

Błonnik pokarmowy w przemyśle mięsnym – funkcje technologiczne i zdrowotne

Dietary fiber in meat industry – technological and health functions

URSZULA RAFALSKA, JOANNA ŁOPACKA, KATARZYNA ŻONTAŁA, ANNA SAKOWSKA, ALEKSANDRA LIPIŃSKA

Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Celem artykułu było przedstawienie błonnika pokarmowego, jako istotnego pod względem technologicznym oraz zdrowotnym dodatku w przemyśle mięsnym. Coraz szybciej rozwijające się choroby dietozależne (otyłość, cukrzyca, choroby układu krążenia), a także choroby nowotworowe układu pokarmowego stanowią wyzwanie dla naukowców oraz producentów żywności, do tworzenia produktów nie tylko wygodnych i szybkich w przygotowaniu, ale także smacznych, o podwyższonej wartości zdrowotnej oraz bezpiecznych pod względem mikrobiologicznym. Pomocnym w osiągnięciu tego celu może okazać się żywność funkcjonalna, zawierająca w swoim składzie dodatki funkcjonalne, których jednym z przykładów jest błonnik pokarmowy.

Słowa kluczowe: *błonnik pokarmowy, funkcjonalne produkty mięsne, żywność wygodna, produkty mięsne*

The aim of the article was to present dietary fiber as an important additive in meat industry in terms of technology and health. A significant increase in diet-related diseases (obesity, diabetes, cardiovascular diseases) and digestive system cancers, represents a challenge for scientists and food manufacturers to create products not only convenient and quick to prepare, but also tasty, with increased health values and microbiologically safe. Functional food may be helpful in achieving this goal, as it contains functional additives, such as dietary fiber.

Key words: *dietary fiber, functional meat products, convenience food, meat products*

© Probl Hig Epidemiol 2015, 96(4): 713-718

www.phie.pl

Nadesłano: 19.08.2015

Zakwalifikowano do druku: 25.11.2015

Adres do korespondencji / Address for correspondence

mgr inż. Urszula Rafalska

Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego (Budynek 32)

ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa

tel. 790 76 76 88, e-mail: rafalska.urszula1@gmail.com

Wprowadzenie

Mięso jest jednym z integralnych elementów diety człowieka. Stanowi bogate źródło najlepiej przyswajalnego białka, żelaza, cynku, seleniu i miedzi. Ponadto są w nim obecne witaminy z grupy B (B_1 , B_2 , B_{12}), PP, A, D i częściowo E (w mięśniach zawierających duże ilości tłuszczu) [1].

Mięso jest również cennym źródłem związków bioaktywnych, takich jak tauryna, karnozyna, koenzym Q10 (*ubichinol*), kreatyna i CLA (sprzężony kwas linolowy). Tauryna wykazuje działanie hipolipidemiczne i przeciwmiażdżycowe, a także podnoszące poziom cholesterolu HDL (*high-density lipoprotein*) i sprawność umysłową i psychiczną. Karnozyna odpowiedzialna jest za proces chelatowania, w wyniku którego obniżana jest toksyczność jonów metali ciężkich. Jako suplement diety wspomaga regenerację mięśni szkieletowych, poprzez zmniejszenie gromadzenia się w nich kwasu mlekowego. Ponadto

karnozyna, tak jak koenzym Q10, posiada właściwości przeciwutleniające. Z kolei koenzym Q10 wzmacnia system odpornościowy i zapobiega rozwojowi chorób wieńcowych. Obniżenie zawartości koenzymu Q10 we krwi związane jest z występowaniem stanów chorobowych, takich jak: kardiomiopatie, choroba Parkinsona oraz miażdżyca. Kreatyna oraz jej pochodne odgrywają niezwykle istotną rolę w metabolizmie energii zachodzącym w mięśniach szkieletowych. Dowiedziono, że w niektórych przypadkach suplementacja kreatyną może zwiększyć wydajność pracy mięśni. Szczególne znaczenie w utrzymaniu prawidłowej diety i zdrowia odgrywa mięso wołowe ze względu na obniżoną zawartość tłuszczu (7-30%) oraz na podwyższoną zawartość żelaza, witaminy B_{12} oraz CLA. Korzystny wpływ CLA na zdrowie człowieka związany jest z działaniem antykancerogennym (hamowanie rozwoju raka piersi, skóry i okrężnicy) oraz zahamowanie postępu miażdżycy i otyłości [2-6].

Wzrastająca wśród konsumentów świadomość zdrowotna, a także oczekiwania, co do otrzymania produktów bezpiecznych, wygodnych oraz atrakcyjnych pod względem sensorycznym, staje się motorem napędowym dla przemysłu spożywczego, do tworzenia żywności funkcjonalnej. W osiągnięciu tego celu bardzo pomocnym jest stosowanie różnego rodzaju dodatków do żywności. Jednakże pomimo swoich wymagań, wielu konsumentów obawia się stosowania dodatków do żywności twierdząc, że ich obecność nie jest obojętna dla zdrowia człowieka. W ustawodawstwie europejskim „substancje dodatkowe” do żywności definiowane są: jako substancje zwyczajowo nie spożywane, jako żywność oraz nie będące typowymi składnikami żywności, jednakże mogące stać się bezpośrednio lub pośrednio jej składnikami. Posiadające lub nie, właściwości odżywcze, dodawane do żywności w celu oddziaływania na jej konkretne cechy [7, 8].

Pojęcie żywności funkcjonalnej jest niezwykle szerokie, a jej pierwsza definicja powstała na początku lat 80. XX w. w Japonii [9]. Najaktualniejszą i obowiązującą do dnia dzisiejszego definicję żywności funkcjonalnej przedstawiono w dokumencie Unii Europejskiej FUFOSSE (Europejska Komisja Żywności Funkcjonalnej – *Functional Food Science in Europe*) w 1999 r. Definicja ta określa żywność, jako funkcjonalną tylko wtedy, gdy udowodniono jej korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu. Ponadto żywność ta powinna, oprócz właściwości odżywczych, odznaczać się wpływem na poprawę stanu zdrowia, samopoczucia lub zmniejszać ryzyko chorób. Oczywiście żywność funkcjonalna musi przypominać swoją postacią żywność konwencjonalną [10-13].

W przypadku funkcjonalnych produktów mięsnych zmiany w recepturach dotyczą przede wszystkim redukcji wartości energetycznej, poprzez zmniejszenie zawartości tłuszczu, obniżenie zawartości soli, a także na dodatku składników funkcjonalnych, jak oligosacharydy, polifenole, białka i peptydy, fosfolipidy, polifenolowe kwasy tłuszczowe, witaminy, składniki mineralne, probiotyki, fitowiązki oraz błonnik pokarmowy [1].

Definicje błonnika pokarmowego

Termin „błonnik pokarmowy” po raz pierwszy użyty został w 1953 r. dla określenia hemicelulozy, celulozy oraz ligniny [14]. Według jednej z definicji błonnik pokarmowy jest pozostałością ścian komórkowych roślin, odporną na działanie enzymów trawiennych. Jeszcze inna definicja, zaopiniowana w 2009 r. przez Komisję *Codex Alimentarius* mówi, że błonnik pokarmowy oznacza polimery węglowodanów zawierające więcej niż 10 monomerycznych jednostek, które nie są hydrolizowane przez enzymy w jelicie cienkim człowieka i należą do następującej kategorii:

- jadalnych polimerów węglowodanowych naturalnie występujących w żywności
- polimerów węglowodanowych, które otrzymano z surowca metodami fizycznymi, enzymatycznymi oraz chemicznymi i które wykazują korzystny wpływ fizjologiczny potwierdzony badaniami
- syntetycznych polimerów węglowodanowych, które wykazują korzystny wpływ fizjologiczny potwierdzony badaniami [14].

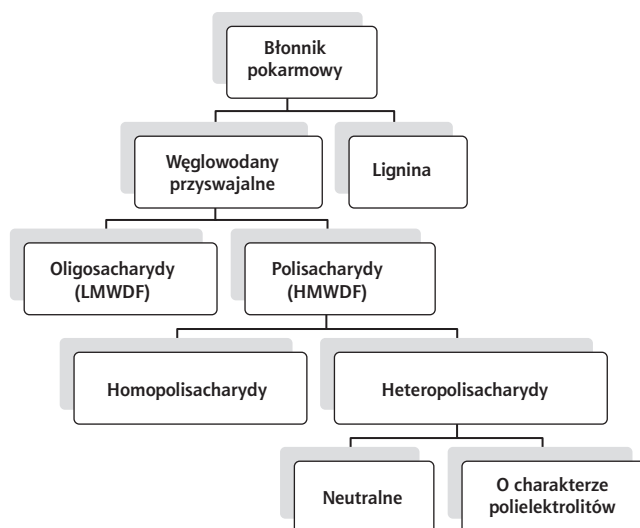
Z kolei *American Association of Cereal Chemist* (AACC) terminem błonnik pokarmowy określił jadalne części roślin oraz węglowodany odporne na trawienie i wchłanianie w jelicie cienkim człowieka, a także te częściowo lub całkowicie fermentowane w jelicie grubym [15, 16].

Klasyfikacja błonnika pokarmowego

Różnorodność definicji błonnika pokarmowego, a także podstawa klasyfikacji związana jest z metodą jego oznaczania. Ogólnie błonnik można rozróżnić pod względem jego rozpuszczalności na: 1. rozpuszczalny (*soluble dietary fiber* – SDF), który tworzy w wodzie żel składający się z pektyn, gum, β -glukanów i śluzów, a także niektórych hemiceluloz i 2. nierozpuszczalny (*insoluble dietary fiber* – IDF), który ulega nieznacznym przemianom w przewodzie pokarmowym; w jego skład wchodzi lignina, celuloza oraz hemiceluloza.

Inny podział błonnika pokarmowego grupuje go pod względem masy cząsteczkowej na: 1. wysokocząsteczkowy (*high molecular weight dietary fiber* – HMWDF) oraz 2. niskocząsteczkowy (*low molecular weight dietary fiber* – LMWDF) [5].

Ogólny podział błonnika pokarmowego przedstawiono na rycinie 1.



Ryc. 1. Klasyfikacja błonnika pokarmowego [36]

Fig. 1. Classification of dietary fiber [36]

Jak ukazano na rycinie powyżej, lignina jest niepolisacharydowym rodzajem błonnika pokarmowego pochodzenia roślinnego. Nie jest podatna na działanie enzymów trawiennych i nie ulega degradacji bakteryjnej w jelicie grubym. Do jej głównych właściwości zdrowotnych można zaliczyć obniżanie poziomu cholesterolu we krwi, dzięki zdolności do trwałego łączenia się z kwasami żółciowymi.

Do błonnika pokarmowego pochodzenia węglowodanowego zaliczamy oligo- oraz polisacharydy. Oligosacharydy są liniowymi bądź rozgałęzionymi węglowodanami o niskiej masie cząsteczkowej. Ze względu na właściwości fizjologiczne oligosacharydy dzielimy na strawne (DOs) i niestrawne (NDOs). Do niestrawnych oligosacharydów zaliczamy fruktooligosacharydy (FOS), galaktooligosacharydy (GaOS), ksylooligosacharydy (XOS), cyklodekstryny (CDs) oraz laktulozę. Bogatym źródłem NDOs są m.in. mleko, banany, soja, trzcina cukrowa, soczewica, gorczyca, buraki cukrowe, żyto, jęczmień, pszenica, cebula, szparagi, pomidory, cykorja, por i czosnek. NDOs ze względu na swoje właściwości zdrowotne oraz technologiczne znalazły zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym (prebiotyczne suplementy diety, leki, immunostymulatory, kosmetyki) oraz spożywczym (składniki żywności oraz pasz, produkcja żywności niskokalorycznej o zmniejszonej słodkości, krioprotektanty, poprawiają odczucia smakowe, zamienniki tłuszczu). Polisacharydy są wielocukrami prostymi lub rozgałęzionymi, o bardzo dużej masie cząsteczkowej. Dzieli się je na homo- oraz heteropolisacharydy. Do polisacharydów zaliczamy takie związki, jak celuloza, β -glukany, hemiceluloza, pektyna, gumy, karageniany, alginiany i śluzy. Jedną z najważniejszych właściwości polisacharydów jest zdolność wiązania wody i tworzenia struktur koloidalnych o zróżnicowanych właściwościach reologicznych. Dzięki tej funkcji polisacharydy wiążą wodę i jony metali ciężkich w przewodzie pokarmowym człowieka, a także wpływają na obniżenie stężenia cholesterolu całkowitego w surowicy krwi. Ponadto z błonnikiem pokarmowym związane są również związki wchodzące w skład ścian komórkowych roślin. Przykładem takiego związku jest kwas fitynowy oraz jego pochodne. Kwas fitynowy (IP6) zawierający 6 grup fosforowych, a także jego pochodne (od IP3 do IP5 – ze zredukowaną ilością grup fosforowych) występują w niektórych ziarnach i nasionach roślin strączkowych (fasola, kukurydza) oraz w otrębach i mąkach zbóż. Ich funkcją jest magazynowanie kationów w nasionach roślin. Z kolei w przewodzie pokarmowym człowieka wykazując właściwości chelatujące, wiążą kationy, przyczyniając się tym samym do usuwania z organizmu jonów metali (głównie żelaza). Ze względu na trwałe wiązanie fosforu, wapnia, żelaza, manganu, cynku i mie-

dzi, fityniany uważane były za związki antyodżywcze. Jednakże zdolność wiązania metali przejściowych (żelazo i miedź) – kwas fitynowy wykazuje działanie przeciwutleniające, chroniące komórki ścian jelit przed działaniem wolnych rodników. Kwas fitynowy jest źródłem mezoinozytolu, związku zaliczanego do grupy witamin o funkcji koenzymatycznej i jednocześnie przeciwnowotworowej (w szczególności wykazuje działanie przeciw nowotworowi piersi, sutka, prostaty, jelita grubego oraz okrężnicy), przeciwcukrzycowej i przeciwmiażdżycowej [15, 17, 18].

Funkcje zdrowotne błonnika pokarmowego

Odpowiednie spożycie błonnika pokarmowego, tj. na poziomie 35-40 g/dobę/osobę (dla osób dorosłych), gwarantuje potwierdzenie jego właściwości zdrowotnych. Błonnik pokarmowy stosuje się głównie w prewencji chorób przewodu pokarmowego oraz chorób o podłożu metabolicznym. Spożywanie odpowiednio dużych ilości błonnika (w szczególności celulozy oraz hemicelulozy) wpływa na formowanie się obfitych mas kałowych i korzystnie działa na motorykę przewodu pokarmowego (zwiększona szybkość przesuwania się masy kałowej). Błonnik pokarmowy będąc pożywką mikroflory jelita grubego wpływa na rozluźnienie masy kałowej w jelicie grubym, co w konsekwencji stanowi profilaktykę leczenia zaparcí oraz zapobiega tworzeniu się polipów oraz nowotworów jelita grubego. Ponadto zastosowanie niektórych frakcji błonnika przeciwdziała rozwojowi chorób wrzodowych [18].

Błonnik pokarmowy posiada właściwości neutralizujące kwaśność soku żołądkowego, poprzez zwiększenie wydzielania śliny, a także powoduje zmniejszenie wydzielania kwasu solnego [19].

Błonnik pokarmowy znalazł również zastosowanie w prewencji chorób układu sercowo-naczyniowego, w tym w chorobie wieńcowej, zawałach, nadciśnieniu, cukrzycy i otyłości. Badania przeprowadzone przez Theuwissen i Mensink wykazały, że cztery główne rodzaje błonnika rozpuszczalnego w wodzie – β -glukan, psyllium (nasiona babki płesznika), pektyna i guma guar – efektywnie wpływają na obniżenie zawartości we krwi frakcji LDL (*low-density lipoprotein*) cholesterolu, nie wpływając jednocześnie na koncentrację frakcji HDL oraz triacyloglicerolu [20-22].

Tak jak w przypadku spożywania innych substancji, np. witamin, minerałów, tak w przypadku spożycia błonnika pokarmowego, mogą wystąpić pozytywne i negatywne efekty jego działania [15, 16, 19, 23-25]:

Stosowanie diety wysokobłonnikowej może przyczynić się do szeregu niekorzystnych efektów ubocznych. Dlatego też głównymi przeciwwskazaniami do stosowania takiej diety są stany zapalne trzustki, jelit,

Pozytywne działanie (+)	Negatywne działanie (-)
<ul style="list-style-type: none"> - regulacja perystaltyki jelit - zwiększenie objętości i masy kału - rozluźnienie masy kałowej - neutralizacja soków żołądkowych - zmniejszenie wydzielania kwasu solnego - wiązanie cholesterolu - zmniejszenie wchłaniania się cholesterolu w jelitach - obniżanie ciśnienia krwi poprzez wiązanie jonów sodu - zdolność wiązania substancji toksycznych - stymulowanie wzrostu korzystnej mikroflory w jelitach - spowalnianie wchłaniania glukozy i tłuszczów - hamowanie łaknienia 	<ul style="list-style-type: none"> - ograniczenie absorpcji składników mineralnych (wapń, żelazo, magnez, cynk, witaminy) w organizmie człowieka - zaburzenia wchłaniania leków - wzrost ryzyka przypadkowego spożycia pestycydów, pozostałości środków agrochemicznych, metali ciężkich, azotanów i substancji antyodżywczych (lektyny, hemaglutyniny i solaniny) - możliwość wystąpienia nietolerancji pokarmowych - możliwość powstawania benzoarów, tzw. rzekomych kamieni jelitowych - wzdęcia, odbijanie - skurcze i ból brzucha

dróg żółciowych, nieżyty przewodu pokarmowego, stany niedoborów białka i składników mineralnych. Stąd też stosowanie diety wysokobłonnikowej nie jest polecane dzieciom, kobietom w ciąży oraz karmiącym, osobom w podeszłym wieku lub mającym problemy z utrzymaniem właściwej gospodarki mineralnej oraz hormonalnej (w tym ze schorzeniami tarczycy), a także osobom chorym na cukrzycę oraz depresję [15].

Zastosowanie błonnika w przemyśle mięsnym

Głównymi właściwościami technologicznymi błonnika pokarmowego są: wodochłonność (zdolność zatrzymania wody), zdolność wiązania kationów, emulgowanie tłuszczu, zdolności sorpcyjne oraz zwiększanie lepkości układów. Dzięki tym właściwościom funkcjonalne produkty mięsne z dodatkiem błonnika pokarmowego charakteryzują się przede wszystkim mniejszymi stratami masy podczas obróbki termicznej typu wędzenie, gotowanie czy parzenie, wpływając tym samym na wzrost wydajności produktów mięsnych. Ponadto dodatek błonnika przyczynia się do lepszego utrzymania kształtu produktów mięsnych poddanych obróbce termicznej. Zastosowanie błonnika ziemniaczanego wpływa na zredukowanie ilości wycieku przechowalniczego w trakcie pakowania próżniowego. Błonnik pszeniczny oraz inulina charakteryzują się zdolnościami imitowania cech sensorycznych, a także technologicznych tłuszczu zwierzęcego [26-29].

Błonnik bardzo często używany jest w wygodnych produktach mięsnych (*convenience food*), jako substancja zastępująca tłuszcz zwierzęcy. Właściwość ta stwarza niezwykle szerokie zastosowanie, głównie w sektorze produktów dietetycznych. Głównymi preparatami błonnikowymi mającymi za zadanie zastąpić tłuszcz są:

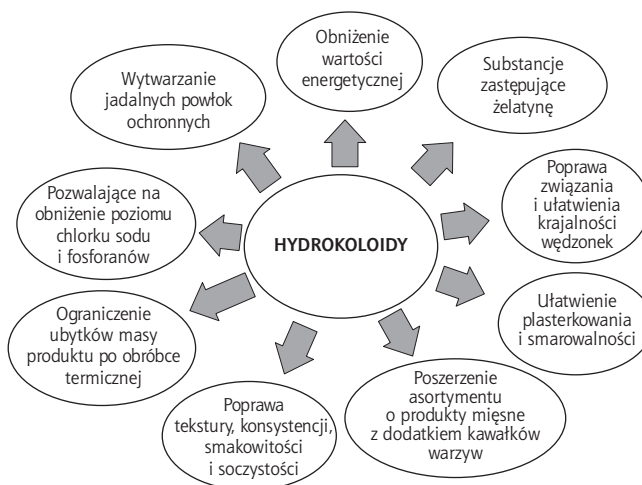
- błonnik owsa, a w szczególności glukany – zastosowanie głównie w produkcji wyrobów średniorozdrobnionych i pasztetów;
- błonnik pszeniczny – do produkcji wędlin;
- celuloza;
- hemiceluloza, której składnikami są ksylany, arabinoksylany, mannany, galaktomannany, galaktany

itp. – zastosowanie głównie w produkcji hamburgerów, wędlin wieprzowych i frankfurterek;

- hydrokoloidy i gumi – zastosowanie do wędlin nietrwałych, drobnorozdrobnionych oraz konserw [30-31].

Szczególną rolę w przetwórstwie mięsa odgrywają hydrokoloidy. Ich zastosowanie pozwala zarówno na kształtowanie cech sensorycznych, jak i wpływa na zaspokojenie potrzeb zdrowotno-żywnościowych konsumentów zagrożonych chorobami dietozależnymi. Z tego też względu hydrokoloidy znajdują zastosowanie w produkcji żywności niskoenergetycznej (obniżona zawartość tłuszczu oraz cukru), a także bezglutenowej. Więcej przykładów zastosowania hydrokoloidów w produktach mięsnych przedstawiono na rycinie 2. W przemyśle mięsnym, ze względu na doskonałe właściwości teksturotwórcze, najczęściej używanym hydrokoloidem są karageny o symbolu E407 [32].

Karageny wykazują zdolność do łączenia się z białkami mięsa, ograniczając tym samym ich dezintegrację w procesie zamrażania i przechowywania zamrażalniczego. Ponadto, jako środki krioprotekcyjne, zapobiegają tworzeniu się kryształów lodu wewnątrz



Ryc. 2. Zastosowanie hydrokoloidów polisacharydowych w przetwórstwie mięsa [30, 32-36]

Fig. 2. Application of polysaccharide hydrocolloids in meat processing [30, 32-36]

zamrażanego produktu, co ma wpływ na poprawę struktury produktów mięsnych po ich rozmrożeniu. Karageny są substancjami całkowicie nieprzyswajalnymi przez organizm ludzki, ale jednocześnie w żaden sposób nie obniżają poziomu i przyswajalności białek. Mogą być one stosowane w kombinacji z innymi preparatami białkowymi w celu uzupełnienia ubytków masy powstałych w wyniku odjęcia z produktu tłuszczu. Dzięki temu produkty z zastosowaniem karagenów mogą mieć zawartość tłuszczu obniżoną do 10%, przy całkowitym zachowaniu walorów smakowych oraz soczystości produktu wyjściowego [19].

Jeszcze jednym hydrokoloidem, który doskonale imituje właściwości tłuszczu i ma korzystny wpływ na zdrowie człowieka jest pektyna. Tak, jak karageny, pektyny wpływają na poprawę smarowności produktów mięsnych. Ponadto wzbogacanie diety w pektyny może wpłynąć na zwiększenie wydalania tłuszczu z organizmu wraz z kałem. Dostarczenie organizmowi różnych frakcji błonnika zwiększa zdolności pęcznienia uzyskanej mieszaniny, co w konsekwencji zmniejsza uczucie głodu [19].

Dodatek błonnika pokarmowego do przetworów mięsnych, wpływa również korzystnie na ich barwę. Badania Choi i wsp., Turhan i wsp. oraz Dolatowskiego i Karwowskiej wykazały, że dodatek różnego rodzaju błonnika do produktów mięsnych o obniżonej zawartości tłuszczu, wpływa na obniżenie ich jasności (L^*) oraz intensywności barwy żółtej (b^*), przy jednoczesnym wzroście intensywności barwy czerwonej (a^*) [26].

Bastianello Campagnol i wsp. wykazali, że zwiększenie dodatku błonnika sojowego, kosztem tłuszczu zwierzęcego, w fermentowanych kiełbaskach wpłynęło nie tylko na poprawę barwy produktu, ale także, w ocenie konsumenckiej, na poprawę ich właściwości teksturalnych, smaku oraz aromatu [37].

Podsumowanie

Coraz szybszy tryb życia oraz idąca za tym potrzeba obecności na rynku żywności wygodnej, funkcjonalnej, łatwej i szybkiej w przygotowaniu stanowiła, i będzie jeszcze przez wiele lat stanowić, niezwykle ambitne wyzwanie dla producentów żywności oraz szerokiego grona naukowców. Dodatkowym utrudnieniem, ale także i wyzwaniem, dla producentów żywności jest niewątpliwie szybko wzrastający poziom świadomości zdrowotnej konsumentów oraz poszerzająca się z roku na rok grupa chorób cywilizacyjnych, a w szczególności dietozależnych (otyłość, choroby sercowo-naczyniowe, cukrzyca, choroby nowotworowe). Istotną szansą dla tego rodzaju produktów jest możliwość stosowania dodatków funkcjonalnych, do których zaliczamy m.in. błonnik pokarmowy. Jest on substancją ważną w przetwórstwie żywności nie tylko ze względu na swoje właściwości technologiczne (zdolność wiązania wody, zdolność wiązania tłuszczu, zmniejszenie wycieku termicznego itp.), ale przede wszystkim ze względu na właściwości zdrowotne.

Piśmiennictwo / References

1. Kuchlewska M. Wybrane prozdrowotne tendencje w przetwarzaniu mięsa. *Ogólnopol Inform Mas* 2014, 14(5): 64-70.
2. Kołczak T. Jakość wołowiny. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2008, 1(56): 5-22.
3. Piotrowska A, Świąder K, Warszkiewicz-Robak B, Świdorski F. Możliwości uzyskania mięsa i przetworów z mięsa wieprzowego o podwyższonej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych n-3. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2012, 5(84): 5-19.
4. Sadowska A, Świdorski F. Związki bioaktywne w mięsie. *Postęp Tech Przetw Spoż* 2010, 1: 70-74.
5. Westernbrink S, Brunt K, Kamp van der JW. Dietary fibre: Challenges in production and use of food composition data. *Food Chem* 2013, 140(3): 562-567.
6. Zymon M. Walory odżywcze i smakowe wołowiny oraz możliwości ich kształtowania. *Wiad Zoot* 2012, 4: 93-98.
7. Pyrcz J, Kowalski R. Rola substancji dodatkowych stosowanych w przetwórstwie mięsnym. *Gosp Mięś* 2005, 11: 16-20.
8. Szponar L, Gielecińska I. Substancje dodatkowe i dodatki funkcjonalne a bezpieczeństwo żywności i jej wartość żywieniowa. *Post Fitoter* 2000, 1: 7-16.
9. Ashwell M. *Concepts of Functional Foods*. ILSI, Brussels 2002.
10. Kudełka W. Innowacyjny segment żywności wspierającej zdrowie człowieka. Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy. *Modernizacja dla spójności społeczno-ekonomicznej* 2011, 18: 290-302.
11. Kudełka W, Łobaza D. Charakterystyka żywności funkcjonalnej. *Zesz Nauk UEK* 2007, 743: 91-120.
12. Pieszka M, Pietras MP. Nowe kierunki w badaniach żywieniowych – nutrigenomika. *Rocz Nauk Zoot* 2010, 37(2): 83-103.
13. Stein AJ, Rodriguez-Cerezo E. *Functional Food in the European Union*. IPTS. JRC, Seville, Spain 2008.
14. Champ M, Langkilde AM, Brouns F, et al. Advances in dietary fibre characterization. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutr Res Rev* 2003, 16: 71-82.
15. Górecka D, Anioła J. Błonnik pokarmowy. [w:] *Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia*. Czapski J, Górecka D (red). U.P, Poznań 2014: 100-113.
16. Komolka P, Górecka D. Wpływ obróbki termicznej warzyw kapustnych na zawartość błonnika pokarmowego. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2012, 2(81): 68-76.

17. Baca E, Skibiniewska K, Baranowski K i wsp. Wpływ warunków technologicznych produkcji chleba pszennego na stopień rozkładu kwasów fitynowych. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2009, 4(65): 122-132.
18. Sikorski ZE. *Chemia Żywności. Tom 2. Sacharydy, lipidy i białka*. WNT, Warszawa 2013.
19. Pyrcz J, Kowalski R, Bilaska A, Uchman W. Hydrokoloidy – substancje kształtujące teksturę przetworów mięsnych. [w:] *Substancje dodatkowe w przetwórstwie mięsa. Prozdrowotne dodatki stosowane w przetwórstwie mięsa*. Uchman W (red). UP, Poznań 2008: 296-308.
20. Anderson JW, Baird P, Davis Jr. RH, et al. Health benefits of dietary fiber. *Nutr Rev* 2009, 67(4): 188-205.
21. Gibiński M, Gumul D, Korus J. Prozdrowotne właściwości owsa i produktów owsianych. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2005, 4(45): 49-60.
22. Ötles S, Ozgoz S. Health effects of dietary fiber. *Acta Sci Pol Technol Aliment* 2014, 13(2): 191-202.
23. Dietary fibre. [in:] *Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand. Including Recommended Dietary Intakes*. NHMRC, Australia 2005: 45-49.
24. Satoh H. Role of dietary fiber in formation and prevention of small intestinal ulcers induced by nonsteroidal anti-inflammatory drug. *Curr Pharm Design* 2010, 10: 1209-1213.
25. Weickert MO, Pfeiffer AFH. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. *J Nutr* 2008, 138: 439-442.
26. Biswas AK, Kumar V, Bhosle S, et al. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. *Int J Livest Prod* 2011, 2(4): 45-54.
27. Bodner JM, Sieg J. Fiber. [in:] *Ingredients in Meat Products. Properties, Functionality and Applications*. Tarté R (ed). *Food Sci Nutr* 2009: 83-109.
28. Cegiełka A. Zastosowanie olejów roślinnych i preparatów błonnikowych do produkcji burgerów z mięsa kurcząt. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2012, 3(82): 88-100.
29. Dolata W, Piotrowska E, Makała H i wsp. Wpływ częściowego zastąpienia tłuszczu błonnikiem ziemniaczanym na kształtowanie, jakości farszów i drobno rozdrobnionych produktów mięsnych. *Acta Sci Pol Technol Aliment* 2002, 1(2): 5-12.
30. Borowski J, Borowska EJ. Hydrokoloidy roślinne i mikrobiologiczne – technologiczne i żywieniowe aspekty ich stosowania (2). *PFiOW* 2005, 3: 38-40.
31. Verna AK, Banerjee R. Dietary fibre as functional ingredient in meat products: a novel approach for healthy living – a review. *J Food Sci Technol* 2010, 47(3): 247-257.
32. Borowy T, Kubiak MS. Hydrokoloidy stosowane w przetwórstwie mięsnym. *Ogolnopol Infrom Mas* 2014, 8: 46-56.
33. Borowy T. Zamienniki tłuszczu stosowane w przemyśle mięsnym. *Ogolnopol Inform Mas* 2014, 8: 64-80.
34. Kowalski R, Malczak-Solińska J. Karageny – substancje kształtujące teksturę przetworów mięsnych. *Gosp Mięś* 2009, 61(4): 30-31.
35. Wajdzik J. Hydrokoloidy jako dodatki funkcjonalne stosowane w przetwórstwie mięsnym. *Przem Spoż Gastron* 2009, 8: 28-35.
36. Waszkiewicz-Robak B, Świdorski F. Hydrokoloidy pochodzenia roślinnego jako zamienniki żelatyny. *Bezp Żywn* 2001, 1: 31-37.
37. Bastianello Campagnol PC, Alves dos Santos B, Wagner R, et al. The effect of soy fiber addition on the quality of fermented sausages at low-fat content. *J Food Qual* 2013, 36: 41-50.