych intensywnej obróbce termicznej, a ryzykiem szeregu nowotworów, m.in. prostaty [12,25]. Stwierdzono, że regularne spożywanie żywności smażonej w głębokim tłuszczu, m.in. frytek, kurczaka, ryb, pączków, powiązane jest ze zwiększonym ryzykiem raka stercza [58]. Przyczyną może być tworzenie związków potencjalnie kancerogennych, takich jak aldehydy, akroleina, aminy heterocykliczne (HCA), wielopierścieniowe węglowodory aroma-

tyczne (WWA), akryloamid [58]. Mięso poddane obróbce termicznej w wysokiej temperaturze zawiera znaczne ilości HCA oraz WWA. Badania na zwierzętach wykazały, że HCA są przyczyną nowotworów powstających w różnych narządach (jelicie grubym, prostaty, piersi) [64]. Najważniejsze parametry determinujące ilości HCA to temperatura i czas obróbki termicznej [60,64], gdyż powstają one podczas przetwarzania mięs i ryb w temperaturze powyżej 150°C [64].

Istnieją przypuszczenia, że częste spożycie przetworów mięsnych i rybnych, wyprodukowanych przy wykorzystaniu niektórych, powszechnie stosowanych metod ich utrwalania, może mieć wpływ na rozwój nowotworu gruczołu krokowego [66]. Stwierdzono, że wysokie spożycie solonych lub wędzonych ryb może zwiększać ryzyko raka prostaty [28,63]. Podobnie jak w przypadku nowotworu jelita grubego, może być to związane z podwyższonym spożyciem N-nitrozoamin [44].

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe są bardzo podatne na procesy utleniania, których produkty mogą nasilać progresję nowotworów [22,55]. Procesy oksydacyjne zachodzą pod wpływem, takich czynników, jak działanie tlenu atmosferycznego, podwyższonej temperatury, światła. Niezmiernie ważne jest zapewnienie prawidłowych warunków produkcji, przechowywania i transportu olejów rybnych. Suplementy PUFA omega-3, mogą charakteryzować się znacznie zróżnicowanym składem, dlatego mogą wykazywać różnoraki wpływ na organizm. Pozyskiwane są zarówno z oleju otrzymanego z ryb morskich (całych, ich tkanki tłuszczowej lub produktów ubocznych), jak również z rybich wątrób, zawierających znaczne ilości witaminy A i D. Jakość zastosowanych w suplementach olejów, procesów obróbki oraz dodatków, w tym przeciwutleniaczy, może wywierać różne oddziaływanie fizjologiczne. W etiologii omawianego zagadnienia rozważyć należy także szereg innych czynników, które mogą być powiązane z rozwojem tego nowotworu. Ze względu na istniejące obecnie zanieczyszczenie środowiska naturalnego, zwraca się uwagę na ryzyko zanieczyszczenia ryb morskich, m.in. metylortęcią, arsenem, dioksynami i polichlorowanymi bifenylami (PCB), które mogą również przyczynić się do rozwoju nowotworu prostaty [55].

PODSUMOWANIE

Z przytoczonych danych literaturowych wynika, że nie ma obecnie jednoznacznych dowodów o szkodliwym wpływie spożycia ryb i kwasów tłuszczowych omega-3 na powstawanie nowotworów gruczołu krokowego. Trudno jest określić, które składniki odżywcze są najistotniejsze w prewencji tego schorzenia. W wielu badaniach wykazano, że długotrwałe spożywanie diety bogatej w produkty mleczne często jest łączone ze zwiększonym ryzykiem raka stercza. Różnorodność składników roślinnych mogą natomiast wywierać działanie ochronne, hamując choroby gruczołu krokowego. Wiele danych literaturowych wskazuje, że wysokie spożycie tłustych ryb bogatych w EPA i/ lub DHA może zmniejszyć ryzyko śmierci spowodowanej

nowotworem prostaty. Ważne jest zatem zapewnienie w diecie odpowiedniej ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 przez spożycie ryb i olejów rybich o odpowiedniej jakości. Oddziaływanie diety bogatej w ryby może zależeć od ich składu i sposobu przetwarzania, zwłaszcza od intensywności obróbki termicznej, która może prowadzić do powstawania związków kancerogennych. Szczególną uwagę należy zwrócić na dużą podatność PUFA na procesy oksydacyjne, a także na stosowany sposób obróbki technologicznej, metody utrwalania i przechowywania ryb oraz zanieczyszczenia pochodzące ze środowiska. Prozdrowotne oddziaływanie PUFA i ryb może zostać znacznie obniżone przez procesy, takie jak wędzenie, obróbka wysokotemperaturowa, długi okres przechowywania, zanieczyszczenia, które mogą się nawet przyczyniać do rozwoju nowotworów, w tym raka prostaty. Pojawiające się rozbieżne dane literaturowe do-

tyczące oddziaływania kwasów omega-3 na powstawanie nowotworów stercza mogą wynikać zarówno z różnic metodycznych, jak również z nieuwzględniania wpływu procesów technologicznych na zmiany zachodzące w bardzo labilnych PUFA, w szczególności sposobu otrzymywania i przechowywania olejów rybich stosowanych w badaniach oraz obróbki termicznej ryb.

Celowe jest prowadzenie dalszych badań dotyczących oceny wpływu różnych czynników żywieniowych i środowiskowych na ryzyko zachorowania na nowotwór gruczołu krokowego. Wśród nich najważniejsze to sposób przetwarzania i utrwalania ryb, które decydują o zawartości w nich wielu związków kancerogennych (WWA, HCA), stosowana obróbka termiczna, jakość olejów będących suplementami diety, a także zanieczyszczenie surowców pochodzące ze środowiska.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Allen N.E., Key T.J., Appleby P.N., Travis R.C., Roddam A.W., Tjønneland A., Johnsen N.F., Overvad K., Linseisen J., Rohrmann S., Boeing H., Pischon T., Bueno-de-Mesquita H.B., Kiemeny L., Tagliabue G. i wsp.: Animal foods, protein, calcium and prostate cancer risk: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Br. J. Cancer*, 2008; 98: 1574-1581
- [2] Amin M., Jeyaganth S., Fahmy N., Bégin L.R., Aronson S., Jacobson S., Tanguay S., Kassouf W., Aprikian A.: Dietary habits and prostate cancer detection: a case-control study. *Can. Urol. Assoc. J.*, 2008; 2: 510-515
- [3] Aronson W.J., Kobayashi N., Barnard R.J., Henning S., Huang M., Jardack P.M., Liu B., Gray A., Wan J., Konijeti R., Freedland S.J., Castor B., Heber D., Elashoff D., Said J., Cohen P., Galet C.: Phase II prospective randomized trial of a low-fat diet with fish oil supplementation in men undergoing radical prostatectomy. *Cancer Prev. Res.*, 2011; 4: 2062-2071
- [4] Augustsson K., Michaud D.S., Rimm E.B., Leitzmann M.F., Stampfer M.J., Willett W.C., Giovannucci E.: A prospective study of intake of fish and marine fatty acids and prostate cancer. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2003; 12: 64-67
- [5] Boehm K., Borrelli F., Ernst E., Habacher G., Hung S.K., Milazzo S., Horneber M.: Green tea (*Camellia sinensis*) for the prevention of cancer. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2009; 8: 1-58
- [6] Brasky T.M., Darke A.K., Song X., Tangen C.M., Goodman P.J., Thompson I.M., Meyskens F.L., Goodman G.E., Minasian L.M., Parnes H.L., Klein E.A., Kristal A.R.: Plasma phospholipid fatty acids and prostate cancer risk in the SELECT trial. *J. Natl. Cancer Inst.*, 2013; 105: 1132-1141
- [7] Brouwer I.A.: Omega-3 PUFA: good or bad for prostate cancer? *Prostaglandins, Leukot. Essent. Fatty Acids*, 2008; 79: 97-99
- [8] Catsburg C., Joshi A.D., Corral R., Lewinger J.P., Koo J., John E.M., Ingles S.A., Stern M.C.: Polymorphisms in carcinogen metabolism enzymes, fish intake, and risk of prostate cancer. *Carcinogenesis*, 2012; 33: 1352-1359
- [9] Chavarro J.E., Stampfer M.J., Hall M.N., Sesso H.D., Ma J.: A 22-y prospective study of fish intake in relation to prostate cancer incidence and mortality. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2008; 88: 1297-1303
- [10] Chavarro J.E., Stampfer M.J., Li H., Campos H., Kurth T., Ma J.: A prospective study of polyunsaturated fatty acid levels in blood and prostate cancer risk. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2007; 16: 1364-1370
- [11] Chua M., Sio M.C., Sorongon M., Morales M.J.: Association of blood level omega-3 fatty acids with risk of prostate cancer: a meta-analysis. *Eur. Urol. Suppl.*, 2013; 12: e1043
- [12] Crowe F.L., Key T.J., Appleby P.N., Travis R.C., Overvad K., Jakobsen M.U., Johnsen N.F., Tjønneland A., Linseisen J., Rohrmann S., Boeing H., Pischon T., Trichopoulou A., Lagiou P., Trichopoulos D. i wsp.: Dietary fat intake and risk of prostate cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2008; 87: 1405-1413
- [13] EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). *EFSA J.*, 2012; 10: 2815
- [14] EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA J.*, 2010; 8: 1461
- [15] Engeset D., Alsaker E., Lund E., Welch A., Khaw K.T., Clavel-Chapelon F., Thiébaud A., Chajès V., Key T.J., Allen N.E., Amiano P., Dorronsoro M., Tjønneland A., Stripp C., Peeters P.H. i wsp.: Fish consumption and breast cancer risk. The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Int. J. Cancer*, 2006; 119: 175-182
- [16] Epstein M.M., Kasperzyk J.L., Mucci L.A., Giovannucci E., Price A., Wolk A., Håkansson N., Fall K., Andersson S.O., Andrén O.: Dietary fatty acid intake and prostate cancer survival in Örebro County, Sweden. *Am. J. Epidemiol.*, 2012; 176: 240-252
- [17] Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. *FAO Food Nutr. Pap.*, 2010; 91: 1-166
- [18] Ferrís-Tortajada J., Berbel-Tornero O., García-Castell J., Ortega-García J.A., López-Andreu J.A.: Dietetic factors associated with prostate cancer. Protective effects of Mediterranean diet. *Actas Urol. Esp.*, 2012; 36: 239-245
- [19] Gaziano J.M., Glynn R.J., Christen W.G., Kurth T., Belanger C., MacFadyen J., Bubes V., Manson J.E., Sesso H.D., Buring J.E.: Vitamins E and C in the prevention of prostate and total cancer in men: the Physicians' Health Study II, a randomized controlled trial. *JAMA*, 2009; 301: 52-62
- [20] Gonzalez C.A., Riboli E.: Diet and cancer prevention: contributions from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Eur. J. Cancer*, 2010; 46: 2555-2562

- [21] Gray N.: High levels of long chain omega-3 may increase prostate cancer risk: study. <http://www.nutraingredients.com/Research/High-levels-of-long-chain-omega-3-may-increase-prostate-cancer-risk-Study> (22.07.2013)
- [22] Guillén M.D., Goicoechea E.: Toxic oxygenated α,β -unsaturated aldehydes and their study in foods: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2008; 48: 119-136
- [23] Hedelin M., Chang E.T., Wiklund F., Bellocchio R., Klint A., Adolfs-son J., Shahedi K., Xu J., Adami H.O., Grönberg H., Bälter K.A.: Association of frequent consumption of fatty fish with prostate cancer risk is modified by COX-2 polymorphism. *Int. J. Cancer*, 2007 120: 398-405
- [24] Herr I., Büchler M.W.: Dietary constituents of broccoli and other cruciferous vegetables: Implications for prevention and therapy of cancer. *Cancer Treat. Rev.*, 2010; 36: 377-383
- [25] Hu J., La Vecchia C., DesMeules M., Negri E., Mery L., Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group: Meat and fish consumption and cancer in Canada. *Nutr. Cancer*, 2008; 60: 313-324
- [26] Jackson M.D., Walker S.P., Simpson-Smith C.M., Lindsay C.M., Smith G., McFarlane-Anderson N., Bennett F.I., Coard K.C., Aiken W.D., Tulloch T., Paul T.J., Wan R.L.: Associations of whole-blood fatty acids and dietary intakes with prostate cancer in Jamaica. *Cancer Causes Control*, 2012; 23: 23-33
- [27] Jian L., Xie L.P., Lee A.H., Binns C.W.: Protective effect of green tea against prostate cancer: a case-control study in southeast China. *Int. J. Cancer*, 2004; 108: 130-135
- [28] Jian L., Zhang D.H., Lee A.H., Binns C.W.: Do preserved foods increase prostate cancer risk? *Br. J. Cancer*, 2004; 90: 1792-1795
- [29] Johnson J.J., Bailey H.H., Mukhtar H.: Green tea polyphenols for prostate cancer chemoprevention: a translational perspective. *Phytomedicine*, 2010; 17: 3-13
- [30] Joseph M.A., Moysich K.B., Freudenheim J.L., Shields P.G., Bowman E.D., Zhang Y., Marshall J.R., Ambrosone C.B.: Cruciferous vegetables, genetic polymorphisms in glutathione S-transferases M1 and T1, and prostate cancer risk. *Nutr. Cancer*, 2004; 50: 206-213
- [31] Joshi A.D., John E.M., Koo J., Ingles S.A., Stern M.C.: Fish intake, cooking practices, and risk of prostate cancer: results from a multi-ethnic case-control study. *Cancer Causes Control*, 2012; 23: 405-420
- [32] Khan N., Afaq F., Mukhtar H.: Lifestyle as risk factor for cancer: Evidence from human studies. *Cancer Lett.*, 2010; 293: 133-143
- [33] Khan N., Mukhtar H.: Modulation of signaling pathways in prostate cancer by green tea polyphenols. *Biochem. Pharmacol.*, 2013; 85: 667-672
- [34] Kim J., Lim S.Y., Shin A., Sung M.K., Ro J., Kang H.S., Lee K.S., Kim S.W., Lee E.S.: Fatty fish and fish omega-3 fatty acid intakes decrease the breast cancer risk: a case-control study. *BMC Cancer*, 2009; 9: 216
- [35] Kolahdooz F., van der Pols J.C., Bain C.J., Marks G.C., Hughes M.C., Whiteman D.C., Webb P.M., Australian Cancer Study (Ovarian Cancer) and the Australian Ovarian Cancer Study Group: Meat, fish, and ovarian cancer risk: results from 2 Australian case-control studies, a systematic review, and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2010; 91: 1752-1763
- [36] Kurahashi N., Inoue M., Iwasaki M., Sasazuki S., Tsugane A.S., Japan Public Health Center-Based Prospective Study Group: Dairy product, saturated fatty acid, and calcium intake and prostate cancer in a prospective cohort of Japanese men. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2008; 17: 930-937
- [37] Kurahashi N., Sasazuki S., Iwasaki M., Inoue M., Tsugane S.: Green tea consumption and prostate cancer risk in Japanese men: a prospective study. *Am. J. Epidemiol.*, 2008; 167: 71-77
- [38] Lee J., Demissie K., Lu S.E., Rhoads G.G.: Cancer incidence among Korean-American immigrants in the United States and native Koreans in South Korea. *Cancer Control.*, 2007; 14: 78-85
- [39] Leitzmann M.F., Stampfer M.J., Michaud D.S., Augustsson K., Colditz G.C., Willett W.C., Giovannucci E.L.: Dietary intake of n-3 and n-6 fatty acids and the risk of prostate cancer. *Am J. Clin. Nutr.*, 2004; 80: 204-216
- [40] Lippman S.M., Klein E.A., Goodman P.J., Lucia M.S., Thompson I.M., Ford L.G., Parnes H.L., Minasian L.M., Gaziano J.M., Hartline J.A., Parsons J.K., Bearden J.D.3rd, Crawford E.D., Goodman G.E., Claudio J. i wsp.: Effect of selenium and vitamin E on risk of prostate cancer and other cancers: the Selenium and Vitamin E Cancer Prevention Trial (SELECT). *JAMA*, 2009; 301: 39-51
- [41] Lloyd J.C., Masko E.M., Wu C., Keenan M.M., Pilla D.M., Aronson W.J., Chi J.T., Freedland S.J.: Fish oil slows prostate cancer xenograft growth relative to other dietary fats and is associated with decreased mitochondrial and insulin pathway gene expression. *Prostate Cancer Prostatic Dis.*, 2013; 16: 285-291
- [42] Lophatananon A., Archer J., Easton D., Pocock R., Dearnaley D., Guy M., Kote-Jarai Z., O'Brien L., Wilkinson R.A., Hall A.L., Sawyer E., Page E., Liu J.F., Barratt S., Rahman A.A., UK Genetic Prostate Cancer Study Collaborators; British Association of Urological Surgeons' Section of Oncology, Eeles R., Muir K.: Dietary fat and early-onset prostate cancer risk. *Br. J. Nutr.*, 2010; 103: 1375-1380
- [43] MacLean C.H., Newberry S.J., Mojica W.A., Khanna P., Issa A.M., Suttrop M.J., Lim Y.W., Traina S.B., Hilton L., Garland R., Morton S.C.: Effects of omega-3 fatty acids on cancer risk: a systematic review. *JAMA*, 2006; 295: 403-415
- [44] Marques-Vidal P., Ravasco P., Camilo M.E.: Foodstuffs and colorectal cancer risk: a review. *Clin. Nutr.*, 2006; 25: 14-36
- [45] Masko E.M., Allott E.H., Freedland S.J.: The relationship between nutrition and prostate cancer: is more always better? *Eur. Urol.*, 2013; 63: 810-820
- [46] Nicastro H.L., Dunn B.K.: Selenium and prostate cancer prevention: insights from the Selenium and Vitamin E Cancer Prevention Trial (SELECT). *Nutrients*, 2013; 5: 1122-1148
- [47] Norat T., Bingham S., Ferrari P., Slimani N., Jenab M., Mazuir M., Overvad K., Olsen A., Tjønneland A., Clavel F., Boutron-Ruault M.C., Kesse E., Boeing H., Bergmann M.M., Nieters A. i wsp.: Meat, fish, and colorectal cancer risk: the European prospective investigation into cancer and nutrition. *J. Natl. Cancer Inst.*, 2005; 97: 906-916
- [48] Park S.Y., Wilkens L.R., Henning S.M., Le Marchand L., Gao K., Goodman M.T., Murphy S.P., Henderson B.E., Kolonel L.N.: Circulating fatty acids and prostate cancer risk in a nested case-control study: the multiethnic cohort. *Cancer Causes Control*, 2009; 20: 211-223
- [49] Peller C., Mondul A.M., Hollenbeck A.R., Park Y.: Dietary fat, fatty acids, and risk of prostate cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2013; 22: 697-707
- [50] Pham N.M., Mizoue T., Tanaka K., Tsuji I., Tamakoshi A., Matsuo K., Wakai K., Nagata C., Inoue M., Tsugane S., Sasazuki S., Research Group for the Development and Evaluation of Cancer Prevention Strategies in Japan: Fish consumption and colorectal cancer risk: an evaluation based on a systematic review of epidemiologic evidence among the Japanese population. *Jpn. J. Clin. Oncol.*, 2013; 43: 935-941
- [51] Pham T.M., Fujino Y., Kubo T., Ide R., Tokui N., Mizoue T., Ogi-moto I., Matsuda S., Yoshimura T.: Fish intake and the risk of fatal prostate cancer: findings from a cohort study in Japan. *Public Health Nutr.*, 2009; 12: 609-613
- [52] Ritch C.R., Wan R.L., Stephens L.B., Taxy J.B., Huo D., Gong E.M., Zagaja G.P., Brendler C.B.: Dietary fatty acids correlate with prostate cancer biopsy grade and volume in Jamaican men. *J. Urol.*, 2007; 177: 97-101
- [53] Salem S., Salahi M., Mohseni M., Ahmadi H., Mehrsai A., Jahani Y., Pourmand G.: Major dietary factors and prostate cancer risk: a prospective multicenter case-control study. *Nutr. Cancer*, 2011; 63: 21-27

- [54] Simopoulos A.P.: Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomed. Pharmacother.*, 2006; 60: 502-507
- [55] Sorongon-Legaspi M.K., Chua M., Sio M.C., Morales M.Jr.: Blood level omega-3 fatty acids as risk determinant molecular biomarker for prostate cancer. *Prostate Cancer*, 2013; 2013: 875615
- [56] Stacewicz-Sapuntzakis M., Borthakur G., Burns J.L., Bowen P.E.: Correlations of dietary patterns with prostate health. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2008; 52: 114-130
- [57] Steinbrecher A., Rohrmann S., Timofeeva M., Risch A., Jansen E., Linseisen J.: Dietary glucosinolate intake, polymorphisms in selected biotransformation enzymes, and risk of prostate cancer. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2010; 19: 135-143
- [58] Stott-Miller M., Neuhauser M.L., Stanford J.L.: Consumption of deep-fried foods and risk of prostate cancer. *Prostate*, 2013; 73: 960-969
- [59] Suburu J., Chen. Y.Q.: Lipids and prostate cancer. *Prostaglandins Other Lipid Mediat.*, 2012; 98: 1-10
- [60] Sugimura T., Wakabayashi K., Nakagama H., Nagao M.: Heterocyclic amines: Mutagens/carcinogens produced during cooking of meat and fish. *Cancer Sci.*, 2004; 95: 290-299
- [61] Szymanski K.M., Wheeler D.C., Mucci L.A.: Fish consumption and prostate cancer risk: a review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2010; 92: 1223-1233
- [62] Terry P.D., Rohan T.E., Wolk A.: Intakes of fish and marine fatty acids and the risks of cancers of the breast and prostate and of other hormone-related cancers: a review of the epidemiologic evidence. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2003; 77: 532-543
- [63] Torfadottir J.E., Valdimarsdottir U.A., Mucci L.A., Kasperzyk J.L., Fall K., Tryggvadottir L., Aspelund T., Olafsson O., Harris T.B., Jonsson E., Tulinius H., Gudnason V., Adami H.O., Stampfer M., Steingrimsdottir L.: Consumption of fish products across the lifespan and prostate cancer risk. *PLoS One*, 2013; 8: e59799
- [64] Vikse R., Reistad R., Steffensen I.L., Paulsen J.E., Nyholm S.H., Alexander J.: Heterocyclic amines in cooked meat. *Tidsskr. Nor. Laegeforen.*, 1999; 119: 45-49
- [65] Virtanen J.K., Mozaffarian D., Chiuve S.E., Rimm E.B.: Fish consumption and risk of major chronic disease in men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2008; 88: 1618-1625
- [66] Vlainjac H., Ilic M., Marinkovic J., Sipetic S.: Nutrition and prostate cancer. *J. BUON*, 2010; 15: 698-703
- [67] Wakai K., Tamakoshi K., Date C., Fukui M., Suzuki S., Lin Y., Niwa Y., Nishio K., Yatsuya H., Kondo T., Tokudome S., Yamamoto A., Toyoshima H., Tamakoshi A., JACC Study Group.: Dietary intakes of fat and fatty acids and risk of breast cancer: a prospective study in Japan. *Cancer Sci.*, 2005; 96: 590-599
- [68] Wallström P., Bjartell A., Gullberg B., Olsson H., Wirfält E.: A prospective study on dietary fat and incidence of prostate cancer (Malmö, Sweden). *Cancer Causes Control*, 2007; 18: 1107-1121
- [69] Wang M.P., Thomas G.N., Ho S.Y., Lai H.K., Mak K.H., Lam T.H.: Fish consumption and Mortality in Hong Kong Chinese - the LIMOR Study. *Ann. Epidemiol.*, 2011; 21: 164-169
- [70] WCRF/AICR (World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research): Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. DC: AICR, Washington, 2007
- [71] Wu S., Feng B., Li K., Zhu X., Liang S., Liu X., Han S., Wang B., Wu K., Miao D., Liang J., Fan D.: Fish consumption and colorectal cancer risk in humans: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Med.*, 2012; 125: 551-559

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów interesów.