

Wpływ wybranych technik obróbki żywności stosowanych w technologii gastronomicznej na jej wartość odżywczą i bezpieczeństwo zdrowotne w kontekście epidemii niezakaźnych chorób przewlekłych

Effect of selected food processing techniques used in gastronomic technology on the nutritional value and health safety of food in the context of non-communicable chronic disease epidemics

BOGDAN SZPONAR, MICHAŁ SKRZYPEK, RENATA KRZYSZYCHA, AGNIESZKA MARZEC

Zakład Dietetyki Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Przedmiotem artykułu są wybrane zagadnienia dotyczące prozdrowotnego oraz antyzdrowotnego potencjału technik obróbki żywności stosowanych w technologii gastronomicznej, który można wykorzystać w prewencji niezakaźnych chorób przewlekłych (NCD). Przeanalizowano m.in. wpływ technik kulinarnych na potencjał antyoksydacyjny żywności i zawartość heterocyklicznych amin aromatycznych. Przedmiotem analizy była także rola technik kulinarnych w generowaniu dodatniego bilansu energetycznego, a także możliwości ich zastosowań w planowaniu żywienia cechującego się niskim indeksem glikemicznym. Opracowanie nawiązuje do tezy, że technologia gastronomiczna oraz sztuka kulinarna jako obszar działalności praktycznej powinna opierać się na postępach wiedzy nie tylko z zakresu nauk o żywności i żywieniu, ale także nauk medycznych, w tym ich aspekcie, który dotyczy etiopatogenezy NCD. Rozwijane w artykule podejście poszerza funkcjonalność technologii gastronomicznej w taki sposób, aby umożliwiała ona nie tylko reagowanie na potrzeby estetyczne konsumentów, ale także realizację celów istotnych z perspektywy zdrowia publicznego.

Słowa kluczowe: sztuka kulinarna, techniki obróbki żywności, technologia gastronomiczna, niezakaźne choroby przewlekłe, prewencja

The article examines selected issues concerning the pro-health and anti-health potential of food processing techniques, as used in gastronomic technology, that could be used to prevent non-communicable chronic diseases (NCD). Among other things analyzed was the effect of culinary techniques on the antioxidant potential of food and the content of heterocyclic aromatic amines and other toxic substances. Another issue analyzed was the role of culinary techniques in generating a positive energy balance, as well as the possibilities for their application in planning nutrition with a low glycemic index as part of NCD prevention. The study refers to the thesis that gastronomic technology and the culinary arts as a field of practical activity should be based on our increasing knowledge not only in food and nutrition science but also in medical science including that aspect, which concerns the etiopathogenesis of NCD. The approach developed in the article extends the functions of gastronomic technology so that it may not only respond to the aesthetic needs of consumers but also achieve goals that are essential in terms of public health.

Key words: culinary art, food processing techniques, gastronomic technology, non-communicable chronic diseases, prevention

© Probl Hig Epidemiol 2018, 99(4): 318-326

www.phie.pl

Nadesłano: 19.07.2018

Zakwalifikowano do druku: 20.10.2018

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr farm. Agnieszka Marzec
Zakład Dietetyki Klinicznej, Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny w Lublinie
ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin
tel. 660 40 36 33, e-mail: agnieszka.marzec@umlub.pl

Niniejsze opracowanie odwołuje się do tez Virginii Navarro i wsp., których zdaniem współczesna technologia gastronomiczna, jako obszar działalności praktycznej powinna odwoływać się do stanu wiedzy naukowej, zarówno z zakresu nauk o żywności i żywieniu, jak i nauk medycznych [1]. W nawiązaniu do cytowanego stwierdzenia w opracowaniu zwraca się uwagę na znaczenie technologii gastronomicznej jako obszaru praktycznego działania, lokującego się na styku nauk o żywności i żywieniu, dietetyki

i zdrowia publicznego, w którym możliwe jest podejmowanie działań prewencyjnych dotyczących ryzyka niezakaźnych chorób przewlekłych (*non-communicable chronic diseases* – NCD). Rozwijanie zaproponowanej przez Navarro i wsp. [1] koncepcji technologii gastronomicznej opartej na nauce pozwala poszerzyć jej funkcjonalność w taki sposób, aby nie tylko odpowiadała na potrzeby estetyczne konsumentów, ale także umożliwiała osiąganie celów istotnych z perspektywy zdrowia publicznego. Zgadza się ze stanowiskiem

Navarro i wsp., że „sztuka kulinarna oparta na nauce (*science-based cooking*) może znacząco przyczynić się do zapewniania dostępu do określonych składników odżywczych oraz innych komponentów żywności, generujących prozdrowotną funkcjonalność żywności” [1]. Celem opracowania jest analiza prozdrowotnego oraz antyzdrowotnego potencjału technik obróbki żywności stosowanych w technologii gastronomicznej w kontekście etiopatogenezy najważniejszych NCD ze zwróceniem uwagi na możliwe zastosowania w obszarze prewencji. Wyszczególnione zostaną wybrane zagadnienia z tego zakresu, dotyczące m.in. wpływu technologii gastronomicznych na potencjał antyoksydacyjny żywności, ich roli w zapoczątkowaniu i podtrzymywaniu dodatniego bilansu energetycznego, będącego podstawową przyczyną otyłości, wpływu na zawartość heterocyklicznych amin aromatycznych, a także roli w przygotowywaniu żywności o niskich indeksach glikemicznych itp.

Podjęcie analizy o takim profilu uzasadnia aktualna sytuacja epidemiologiczna w zakresie NCD. Z powodu tego typu chorób w 2015 r. w skali globu zmarło 40 mln ludzi (co stanowi ok. 70% spośród 56 mln wszystkich zgonów na świecie), przy czym ok. 48% zgonów spowodowanych przez NCD w tymże roku w krajach o niskim i średnim poziomie dochodu były to zgony przedwczesne u osób przed 70 r.ż. W oficjalnym stanowisku WHO zwraca uwagę, że w etiopatogenezie wiodących przyczyn umieralności w skali świata, tj. chorób serca i naczyń, udaru mózgu, chorób nowotworowych oraz cukrzycy, podstawową rolę odgrywają style życia ludzi, w tym style żywienia. Implikuje to stale w dużym stopniu niewykorzystany potencjał prewencji NCD. W świetle danych WHO ok. 80% przedwczesnych zgonów z tych przyczyn można potencjalnie uniknąć w sytuacji skutecznej modyfikacji zachowań, w tym żywieniowych, determinujących poziom ryzyka NCD [2].

Wyzwania dla technologii gastronomicznej związane z transformacją systemową w Polsce po 1990 r.

W pierwszym etapie analizy zwrócimy uwagę na nowe wyzwania w obszarze technologii gastronomicznej, które związane są ze skutkami transformacji systemowej w Polsce. Przemiany gospodarcze, ekonomiczne i społeczne w Polsce lat 90. XX w. otworzyły dostęp do nowych, dotąd nieznanych lub trudno dostępnych artykułów żywieniowych, a także do nowych technik kulinarnych. Tradycyjne potrawy kuchni polskiej zaczęły być postrzegane przez konsumentów jako ciężkie, tłuste, słone lub nadmiernie słodkie i pracochłonne i ustąpiły miejsca żywności wygodnej, smacznej i szybkiej w przygotowaniu, a więc spełniającej wymogi współczesnego konsumenta [3]. W odpowiedzi na te

wymagania globalne konsumenci spożywcze, z pomocą technologów żywności, opracowały i wprowadziły na rynek szeroki asortyment produktów charakteryzujących się długim terminem przydatności do spożycia i łatwością przygotowania. Spełnienie tych wymagań możliwe było dzięki zastosowaniu szeregu dodatków do żywności i prostych technik kulinarnych, takich jak smażenie czy ogrzewanie mikrofalowe. Także przemysł gastronomiczny w celu sprostania rosnącym wymaganiom konsumentów, zaczął poszukiwać nowych surowców, technik i dodatków, zarezerwowanych dotychczas głównie dla przemysłu spożywczego, dających nieznaną dotąd wrażenia sensoryczne (*food hunting*). Popularność zyskały innowacyjne techniki kulinarne, w tym m.in. kuchnia molekularna, mająca się odróżniać wykorzystaniem wiedzy naukowej do przygotowywania potraw, technika *note by note*, którą można zdefiniować jako użycie czystych związków chemicznych lub ich mieszanin do produkcji potraw, *food-pairing* – metoda polegająca na łączeniu produktów w potrawy, tworzące efektowną kulinarnie całość w efekcie połączenia podobnych związków chemicznych, występujących w różnych często nie pasujących do siebie z pozoru produktach, czy styl *food play*, łączący wymienione techniki. Trendy te można interpretować jako wyraz poszukiwania nowych sposobów przygotowania i form żywności, ale również próbę sprostania coraz większym wymaganiom konsumentów [4].

Technologia gastronomiczna a antyoksydacyjny potencjał żywności

Zasady racjonalnego gospodarowania żywnością dotyczą m.in. zachowań konsumentów podczas przygotowania posiłków w warunkach gospodarstwa domowego. Jest to ostatni etap tzw. łańcucha żywnościowego, w ramach którego należy przestrzegać warunków właściwego przetwarzania żywności, dążąc nie tylko do uzyskania pożądaných cech sensorycznych posiłku, ale także zachowania wszystkich niezbędnych składników odżywczych. Przetwarzanie żywności jest procesem, na który zwykle składają się: obróbka wstępna, obejmująca czyszczenie, płukanie i krojenie oraz obróbka zasadnicza, związana z termicznym przetwarzaniem żywności. Czynności podejmowane w procesie przetwarzania żywności mają na celu eliminację niepożądanych zanieczyszczeń, drobnoustrojów, składników nieodżywczych, inaktywację enzymów, zwiększenie strawności i przyswajalności składników odżywczych, poprawę struktury, konsystencji i nadanie odpowiednich cech organoleptycznych. Z drugiej jednak strony zastosowanie tych zabiegów gastronomicznych może wpływać niszcząco na składniki prozdrowotne, wywołując ich straty na każdym etapie przetwarzania [5].

Procesy kulinarne wpływają m.in. na zmiany zawartości związków bioaktywnych w żywności oraz ich aktywność przeciwutleniającą [6]. Związki biologicznie czynne występujące w żywności, takie jak polifenole, wit. C i karotenoidy determinują antyoksydacyjny potencjał żywności, który stanowi ochronę przed działaniem nadmiernej liczby wolnych rodników nagromadzonych w wyniku stresu oksydacyjnego i ma znaczenie w patogenezie NCD [7]. Największą wrażliwość na warunki generowane w procesach technologicznych i kulinarnych, spośród wszystkich składników odżywczych, wykazują witaminy. Najbardziej wrażliwe na działanie temperatury, enzymów, tlenu i pH środowiska są witaminy: C, z grupy B i kwas foliowy. Straty tych witamin zwiększa ich dobra rozpuszczalność w wodzie i przechodzenie do wywarów [8]. Z kolei flawonoidy, stanowiące największą grupę substancji przeciwutleniających, dostarczane do organizmu wraz z produktami pochodzenia roślinnego, pełnią ochronną funkcję względem wit. C i E, a poprzez właściwości chelatowania żelaza i miedzi, chronią organizm przed stresem oksydacyjnym. Zmniejszają one ryzyko zachorowania na choroby cywilizacyjne, a także zapobiegają peroksydacji lipidów i uszkodzeniu enzymów odpowiedzialnych za poziom glutationu w komórkach [9]. Należy podkreślić, że operacje przygotowywania warzyw i owoców do przetwarzania (usuwanie skórki, krojenie, mielenie itp.) indukują procesy enzymatyczne obniżające zawartość naturalnych antyoksydantów, a procesy technologiczne takie, jak: blanszowanie, gotowanie, pasteryzacja, sterylizacja czy suszenie powodują ich degradację, co znacząco obniża wartość aktywności antyoksydacyjnej produktów owocowo-warzywnych. Badania wskazują np., że klarowanie soku jabłkowego znacznie obniża jego właściwości antyoksydacyjne, a mętne soki jabłkowe zawierają znacznie więcej naturalnych antyoksydantów niż klarowane [10]. Szacuje się, że obróbka wstępna (obieranie, cięcie czy rozdrabnianie) obniża potencjał przeciwutleniający materiału roślinnego o 20-60% w stosunku do surowca wyjściowego, m.in. z powodu działania polifenolooksydazy. Podobnie przemiał zbóż powoduje spadek aktywności przeciwutleniającej końcowego produktu. Z kolei blanszowanie surowców roślinnych z jednej strony powoduje wymywanie różnych składników, z drugiej zaś wpływa na inaktywację enzymów odpowiedzialnych za utlenianie enzymatyczne występujących w owocach i warzywach naturalnych przeciwutleniaczy. Warzywa i owoce poddane blanszowaniu zachowują w większym stopniu swoją aktywność przeciwutleniającą w trakcie przechowywania niż surowce nieblanszowane. W przypadku karotenoidów, a zwłaszcza likopenu i β -karotenu, nawet wysokotemperaturowe procesy, jak sterylizacja czy gotowanie, nie powodują dużych

strat tych składników, a w związku z tym obniżenia związanej z ich obecnością aktywności przeciwutleniającej. Wysoka termostabilność naturalnych przeciwutleniaczy nie jest jednak cechą często spotykaną. Większość z nich ulega stosunkowo łatwo utlenieniu pod wpływem działania enzymów, tlenu oraz termicznemu rozkładowi w takich procesach, jak: blanszowanie, gotowanie, pasteryzacja, sterylizacja, suszenie czy mrożenie [11]. Alternatywą może być ogrzewanie i blanszowanie mikrofalowe, czy też obróbka termiczna warzyw i owoców zamrożonych, bez ich wcześniejszego rozmrażania [8]. Istotnym czynnikiem degradacyjnym jest również środowisko, np. ogrzewanie produktów roślinnych w wodzie powoduje szybkie przenikanie ciepła do wnętrza tkanek, co z kolei jest przyczyną dłuższego wyeksponowania na ten czynnik całej objętości przetwarzanego produktu, a tym samym dużych strat przeciwutleniaczy. Natomiast w trakcie ogrzewania produktu w powietrzu jego wnętrze ma temperaturę niższą niż powierzchnia, powodując mniejsze straty przeciwutleniaczy, dlatego zalecane jest gotowanie surowców roślinnych na parze [11]. Straty składników żywności zachodzą nie tylko na etapie mechanicznego czy termicznego jej przetwarzania, ale również na skutek zastosowanych dodatków, np. dodatek soli kuchennej wpływa na straty kwasu askorbinowego [8]. Ponadto badania wykazują, że nadmierna podaż soli w diecie wywiera działanie presyjne, a ograniczenie jej spożycia koreluje z mniejszą śmiertelnością z powodu chorób układu sercowo-naczyniowego [12, 13].

Techniki kulinarne a indeks glikemiczny żywności

Rodzaj zastosowanej obróbki technologicznej wpływa na indeks glikemiczny posiłków (*glycemic index* – GI). O wartości GI produktów spożywczych oraz odpowiedzi glikemicznej decyduje szereg czynników, takich jak m.in.: zawartość i wzajemne proporcje glukozy, fruktozy, sacharozy, laktozy i skrobi w produkcie, struktura skrobi (proporcja amylozy do amylopektyny), zastosowane procesy technologiczne (warunkujące stopień żelifikacji skrobi, wielkość jej cząsteczki; ma tu znaczenie także forma i struktura produktu) oraz zawartość innych składników w produkcie (tłuszcz, białko, błonnik pokarmowy, składniki antyodżywcze, kwasy organiczne) [14-16]. Zastosowane techniki gastronomiczne, w tym mielenie, rozdrabnianie i oczyszczanie ziarna niszczy strukturę ścian komórkowych, jednocześnie zwiększając dostępność skrobi dla enzymów trawiennych. Ponadto mniejsza wielkość cząsteczek skrobi spowodowana obróbką technologiczną sprawia, że staje się ona bardziej podatna na działanie enzymów trawiennych. Z tego powodu np. GI ziarna czy otrąb jest znacznie niższy niż płatków

czy mąki. Zmiana postaci produktu ma również wpływ na wartość GI: np. wyższy GI cechuje ziemniaki tłucone, podobnie jak tarte jabłka czy sok jabłkowy w porównaniu do ich całej i nie przetworzonej formy. Proces żelifikacji skrobi podczas obróbki cieplnej w obecności wody zwiększa jej podatność na trawienie przez enzymy amylolityczne. Dlatego wysoki GI mają produkty skrobiowe poddane długotrwałej obróbce termicznej, takie jak rozgotowane ziemniaki czy rozgotowany ryż. Również dojrzewanie, przechowywanie owoców i warzyw wpływa na ich GI: np. GI bananów niedojrzałych jest niższy niż bananów dojrzałych, gdyż w czasie dojrzewania zawarta w nich skrobia ulega rozkładowi do szybko wchłanianej glukozy, co jest powodem wzrostu GI [17]. Należy dodać, że istotnym czynnikiem obniżającym glikemę poposiłkową jest błonnik, którego wysoka zawartość w produkcie spożywczym wpływa znacząco na obniżenie wartości GI [18]. W przemyśle piekarskim rozwijane są technologie mające na celu zmniejszenie zawartości mąki poprzez dodatek skrobi odpornej, tzn. skrobi, która nie poddaje się działaniu enzymów trawiennych co sprawia, iż nie jest ona trawiona i wchłaniana. Fizjologiczne działanie skrobi odpornej podobne jest do działania rozpuszczalnych form błonnika pokarmowego [19], które zwiększają prozdrowotny potencjał produktów zbożowych.

Techniki termicznej obróbki żywności w prewencji NCD

W kuchni domowej dla celów obróbki termicznej żywności najczęściej wykorzystywane jest smażenie, przede wszystkim ze względu na jego szybkość oraz walory organoleptyczne, jakimi cechują się uzyskane w ten sposób produkty. Jest to ponadto technika łatwa do wykonania. Smażenie, podobnie jak każda metoda obróbki termicznej żywności, wywołuje szereg procesów fizycznych, chemicznych i biochemicznych, w wyniku których otrzymuje się produkt o zmienionej wartości odżywczej i jakości sensorycznej. Procesy termiczne zachodzące podczas smażenia z jednej strony dezaktywują enzymy i drobnoustroje obecne w żywności, powodują usunięcie składników nieodżywczych, z drugiej strony zwiększają strawność i przyswajalność składników odżywczych, poprawiają strukturę i konsystencję surowca [5]. Zmiany zachodzące w żywności w trakcie procesu smażenia można podzielić na następujące etapy:

- kleikowanie skrobi znajdującej się na powierzchni surowca z jednoczesnym odparowywaniem warstwy wody znajdującej się w zewnętrznych częściach produktu. Powstająca para wodna zapobiega zbijaniu się smażonych cząstek w duże konglomeraty i zapobiega wnikaniu oleju do wnętrza surowca. Temperatura wewnątrz produktu nie przekracza temperatury wrzenia wody;

- twardnienie produktu: na skutek procesu dehydratacji następuje odparowywanie wody powierzchniowej oraz tej znajdującej się w głębszych warstwach produktu, która uwalnia się w postaci pary tworzącej sieć kanalików w produkcie;
- wzmocnienie powierzchni: na skutek dalszej dehydratacji warstw wewnętrznych następuje wytworzenie się cienkiej i kruchej warstwy zewnętrznej;
- obniżanie zawartości wody: ciepło docierające w coraz głębsze warstwy produktu powoduje odparowywanie wody znajdującej się wewnątrz;
- koniec smażenia: temperatura warstwy zewnętrznej smażonego produktu szybko wzrasta do temperatury oleju, niska wilgotność i wysoka temperatura sprzyjają tworzeniu charakterystycznego aromatu i skórki. Pod koniec smażenia wzrasta zawartość tłuszczu w produkcie, a jego ilość jest większa w zewnętrznych warstwach produktu;
- zwiększanie zawartości tłuszczu – poprzez sieć kanalików w produkcie wytworzonych przez parę wodną tłuszcz powierzchniowy zaczyna wnikać do środka produktu [20].

Ilość tłuszczu wchłoniętego przez produkt, decydującego w dużym stopniu o jego kaloryczności, zależy głównie od stosunku jego powierzchni zewnętrznej do wnętrza. Produkty o bardzo rozwiniętej powierzchni zewnętrznej, takie jak chipsy czy kotlety, pochłaniają do 40% tłuszczu, podczas gdy produkty o małej powierzchni, takie jak frytki, chłoną do 25% tłuszczu [21]. Warty podkreślenia sposobem ograniczenia spożycia energii w przypadku frytek jest zmiana sposobu przygotowania tej potrawy. Kaloryczność tradycyjnych frytek przygotowywanych metodą smażenia w oleju wynosi 330 kcal/100 g produktu gotowego, podczas gdy produkt przeznaczony do przygotowania w piekarniku ma kaloryczność 210 kcal/100 g produktu gotowego do spożycia.

Wadą tradycyjnego procesu smażenia prowadzonego w głębokiej warstwie tłuszczu jest nadmierna dehydratacja produktu, wskutek czego staje się twardy i przesiąknięty tłuszczem smaźalniczym, co znacznie zwiększa jego wartość energetyczną i czyni go ciężkostrawnym. Rozwiązaniem problemu może okazać się smażenie we frytkownicach ciśnieniowych, które dzięki swojej konstrukcji ograniczają dehydratację produktu i nadmierne nasiąkanie tłuszczem. Produkty przygotowane w urządzeniach tego typu charakteryzują się niższą kalorycznością oraz lepszymi walorami sensorycznymi w porównaniu do tradycyjnych metod smażenia. Uzyskanie produktu o podobnych walorach sensorycznych, lecz znacznie mniejszej kaloryczności możliwe jest także dzięki zastosowaniu techniki *so-us-vide* połączonej z obsmażaniem lub grillowaniem. Dzięki gotowaniu w szczelnie zamkniętym opakowa-

niu potrawy zachowują swój naturalny aromat, a proces delikatnego obsmażania nadaje im charakter potraw smażonych, nie zmieniając istotnie ich kaloryczności.

Należy także pamiętać, że smażenie, to technika kulinarna, która niewłaściwie wykorzystywana może przynieść więcej szkód niż korzyści. Tłuszcze są stosunkowo nietrwałymi składnikami żywności i szybko ulegają przemianom chemicznym, zarówno podczas przechowywania, jak i wykorzystywania. Końcowe produkty przemiany tłuszczów odznaczają się negatywnym oddziaływaniem na przygotowywane produkty i potrawy oraz na zdrowie konsumenta. Podczas przechowywania tłuszczów na skutek działania enzymów zwanych lipazami, zawartych w surowcach roślinnych, może dochodzić do hydrolizy i powstawania wolnych kwasów tłuszczowych, które z żywieniowego punktu widzenia nie są niebezpieczne, lecz mogą obniżać jakość sensoryczną żywności, powodując tzw. jęczenie hydrolityczne. Zmiana barwy, smaku i zapachu może być również konsekwencją utleniania kwasów tłuszczowych pod wpływem enzymów zwanych lipooksygenazami [22].

Do prawidłowego przeprowadzenia procesu smażenia konieczny jest odpowiedni dobór tłuszczu smażalniczego i jego dostosowanie do potrawy. Przydatność tłuszczu do smażenia określa się na podstawie temperatury dymienia tłuszczu. Im wyższa temperatura dymienia, tym tłuszcz jest bardziej przydatny do smażenia [23]. W trakcie długotrwałego ogrzewania tłuszczu i działania czynników takich, jak wysoka temperatura, tlen atmosferyczny czy woda zawarta w smażonym produkcie, dochodzi do stopniowego rozpadu tłuszczu z wydzieleniem się związków lotnych (jak akroleina) i nielotnych (jak hydroksynadtlenki czy akryloamid). Związki te pogarszają jakość sensoryczną produktów smażonych i są toksyczne dla organizmu ludzkiego [24]. Warunkiem koniecznym do tworzenia się akryloamidu jest niska zawartość wody w środowisku (<5%), wysoka temperatura (>120°C) i obecność prekursorów akryloamidu, tj. asparaginy i cukrów redukujących [25]. Ze względu na to, że akryloamid uszkadza łańcuch DNA, związek ten uznawany jest za czynnik genotoksyczny i mutagenny. Wyniki badań przeprowadzonych z udziałem zwierząt doświadczalnych wykazały, że akryloamid uczestniczy w patogenezie nowotworów takich narządów, jak: tarczycy, jądra, płuca czy skóra [26]. Bezpieczna dzienna dawka akryloamidu została ustalona na 1 µg/kg masy ciała. Jego zawartość w produktach spożywczych waha się w szerokich granicach. Dla przykładu zawartość akryloamidu w wybranych grupach produktów spożywczych (n=224) pobranych losowo z rynku na terenie całej Polski wynosiła [za 27]:

Grupa produktów	Zawartość akryloamidu (µg/kg)
chipsy ziemniaczane	904
frytki smażone (z gastronomii)	313
frytki smażone (z półproduktów w domu)	827
płatki owsiane	23
płatki kukurydziane	223
chrupki kukurydziane	188
pieczywo świeże	69
pieczywo chrupkie	430
ciasteczka	198
paluszki	344
krakersy	859
kawa (napar)	8

Z powyższych danych można wywnioskować, że jako marker zawartości akryloamidu w żywności można traktować jej barwę (zawartość tej substancji rośnie wraz z ciemnieniem barwy).

Skuteczną strategią ochrony konsumentów przed szkodliwym działaniem akryloamidu jest stopniowa redukcja jego zawartości w wyrobach spożywczych na drodze modyfikacji parametrów procesu produkcyjnego, polegającej na zmianie rodzaju tłuszczu wykorzystywanego w procesach obróbki kulinarnej [27]. Niestety zmiana taka wpływa na jakość i atrakcyjność otrzymywanej żywności. Biorąc pod uwagę cechy sensoryczne, żywność, do obróbki której wykorzystywany był tłuszcz z wysoką zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych (produkty smażone, pieczone lub wyroby cukiernicze), określane są przez konsumentów jako smaczniejsze. Należy także dodać, że tłuszcze zwierzęce charakteryzują się wysoką zawartością cholesterolu i nasyconych kwasów tłuszczowych, które poprzez wzrost stężenia cholesterolu frakcji LDL w surowicy krwi, uczestniczą w etiopatogenezie chorób układu krążenia [28]. Z tego względu do smażenia zaleca się stosowanie utwardzonych tłuszczów roślinnych. Uwodornienie tłuszczów roślinnych polega na wysyceniu wiązań nienasyconych kwasów tłuszczowych, co w rezultacie czyni je bardziej stabilnymi termicznie. Niestety w trakcie uwodorniania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych powstają izomery *trans* (*Trans Fatty Acids* – TFA) o udowodnionej roli patogenetycznej w odniesieniu do NCD [29, 30]. Naturalnym źródłem kwasów tłuszczowych w izomerii *trans* są produkty mleczarskie i mięsne, jednak wyniki wielu badań wskazują, że naturalne TFA z rodziny n-7 (kwas wakcenyowy, palmityloelaidynowy i linoleoelaidynowy) obecne w tłuszczu mlekowym i tłuszczu przeżuwaczy, nie wykazują związku z miażdżycą tętnic wieńcowych [29].

Z perspektywy prewencji otyłości warto także zwrócić uwagę na możliwości obniżenia kaloryczności posiłków na drodze obniżenia zawartości tłuszczów na

etapie receptur czy obróbki technologicznej. Można to uzyskać, np. poprzez zastąpienie tradycyjnego smażenia – smażeniem beztłuszczowym lub pieczeniem, czy też zastosowanie substancji barierowych, które ograniczają wchłanianie tłuszczu przez produkt [19], np. 3% dodatek specjalnie preparowanej celulozy do pączków redukuje o 21% zawartość tłuszczu w produkcie końcowym [31]. Każdy z wymienionych sposobów może być wykorzystany zarówno w przemyśle, jak i podczas przyrządzania posiłków w warunkach domowych [19]. Poniżej zestawiono potencjalne zanieczyszczenia i toksyczne składniki żywności, powstające w efekcie zastosowania różnych technik kulinarnych [za 27]:

Zanieczyszczenia /substancje toksyczne	Potencjalnie skażone grupy żywności
akryloamid	produkty spożywcze zawierające węglowodany /asparaginę np. produkty ziemniaczane, pieczywo, kawa, kakao poddane obróbce termicznej w wysokiej temperaturze
3-monochloropropano-1,2-diol (3-MCPD)	produkty hydrolizy białek (np. przyprawa do zup, sos sojowy, sery, pieczywo)
heterocykliczne aminy aromatyczne	smażone produkty mięsne
furan	produkty spożywcze bogate w węglowodany np. soki warzywne, produkty sojowe, warzywa konserwowe, kawa poddane intensywnej obróbce termicznej
wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	grillowane/wędzone pełnotłuste produkty mięsne, ryby wędzone
nitrozoaminy	żywność zawierająca azotany/azotyny, np. mięso i jego produkty, sery produkty rybne, do których dodano je jako konserwanty w procesie technologicznym jak również. jaja, warzywa, do których przedostały się one z nawozów i pestycydów
kwasy tłuszczowe <i>trans</i> i akroleina	żywność napromieniowana (przygotowywana w kuchence mikrofalowej), produkty smażone np. frytki
karbaminian etylu	żywność fermentowana lub napoje wytworzone w drodze fermentacji alkoholowej, np. wina, wódki

Mięso i jego przetwory należą do produktów, które z racji niskiej czasochłonności procesu przygotowania do konsumpcji cieszą się dużą popularnością wśród osób o niskich umiejętnościach kulinarnych. Najbardziej popularne i dające najintensywniejsze walory smakowe są metody obróbki wysokotemperaturowej. Niestety wraz ze wzrostem temperatury obróbki termicznej, wrasta w mięsie zawartość heterocyklicznych amin aromatycznych. Są to związki o działaniu mutagennym, powstające w produktach spożywczych podczas obróbki termicznej. Międzynarodowa Agencja ds. Badań nad Rakiem (*International Agency for Research on Cancer* – IARC), jako substancje możliwie rakotwórcze dla człowieka zakwalifikowała: 2-amino-3,4-dimetyloimidazo[4,5f]chinolinę (MeIQ), 2-amino-3,4-dimetyloimidazo[4,5f]chinoksalinę (MeIQx) oraz

2-amino-1-metylo-6-fenylimidazo[4,5-b]pirydynę (PhIP), natomiast 2-amino-3-metyloimidazo[4,5-f]chinolinę (IQ), jako substancję prawdopodobnie rakotwórczą. W związku z powyższym wydano zalecanie ograniczenia ich spożycia. W 2004 r. w dokumentach Narodowego Programu Toksykologicznego w USA (*US National Toxicology Program* – NTP) związki PhIP, IQ, MeIQ, MeIQx zostały wyszczególnione jako substancje rakotwórcze dla ludzi [32].

Poniższe zestawienie prezentuje powstawanie kancerogennych heterocyklicznych amin aromatycznych [ng/g świeżej masy] w różnych rodzajach mięsa w zależności od zastosowanej techniki obróbki kulinarnej [za 32]:

Produkt	Temp [°C]	Czas [min]	MeIQ	4,8 MeIQx	PhIP	IQ
mikrofalowanie						
becon		3	<0,2	<0,2	<0,2-3,1	<0,2
gotowanie						
pierś kurczęcia	100	3			niewykrywalne	
głębokie smażenie						
pierś z kurczęcia	160	11		śladowe	śladowe	
smażenie na patelni						
stek wołowy	190-230	10-15			niewykrywalne-1,09	
kiełbasa wieprzowa	160	6	0,2	0,2	0,1	0,1
pieczenie w piekarniku						
wołowina	175-185	4-24				
grillowanie						
becon	230	15		0,94	4,97	0,42
kiełbasa wieprzowa	200-240	7-12				
stek barani	175-200	11	<0,04	1,8	5,8	<0,04

Świadomość zagrożeń wynikających z przygotowywania potraw mięsnych w warunkach wysokotemperaturowych skłoniła naukowców do poszukiwania inhibitorów tworzenia się heterocyklicznych amin w żywności. Mając na uwadze mechanizm powstawiania amin zaproponowali oni użycie przeciwutleniaczy syntetycznych, jednak wyniki badań nie przyniosły zakładanych rezultatów [32]. Badania przeprowadzone przez Fei Lu i wsp. dowodzą natomiast, że 0,5% dodatek przypraw takich, jak: czosnek, cebula, czerwone chili, papryka, imbir i czarny pieprz, zmniejsza tworzenie się wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) i amin heterocyklicznych w klopsikach wołowych i drobiowych smażonych w temp. 180°C. Spośród wymienionych przypraw proszek imbirowy wykazuje najwyższą skuteczność hamowania tworzenia się związków rakotwórczych [33]. Dodajmy, że w świetle najnowszych dowodów prawdopodobnie zasadne jest preferencyjne traktowanie drobiu i ryb w stosunku do przetworzonych

produktów mięsnych i stosowanie głównie metody gotowania czerwonego mięsa w niższej temperaturze, aby zminimalizować produkcję produktów mutagenicznych pirolizy [34].

Dyskutując zagadnienia termicznej obróbki żywności należy także zwrócić uwagę na wpływ poszczególnych technik kulinarnych na zmiany wartości odżywczej żywności. Techniki kulinarne wykorzystywane przy obróbce termicznej żywności mają za zadanie nadanie żywności odpowiednich cech organoleptycznych, poprawę struktury i konsystencji, zwiększenie strawności i przyswajalności zawartych w niej składników. Niestety obróbka termiczna powoduje także powstawanie strat składników odżywczych (tabela poniżej) [35].

Wybrane zagadnienia technologii mięsa z perspektywy wyzwań zdrowia publicznego

Wzrost popytu na mięso wieprzowe i drobiowe spowodował zmianę sposobu hodowli zwierząt. Nowoczesna intensywna hodowla zwierząt, charakteryzująca się wysoką wydajnością uzysku mięsa i dużym zagęszczeniem zwierząt, wiązała się z ich dużą wrażliwością na różnego rodzaju choroby. Wprowadzenie antybiotyków jako profilaktycznych dodatków paszowych, stanowiło próbę zabezpieczenia zwierząt gospodarskich przed zaburzeniami równowagi mikrobiologicznej w ich przewodzie pokarmowym. Dodanie antybiotyków do pasz, obok głównego zadania, jakim

była eliminacja przewlekłych zakażeń jelitowych, wpłynęło również na wzrost efektywności produkcji poprzez zwiększenie wykorzystania paszy, a tym samym szybszy przyrost masy zwierzęcia. Przyrosty masy ciała sięgające 28%, lepsze wykorzystanie paszy (0,8-7,6%), mniejsza emisja metanu i amoniaku oraz lepsze wykorzystanie fosforu sprawiły, iż dodatki te znalazły nowe zastosowanie jako tzw. antybiotykowe stymulatory wzrostu [36]. Nadmierne i często nieuzasadnione stosowanie antybiotyków stało się przyczyną powstania zjawiska lekooporności i wzrastającej liczby drobnoustrojów odpornych na antybiotyki. Ubocznym efektem stosowania antybiotyków, ważnym z perspektywy zdrowia publicznego, okazało się występowanie ich pozostałości w surowcach i produktach pochodzenia zwierzęcego.

Podsumowanie

Wyzwaniem dla współczesnej sztuki kulinarnej oraz technologii gastronomicznej jest wypracowanie i aplikowanie w praktyce podejść będących syntezą wymogów nowoczesnej sztuki kulinarnej, odpowiadających na zapotrzebowania konsumentów natury estetycznej, oraz zasad prewencji NCD. W artykule wskazano możliwości modelowania technologii gastronomicznej w sposób pozwalający na wzmocnienie i wykorzystanie ich potencjału prozdrowotnego oraz minimalizację potencjału antyzdrowotnego. Jest to kwestia istotna, gdyż technologia gastronomiczna jest

obróbka termiczna	Ilościowe straty masowe					
	gotowanie	duszenie	smażenie	pieczenie w temp.		
ubytki (w %)	25-52	30-40	35-45	150-175°C 20-30	175-235°C 30-50	
Wielkość strat składników odżywczych						
niewielkie straty	długie gotowanie	długie smażenie wit. B ₂	odlewianie wywaru białko, węglowodany	przechowywanie w ciepłe wit. A		
duże straty	wit. B ₁	białko, wit. B ₁ , C		wit. B ₁ , wit. C		
bardzo duże straty	wit. C	tluszcz, wit. A	składniki mineralne, wit. B ₁ , B ₂ , C			
Ubytki zawartości witamin i składników mineralnych w procesie smażenia (mg/100 g mięsa)						
Rodzaj elementu	Fe	Zn	Cu	Tiamina	Ryboflawina	Niacyna
surowe						
połędwica	1,93	4,09	0,07	0,02	0,12	5,0
rostbef	1,95	4,75	0,05	0,05	0,1	5,5
zrazowa górna	1,91	3,94	0,04	0,08	0,09	6,5
skrzydło	1,8	4,29	0,05	0,01	0,12	5,0
smażone						
połędwica	1,80	3,44	0,05		0,04	1,92
rostbef	2,08	3,86	0,05		0,06	1,98
zrazowa górna	1,72	3,32	0,04		0,03	2,52
skrzydło	2,10	4,38	0,06		0,02	1,80
Ubytki zawartości składników bioaktywnych (mg/100 g mięsa)						
mięsień najdłuższy grzbietu	tauryna	karnozyna	koenzym Q10	kreatyna	kreatynina	
surowy	51,0	433,0	1,44	383,5	6,15	
grillowany	24,5	321,0	1,21	310,6	3,25	

integralnym elementem continuum drogi żywności od producenta do konsumenta (*'food chain continuum'*), obejmującego jej wstępne opracowanie, przechowanie, transport, handel oraz przygotowanie do spożycia [37]. Prawidłowe działania na tych etapach warunkują nie tylko jakość żywności i jej bezpieczeństwo, cechy organoleptyczne, ale także wartość odżywczą i jej wpływ na zdrowie. Osiąganiu celów zdrowia publicznego służy optymalizacja wszystkich elementów

'food chain continuum', z uwzględnieniem technologii gastronomicznej wykorzystywanej w fazie przygotowania żywności [37].

Źródło finansowania: Praca nie jest finansowana z żadnego źródła.

Konflikt interesów: Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo / References

1. Navarro V, Serrano G, Lasa D, et al. Cooking and nutritional science: gastronomy goes further. *Int J Gastron Food Sci* 2012, 1(1): 37-45.
2. WHO. Global Health Observatory (GHO). <http://www.who.int/gho/ncd/en/> (14.02.2018).
3. Marzec Z, Marzec A. Cechy żywności a ryzyko nadwagi i otyłości. [w:] *Obesitologia w ujęciu interdyscyplinarnym*. Skrzypek M (red). UM, Lublin 2018: 48-55.
4. Głuchowski A, Czarniecka-Skubina E. Kuchnia modernistyczna w gastronomii. *Zeszyty Naukowe Turystyka i Rekreacja* 2016, 1(17): 193-206
5. Rakowska R, Sadowska A, Batogowska J, Waszkiewicz-Robak B. Wpływ obróbki termicznej na zmiany wartości odżywczej mięsa. *PTPS* 2013, 2: 113-117.
6. Drużyńska B, Stępień K, Piecyk M. Wpływ gotowania i mrożenia na zawartość niektórych składników bioaktywnych i ich aktywność przeciwutleniającą w brokułach. *Bromat Chem Toksykol* 2009, 42(2): 169-176.
7. Różańska D, Regulska-Iłow B, Iłow R. Wpływ wybranych procesów kulinarnych na potencjał antyoksydacyjny i zawartość polifenoli w żywności. *Probl Hig Epidemiol* 2014, 95(2): 215-222.
8. Różańska D, Regulska-Iłow B, Iłow R. Wpływ procesów kulinarnych na zawartość wybranych witamin w żywności. Cz. I. Witamina C i foliany. *Bromat Chem Toksykol* 2013, 46(3): 241-249.
9. Gwóźdź E, Gębczyński P. Prozdrowotne właściwości owoców, warzyw i ich przetworów. *Post Fitoter* 2015, 4(16): 268-271.
10. Czapski J. Wpływ procesów przetwórczych na właściwości antyoksydacyjne owoców i warzyw. *PFIOW* 2007, 11: 8-9.
11. Gumul D, Korus J, Achremowicz B. Wpływ procesów przetwórczych na aktywność przeciwutleniającą surowców pochodzenia roślinnego. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2005, 4(45(suppl)): 41-48.
12. He FJ, MacGregor GA. Salt and sugar: their effects on blood pressure. *Pflugers Arch - Eur J Physiol* 2015, 467(3): 577-586.
13. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur J Prev Cardiol* 2016, 23(11): NP1-NP96.
14. Ostrowska J, Jeznach-Steinhagen A. Czynniki wpływające na wartość indeksu glikemicznego oraz jego zastosowanie w leczeniu dietetycznym cukrzycy. *For Med Rodz* 2016, 10(2): 84-90.
15. Bator E, Mikołajczak J, Piotrowska E i wsp. Wartości indeksów i ładunków glikemicznych wybranych rodzajów wafli zbożowych oraz pieczywa chrupkiego. *Probl Hig Epidemiol* 2014, 95(4): 941-947.
16. Mikołajczak J, Bator E, Bronkowska M. i wsp. Wartości indeksów i ładunków glikemicznych wybranych płatków zbożowych spożywanych z mlekiem. *Rocz PZH* 2012, 63(4): 433-440.
17. Lange E. Zastosowanie indeksu glikemicznego w dietoterapii zespołu metabolicznego. *KOSMOS* 2010, 59(3-4(288-289)): 355-363.
18. Garvey WT, Arathuzik G. Lifestyle Therapy for Diabetes Mellitus. [in:] *Lifestyle Medicine*. Mechanick JI, Kushner RF (eds). Springer International Publishing Switzerland, Cham 2016: 221-243.
19. Nowak D, Nakonieczna M, Gondek E, Jakubczyk E. Analiza możliwości obniżenia wartości energetycznej diety poprzez wykorzystanie produktów niskokalorycznych. [w:] *Wybrane problemy dietoprofilaktyki i dietoterapii chorób przewlekłych*. Gajewska D, Myszkowska-Ryciak J. Polskie Towarzystwo Dietetyki, Warszawa 2016: 39-48.
20. Kita A. Wpływ wybranych parametrów technologicznych na jakość smażonych produktów przekąskowych. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu*, nr 537, rozprawa habilitacyjna nr 240, Wrocław 2006. http://www.dbc.wroc.pl/Content/3292/kita_agnieszka_final.pdf
21. Hoffmann M. Smażenie na czas. *Prz Gastronom* 2004, 11: 10-11.
22. Korczak J. Procesy zachodzące podczas przechowywania tłuszczów. [w:] *Prawda o tłuszczach*. Gawęcki J (red). Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa 1997: 43-48.
23. Krygier K. Właściwości użytkowe rafinowanego oleju rzepakowego. [w:] *Olej rzepakowy – nowy surowiec, nowa prawda*. Krzymański J (red). Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa 2009: 89-92.
24. Kolanowski W. Piekarskie i cukiernicze. „Wytłuszczone” rady i zasady. *Prz Gastronom* 2006, 60(10): 7-8.
25. Dzwolak W. Smażenie, pieczenie i... akryloamid. *Prz Gastronom* 2009, 63(3): 3-4.
26. Orzeł D, Biernat J. Furan i akrylamid w żywności. *Bromat Chem Toksykol* 2011, 44(3): 225-232.
27. Ulrich S, Wolter F. Toksyny powstające w wyniku procesów przetwórczych żywności. [w:] *Wybrane zagadnienia z zakresu toksykologii żywności oraz wpływu pokarmu na farmakoterapię*. Stein J, Gaschott T, Mebs D (eds). Medfarm, Wrocław 2016: 74-100.
28. Langley-Evans S. Stany chorobowe wynikające z niezdrowego odżywiania się i trybu życia. [w:] *Żywność. Wpływ na zdrowie człowieka*. Langley-Evans S (ed). PZWL, Warszawa 2013: 179-215.

29. Cichosz G, Czczot H. Kwasy tłuszczowe izomerii trans w diecie człowieka. *Bromat Chem Toksykol* 2012, 45(2): 181-190.
30. Achremowicz B, Korus J. Potrzeba regulacji zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych w żywności. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2007, 3(52): 5-14.
31. Zychnowska M, Onacik-Gür S, Krygier K. Właściwości i możliwości wykorzystania zamienników tłuszczów dostępnych na rynku. *Probl Hig Epidemiol* 2015, 96(1): 42-50.
32. Majcherczyk J, Surówka K. Heterocykliczne aminy aromatyczne jako zagrożenie chemiczne w produktach mięsnych poddawanych obróbce termicznej. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2015, 22(1): 16-34.
33. Lu F, Kuhnle GK, Cheng Q. The effect of common spices and meat type on the formation of heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in deep-fried meatballs. *Food Control* 2018, 92: 399-411.
34. Johnson IT. The cancer risk related to meat and meat products. *Br Med Bull* 2017, 121(1): 73-81.
35. Rakowska R, Sadowska A, Batogowska J, Waszkiewicz-Robak B. Wpływ obróbki termicznej na zmiany wartości odżywczej mięsa. *PTPS* 2013, 2: 113-117.
36. Przeniosło-Siwczyńska M, Kwiatek K. Dlaczego zakazano stosowania w żywieniu zwierząt antybiotykowych stymulatorów wzrostu? *Życie Wet* 2013, 88(2): 104-108.
37. Hassan-Wassef H. Redesigning dietary education. [in:] *Public policies and measures*. CIHEAM, MediTERRA, Presses de Sciences Po 2012: 399-422.