WIEPRZOWINA
MIĘSEM **BEZPIECZNYM** DLA KONSUMENTÓW

OPRACOWANIE WYNIKÓW
BADAŃ LABORATORYJNYCH

WIEPRZOWINA MIĘSEM BEZPIECZNYM DLA KONSUMENTÓW

Praca zbiorowa pod kierunkiem:

dr. inż. Tadeusza Blicharskiego

Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej „POLSUS”

Opracowana przez zespół Autorów:

Prof. dr hab. n. med. Bolesław Samoliński

Zakład Alergologii i Immunologii Klinicznej SP Centralnego Szpitala Klinicznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Prof. dr hab. Wiesław Przybylski

Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

dr inż. Ewa Poławska

Zakład Doskonalenia Zwierząt, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt Polskiej Akademii Nauk

dr inż. Monika Marcinkowska-Lesiak

Katedra Techniki i Projektowania Żywności, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

dr inż. Dariusz Lisiak

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Oddział Technologii Mięsa i Tłuszczu w Poznaniu

dr inż. Anna Hammermeister

Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej „POLSUS”

mgr inż. Agnieszka Warda

Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej „POLSUS”

KONSULTACJA NAUKOWA:

prof. dr hab. Jarosław Olav Horbańczuk

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt Polskiej Akademii Nauk

Polski Związek Hodowców
i Producentów Trzody Chlewnej „POLSUS”

ul. Ryżowa 90, 02-495 Warszawa
Tel.: 22 882 82 03
Fax: 22 723 00 83

Opracowanie jest dostępne
na stronie internetowej **www.polsus.pl**

Wykorzystując informacje zawarte w opracowaniu, prosimy o podanie źródła.

Nakład:
5000 egzemplarzy

Zdjęcia:
Zbiory „POLSUS”
Fotolia.com

Skład, łamanie, druk:
Studio Graficzne Agnieszki i Grzegorza Głowienka s.c.

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA . . . 6
ZNACZENIE WODY W PRODUKCJI TRZODY CHLEWNEJ, JEJ POTENCJALNE ZANIECZYSZCZENIA I SYSTEM KONTROLI JAKOŚCI WODY W POLSCE . . . 15
SYSTEM KONTROLI JAKOŚCI I POTENCJALNE ZANIECZYSZCZENIA PASZY DLA ZWIERZĄT GOSPODARSKICH W POLSCE . . . 27
System kontroli jakości paszy dla zwierząt gospodarskich w Polsce – Plan Urzędowej Kontroli Pasz . . . 27
Potencjalne zanieczyszczenia pasz . . . 28
ALERGIE POKARMOWE, ALERGIA NA MIĘSO, POTENCJALNE ALERGENY W PASZY DLA ŚWIŃ . . . 41
Alergie pokarmowe . . . 41
Alergia na orzechy . . . 45
Alergeny ryb i owoce morza . . . 46
Alergeny mleka . . . 47
Alergeny jaj . . . 48
Alergeny nasion . . . 49
Alergia na mięso . . . 51
Znakowanie produktów potencjalnie zawierających alergeny . . . 52
WYBRANE ASPEKTY ZAGROŻEŃ ZWIĄZANYCH Z TRANSPORTEM I OBROTEM ZWIERZĘTAMI RZEŹNYMI . . . 55
Ubój i procedury okołoubojowe . . . 64
Badania weterynaryjne i kontrola w zakładach mięsnych . . . 69
BEZPIECZEŃSTWO ORAZ JAKOŚĆ MIĘSA WIEPRZOWEGO W ASPEKCIE DOBORU ODPOWIEDNIEGO SYSTEMU PAKOWANIA ORAZ WARUNKÓW JEGO PRZECHOWYWANIA . . . 73
Systemy pakowania mięsa wieprzowego . . . 73
Wpływ stosowanych systemów pakowania na wybrane wyróżniki jakości i bezpieczeństwa mięsa wieprzowego . . . 76
Wpływ warunków przechowywania na wybrane wyróżniki jakości i bezpieczeństwa mięsa wieprzowego . . . 79
WPŁYW OBRÓBKI KULINARNEJ NA BEZPIECZEŃSTWO ZDROWOTNE POTRAW Z MIĘSA WIEPRZOWEGO . . . 83
Czynniki warunkujące jakość mięsa wieprzowego przeznaczonego na cele kulinarne . . . 84
Wykorzystanie mięsa wieprzowego na cele kulinarne . . . 87
Ogólne zasady obróbki kulinarnej . . . 90
Wpływ obróbki cieplnej na zawartość składników odżywczych . . . 94
Wpływ obróbki cieplnej na bezpieczeństwo zdrowotne potraw z mięsa . . . 97
PODSUMOWANIE PRZEGLĄDU LITERATURY . . . 103
OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ LABORATORYJNYCH . . . 107
METODYKA BADAŃ . . . 107
CHARAKTERYSTYKA MIESZANEK PASZOWYCH . . . 109
WARTOŚĆ RZEŹNA TUSZY I JAKOŚĆ MIĘSA . . . 114
ZAWARTOŚĆ SUBSTANCJI POTENCJALNIE SZKODLIWYCH W MIĘSIE . . . 118
PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ . . . 129
LITERATURA . . . 133

BEZPIECZNE PASZE

Zawartość substancji niepożądanych w badanych paszach wynosiła zwykle poniżej granicy oznaczalności bądź nie przekraczała dopuszczalnych limitów. Zastosowany dodatek serwatki oraz mączki rybnej nie wpłynął na przekroczenie dopuszczalnych zawartości poszczególnych związków.

POWTARZALNA JAKOŚĆ MIĘSA

Nie stwierdzono istotnego wpływu żywienia świń mączką rybną oraz serwatką na podstawowe parametry jakościowe wieprzowiny, takie jak: pH, przewodność elektryczna oraz składowe barwy.

BRAK POZOSTAŁOŚCI PESTYCYDÓW

W badanym mięsie pochodzenia krajowego nie wykryto niebezpiecznych poziomów pozostałości insektycydów, pestycydów fosforoorganicznych, pyretroidów, karbaminianów i rodentycydów.

NISKA ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW AZOTU

Pobranie azotanów i azotynów z mięsem wieprzowym stanowi nieznaczną część dopuszczalnego dziennego spożycia obu związków.

NISKA ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW FOSFORU

Polska wieprzowina charakteryzuje się stosunkowo niską zawartością fosforu ogólnego w przeliczeniu na P_2O_5.

BRAK DIOKSYN, DL-PCB, NDL-PCB

Polska wieprzowina spełnia aktualne wymagania w zakresie występowania w niej pozostałości dioksyn, dioksyno-podobnych PCB oraz niedioksynopo-dobnych PCB.

NISKA ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH

Polskie mięso wieprzowe charakte-ryzuje się niską zawartością ołowiu, kadmu, niklu, chromu, miedzi i cynku, nie stwarzającą zagrożenia dla zdro-wia ludzi.

KONTROLOWANA ALERGENNOŚĆ

Zastosowane w paszach dodatki mączki rybnej oraz serwatki nie wpłynęły znacząco na wzrost za-wartości alergenów ryb oraz mleka w mięsie wieprzowym.

PRZEDMOWA

Czytelnik dostaje do ręki niezwykle ciekawe, a wręcz unikatowe opracowanie dotyczące mięsa wieprzowego pochodzącego z polskiej produkcji opartej na gotowych paszach. Badania w zakresie bezpieczeństwa tego mięsa, jak i jego wartości odżywczych, mają dla zdrowia publicznego niezwykle istotne znaczenie. Ich wyniki są tym bardziej istotne, iż współczesna, prezentowana w opracowaniu, produkcja trzody chlewnej przeszła znaczne przeobrażenie, w stosunku do tradycyjnego charakteru chowu tych zwierząt. Wieprzowina jest jednocześnie ważnym produktem spożywczym i należy do najczęściej spożywanych mięs i ich przetworów w Polsce.

Na wstępie autorzy przedstawili niemal pod każdym względem aktualny stan wiedzy dotyczący wartości odżywczej mięsa wieprzowego: składu białkowego, witamin, tłuszczy i węglowodanów, a także potencjalnych zanieczyszczeń i substancji szkodliwych. Następnie, znaczenie najistotniejszych czynników mających wpływ na jakość mięsa, a więc sposobu hodowli, jak i składu pokarmu, zaczynając od wody, zarówno pod względem czystości, jak i mikroelementów występujących w wodzie pitnej, następnie pasz, wskazując na istotne znaczenie ich zawartości, jak i bezpieczeństwa mikrobiologicznego, a także systemu kontroli tych czynników. Opisanie tych zagadnień przedstawiono na tle obowiązującego prawa i obowiązujących na jego podstawie kontroli wszystkich etapów produkcji trzody chlewnej, jej transportu oraz uboju, aż do przechowywania mięsa.

Niezwykle ciekawe i wychodzące naprzeciw współczesnym problemom zdrowotnym regionów wysoko cywilizowanych było szczegółowe przedstawienie problemu alergii pokarmowej. Treść tej części wychodzi nawet znacznie poza potrzeby prezentacji zagadnień dotyczących wieprzowiny, jako potencjalnego źródła uczuleń. Autorzy wskazali bowiem jak liczne są obecnie zagrożenia wynikające

z powszechnej alergizacji produktami spożywczymi, i jak te produkty potencjalnie mogą dostać się, wraz ze stosowanymi paszami, do produktów wieprzowych. Alergia narasta od lat 60. Jednak nowym wymiarem tej epidemii jest istotnie częstsze występowanie alergii pokarmowej w ostatnich latach. Do końca lat 90. alergia pokarmowa była zmarginalizowana. Obecnie stała się istotnym problemem społecznym, gdyż zmusza do zmiany diet, stylu życia i u coraz większej części populacji, szczególnie dzieci, wywołuje obawy przed wstrząsem anafilaktycznym. Problem ten urósł już do takiej rangi, iż w USA wydano dekret nakazujący umieszczenie w szkołach, w miejscach ogólnodostępnych, strzykawek z adrenaliną – lekiem ratującym życie osobom w trakcie wstrząsu anafilaktycznego.

Wzrost zachorowań na alergię to fenomen, który jest intensywnie badany. Epigenetyka wychodzi naprzeciw odpowiedzi na pytanie, jakie czynniki zdecydowały, iż od 1928 roku, gdy badania w Szwajcarii dokumentowały alergię u zaledwie 0,8% populacji, do chwili obecnej schorzenia te narosły, dotykając ponad 40% obywateli krajów wysoko rozwiniętych. Wiemy, że epidemia alergii jest konsekwencją wpływu czynników środowiskowych na ludzki genom, prowadząc do powstania reakcji alergicznych i utrwalając je w następnych pokoleniach. Takimi czynnikami są m.in., substancje chemiczne zawarte w pożywieniu. Dlatego szczegółowe badania, których przykład mamy w niniejszym opracowaniu, mają tak istotne znacznie nie tylko ze względów smakowych czy bezpieczeństwa żywności, ale także owych niezwykłych w dziejach ludzkości zagrożeń, którymi są choroby uczuleniowe. Dlatego nie dziwi, iż autorzy tak wiele miejsca poświęcili temu zagadnieniu, a jednocześnie przeprowadzili szczegółowe badania składu mięsa wieprzowego. W sposób precyzyjny i zgodny z przyjętymi standardami nie tylko badań kontrolnych, ale opracowań naukowych, przeprowadzili analizę mięsa pobranego od 120 tusz wieprzowych pochodzących od świń (60 loszek i 60 wieprzków) o udokumentowanym i znanym pochodzeniu, wyprodukowanych zgodnie z założeniami Krajowego Programu Hodowlanego.

Dla mnie, nie tylko jako specjalisty zdrowia publicznego, ale także jako alergologa, niezwykle ciekawe są badania nad składem alergenowym analizowanego mięsa wieprzowego. Dotyczy to przede wszystkim nadzoru nad występowaniem w wieprzowinie alergenów, które dostają się do niej w wyniku stosowania pasz wzbogaconych potencjalnymi alergenami: alergeny ryb, mleka, soi czy glutenu. Autorzy komentują doniesienia, iż *„świnie intensywnie skarmiane gotowymi paszami, opartymi o soję, zboża i uzupełniane mączką rybną lub serwatką mogą stanowić potencjalne źródło alergenów”* i odpowiadają na to na podstawie prze-

prowadzonej analizy badanego mięsa wieprzowego, iż *„mięso jest produktem bezpiecznym, o kontrolowanej alergenności w odniesieniu do białek ryb, mleka oraz soi, a zastosowane dodatki mączki rybnej oraz serwatki nie miały znaczącego wpływu na wzrost zawartości poszczególnych alergenów”*.

Przedstawione analizy wskazują, iż produkcja trzody chlewnej jest prowadzona na wysokim poziomie i z bardzo wysokim poziomem bezpieczeństwa konsumenckiego. Nie zawiera substancji szkodliwych, zanieczyszczeń mikrobiologicznych i jest pod bardzo dobrą kontrolą parazytologiczną. Mięso to jest także wartościowe pod względem składu rekomendowanego, a więc ze zmniejszoną zawartością tłuszczu, co z punktu widzenia zdrowia publicznego ma także istotne znacznie.

Strategie polityki zdrowotnej biorą bowiem pod uwagę nie tylko bezpieczeństwo wynikające z usunięcia potencjalnie szkodliwych substancji i dbania o czystość mikrobiologiczną, ale także uwzględniają potrzebę produkcji takiej żywności, która będzie zmniejszać ryzyko spożywania wysokoenergetycznych produktów. Wieprzowina, o której piszą autorzy, to produkt nieprzetworzony, wychodzący naprzeciw oczekiwaniom, iż podana na talerzu przynajmniej nie będzie sprzyjać nadmiarowi wysokoenergetycznych związków. Należą one bowiem do głównych czynników chorób cywilizacyjnych, odpowiedzialnych za nadwagę i otyłość. Tendencje światowe, i niestety obserwowane także w Polsce, wskazują na gwałtowny przyrost średniej wagi ciała, szczególnie niepokojący w naszym kraju.

Nadwaga i otyłość to główne źródła chorób cywilizacyjnych leżących u podłoża schorzeń odpowiedzialnych nie tylko za przedwczesne zgony, a więc choroby układu krążenia i nowotwory, a także choroby cywilizacyjne skracające oczekiwaną długość życia w zdrowiu. Należą do nich przede wszystkich choroby metaboliczne. W samej Polsce mamy już ponad 2 mln osób chorych na cukrzycę. Choroba ta coraz częściej występuje w wieku rozwojowym. Obserwujemy także choroby degeneracyjne mózgu. Obecnie mamy już ponad 400 tysięcy chorych z zaburzenia poznawczymi istniejącymi w stopniu uniemożliwiającym im samodzielne funkcjonowanie, w tym 250 tys. chorych na chorobę Alzhaimera. Do tego należy dołączyć choroby narządu ruchu, tym częściej pojawiające się im wyższą wagę ciała ma chory i tym bardziej upośledzające jego jakość życia. Można mnożyć i wskazywać na jeszcze wiele innych schorzeń, a najgorsze jest to, iż są one ze sobą powiązane łańcuszkiem zależności: alergia wpływa na choroby układu krążenia, otyłość sprzyja powstawaniu astmy, ta z kolei jest czynnikiem ryzyka przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP). POChP jest z kolei odpowiedzialna za choroby układu krążenia itd., itd. Wszytko zaczyna się od nieprawidłowych

zwyczajów żywieniowych i braku właściwej aktywności fizycznej. Dlatego tak istotne jest, aby preferować możliwie częste podawanie produktów spożywczych nieprzetworzonych o znanym pochodzeniu, składzie i bezpieczeństwie.

Przedstawiona publikacja znakomicie odpowiada na te problemy. Czyni Czytelnika świadomym. A od tej świadomości będzie zależał jego wybór.

Tak więc, jak widać na tym przykładzie czytanie tego dokumentu jest przygodą, i to rekomendowaną nie tylko dla specjalistów z zakresu hodowli zwierząt. Czytelnik bowiem może dowiedzieć się wielu ciekawych rzeczy i upewnić, iż współczesna produkcja zwierzęca to zupełnie inny sposób wytwarzania żywności, w znacznie mniejszym stopniu związanej z ryzykiem zarówno mikrobiologicznych zagrożeń, jak i niepewności co do składników odżywczych i potencjalnie szkodliwych.

Celem niniejszego opracowania było także wskazanie potencjalnych punktów krytycznych, w których może dochodzić do zanieczyszczenia mięsa oraz powstawania różnego rodzaju (fizycznych, chemicznych i biologicznych) zagrożeń, wpływających na bezpieczeństwo mięsa wieprzowego. Na podstawie powyższych rozważań wytypowano zagrożenia, które na poziomie hodowców i producentów mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo wieprzowiny, a następnie zweryfikowano pod tym względem jej jakość.

Wychwalając i biorąc po uwagę wszystkie wyżej przedstawione zalety współczesnego chowu i poprawy jakości mięsa wieprzowego, należy pamiętać o umiarze, szczególnie w aspekcie piramidy żywienia rekomendowanej przez Światową Organizację Zdrowia. Przewiduje ona, i rekomenduje, iż mięso i jego przetwory winny stanowić uzupełniającą część diety współczesnego człowieka, a jej zasadnicze substraty winny być pochodzenia roślinnego, ze szczególnym uwzględnieniem warzyw.

Ciągle dyskutowana wegetariańska forma żywienia, nie jest przedmiotem niniejszego opracowania, które ma na celu uświadomić wielbicielom produktów mięsnych, iż dobór tych produktów winien także być oparty o wiedzę opartą na faktach. Tylko w ten sposób zapewni się konsumentom możliwość świadomego wyboru, zgodnego z preferencjami zdrowotnymi, uwzgledniającego także preferencje smakowe. W dalszym ciągu bowiem, w polskiej tradycji schabowy i szynka są synonimami jakości i smaku, a w strategii zdrowia publicznego owe tradycje i preferencje należy brać pod uwagę. Można wpływać na jakość produktów pochodzenia zwierzęcego, w tym wieprzowiny. I to nam dokumentuje niniejsza publikacja.

Zdrowie publiczne, jako dziedzina naukowa i społeczno-polityczna, domaga się owej rzetelnej wiedzy co do jakości, ale także uwzględnienia narodowych tradycji dotyczących źródeł pożywienia, tak aby pozostawały one w zgodzie z gospodarką i jakością życia, zarówno indywidualnego człowieka, jego rodziny, jak i najbliższych. Pod tym względem wieprzowina odgrywa w Naszym Kraju istotne znaczenie.

WSTĘP

Dane Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej wskazują, że spożycie mięsa w Polsce na przestrzeni ostatnich 17 lat wynosiło ponad 70 kg na 1 mieszkańca, w tym około 40 kg, czyli ponad 55% stanowiło mięso wieprzowe. Szczegółowa analiza spożycia mięsa pozwala przypuszczać, że 40% wieprzowiny jest kupowane jako mięso kulinarne i przetwarzane w domu, a pozostała część wykorzystywana jest do wyrobu wędlin. Mięso wieprzowe produkowane w kraju charakteryzuje się dość wysoką akceptowalnością przez konsumentów, a także

korzystną barwą, dobrą kruchością, soczystością oraz smakowitością. Wielokrotnie w pracach badawczych dotyczących oddziaływania różnych czynników na jakość mięsa wieprzowego, wyniki te zostały potwierdzone (Szulc i Skrzypczak, 2015). Rosnąca świadomość i wiedza konsumentów na temat wpływu żywienia na stan zdrowotny przyczynia się do wzrostu zainteresowania żywnością, sprzyjającą zachowaniu zdrowia i dobrego samopoczucia (Przybylski, 2016).

Jak wynika z powyższych danych w polskich gospodarstwach domowych wieprzowina jest nadal podstawowym gatunkiem mięsa. Potwierdzają to również dane dotyczące analizy diety Polaków na podstawie badań budżetów gospodarstw domowych. Dane te wskazują, że prawie 18% białka, 9% żelaza, 16% witaminy B_1 i 13% witaminy B_2 jakie spożywamy w codziennej diecie pochodzi z mięsa wieprzowego (Przybylski, 2016). Z żywieniowego punktu widzenia mięso to jest bardzo ważnym i wartościowym składnikiem naszej diety, ponieważ stanowi źródło białka o wysokiej wartości biologicznej, zapewniającego prawidłowy rozwój i zdrowie organizmu. Białko to charakteryzuje się wysoką wartością biologiczną (około 80%), wyższą od wołowiny i mięsa drobiowego. Również efektywność jego wykorzystania (wskaźnik wykorzystania białka netto wynosi 78%) przez organizm jest wyższa w porównaniu z innymi gatunkami mięs (Blicharski i wsp., 2013).

Coraz częściej w literaturze wskazuje się, że mięso wieprzowe może stanowić żywność funkcjonalną wynikającą m.in. z zawartości NNKT (niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych), bioaktywnych peptydów (karnozyna, glutation), choliny czy niektórych mikro- i makroelementów bądź witamin. Badania wykazały ponadto, że wieprzowina stanowi naturalne źródło inhibitora konwertazy angiotensyny (ACE I) – bioaktywnego peptydu hamującego aktywność enzymu konwertazy (przekształcającej angiotensynę I w podnoszącą ciśnienie tętnicze angiotensynę II), przyczyniającego się do obniżenia ciśnienia tętniczego (Hyla-Klekot i wsp., 2007).

Najnowsze wyniki badań wskazują również, że od wielu lat obserwuje się zjawisko zmiany profilu kwasów tłuszczowych występujących w mięsie wieprzowym. Jest to związane ze zmianą otłuszczenia oraz żywieniem świń i zwiększaniem się udziału korzystnych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych u chudych świń. Mięso wieprzowe w porównaniu, np. z wołowiną zawiera mniej nasyconych kwasów tłuszczowych oraz więcej kwasu α-linolenowego (ALA – C18:3 n-3). Kwas ALA to jeden z najważniejszych niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), będący prekursorem kwasu eikozapentaenowego

(EPA – C20:5 n-3) i dokozaheksaenowego (DHA – C22:6 n-3). Kwasy te biorą udział w budowie błon komórkowych ośrodkowego układu nerwowego i mają wpływ na funkcjonowanie mózgu. Stąd ich duże znaczenie w żywieniu dzieci i młodzieży oraz kobiet w ciąży. Należy jednak pamiętać, że zarówno ich niedobór, jak i nadmiar jest niewskazany. Ważna jest ponadto wzajemna proporcja tzw. NNKT n-6 do n-3, która powinna wynosić w diecie od 5:1 do 3:1. Według najnowszych badań proporcja ta uległa poprawie w wieprzowinie, wynosi obecnie od 9,5 do 5,7 i jest korzystniejsza niż w mięsie drobiowym (Blicharski i wsp., 2013). Wieprzowina dostarcza również bardzo ważnych składników odżywczych o wysokiej biodostępności i bioaktywności jak: żelazo hemowe, cynk i witaminy z grupy B (tiaminy, ryboflawiny, niacyny, B_6 i B_{12}).

Wiele badań wykazuje pozytywny wpływ spożywania chudego mięsa na stan zdrowotny organizmu człowieka, układ krążenia, utrzymanie prawidłowej masy i składu ciała, witalność i wytrzymałość organizmu. Obecnie wieprzowina charakteryzuje się znacznie mniejszą kalorycznością niż przed laty. Oszacowana wartość kaloryczna schabu jest na podobnym poziomie, a nawet nieco niższa od wołowiny, mięsa drobiowego czy króliczego (Blicharski i wsp., 2013). Potwierdziły to badania amerykańskie dotyczące spożywania wieprzowiny a wykazujące, że spożycie świeżego mięsa wieprzowego i produktów świeżych z chudej wieprzowiny w latach 2003-2006 wnosiło do diety ludzi 27% i 23% całkowitej ilości białka, co znacznie przyczyniło się do spożycia innych kluczowych składników odżywczych, w tym selenu, tiaminy, fosforu, potasu, ryboflawiny, niacyny oraz witaminy B_{12} i B_6, jednocześnie dostarczając zaledwie 10% (świeża wieprzowina) i 7% (produkty ze świeżej chudej wieprzowiny) całkowitej energii. Podobnie jest w przypadku zawartości cholesterolu, która jest obecnie w wieprzowinie niższa niż w mięsie drobiowym, powszechnie uważanym za bardziej dietetyczne. Ponadto mięso wieprzowe okazuje się być cennym źródłem witaminy E, a jej zawartość jest znacznie wyższa niż podawano we wcześniejszych opracowaniach (Blicharski i wsp., 2013).

Obecnie wieprzowina zawiera niewiele tłuszczu, jest mniej kaloryczna i charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą. Badania ostatnich lat wykazują, że konsumenci oczekują, aby mięso wieprzowe wyróżniało się nie tylko wysoką jakością sensoryczną, bardzo dobrą wartością odżywczą i było tanie, ale coraz częściej interesują się także sposobem produkcji w całym łańcuchu „od pola do stołu", który ma zapewnić jeszcze większą gwarancję w zakresie bezpieczeństwa zdrowotnego i dobrostanu zwierząt. Wydaje się zatem, że aby w pełni można

było wykorzystać w żywieniu człowieka powyższe zalety wieprzowiny należy pamiętać o zapewnieniu bezpieczeństwa konsumentom, które obok wartości odżywczej staje się niezwykle istotnym elementem.

Jako bezpieczną żywność określa się surowiec lub produkt wolny od bakterii, wirusów i pasożytów oraz substancji chemicznych. Omawiając bezpieczeństwo mięsa wieprzowego należy pamiętać, że jego „czystość" mikrobiologiczna, czyli brak bakterii czy wirusów podlega ścisłej kontroli na poziomie zakładu ubojowego, a nie producenta mięsa.

Zanieczyszczenia chemiczne mięsa mogą pochodzić z paszy i wody dla zwierząt czy substancji chemicznych stosowanych podczas chowu (pozostałości leków). Do zanieczyszczeń oraz powstawania substancji szkodliwych może również dochodzić w czasie transportu zwierząt, obrotu okołoubojowego, pakowania i przechowywania mięsa, a nawet obróbki kulinarnej. Zachowanie bezpieczeństwa surowego mięsa wieprzowego, a przede wszystkim utrzymanie jego powtarzalnej jakości w określonym terminie przydatności do spożycia jest niezwykle istotnym, aczkolwiek złożonym zadaniem. Jest to produkt żywnościowy wymagający szczególnej kontroli, począwszy od momentu hodowli trzody chlewnej, poprzez sposób pozyskania i przetwarzania surowca, po metody jego pakowania, dystrybucji oraz przechowywania. Wszystkie te czynniki wpływają na jakość wieprzowiny, będącą zbiorem inherentnych właściwości decydujących o jej zastosowaniu, trwałości oraz zdolności do zaspokojenia stwierdzonych potrzeb i oczekiwań konsumentów. Badania wskazują, iż zmienna jakość mięsa wieprzowego może doprowadzić do obniżenia nie tylko jego przydatności technologicznej oraz wartości odżywczej, ale również akceptowalności konsumenckiej.

W zawiązku z powyższym celem niniejszego opracowania było wskazanie potencjalnych punktów krytycznych, w których może dochodzić do zanieczyszczenia mięsa oraz powstawania różnego rodzaju (fizycznych, chemicznych i biologicznych) zagrożeń, wpływających na bezpieczeństwo mięsa wieprzowego. Na podstawie powyższych rozważań wytypowano zagrożenia, które na poziomie producentów i hodowców mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo wieprzowiny, a następnie zweryfikowano jakość polskiej wieprzowiny pod względem bezpieczeństwa.

ZNACZENIE WODY W PRODUKCJI TRZODY CHLEWNEJ, JEJ POTENCJALNE ZANIECZYSZCZENIA I SYSTEM KONTROLI JAKOŚCI WODY W POLSCE

Woda pełni w organizmie zwierzęcia szereg ważnych funkcji, m.in. bierze udział w tworzeniu płynów ustrojowych transportujących jony i składniki mineralne do komórek oraz w usuwaniu zbędnych produktów przemiany materii przez organizm. Jest także rozpuszczalnikiem dla związków mineralnych i organicznych, środowiskiem reakcji biochemicznych i fizjologicznych oraz regulatorem temperatury zwierząt stałocieplnych. Woda stanowi 60-75% masy ciała zwierząt, a jej zawartość zależy od wielu czynników, m.in. wieku zwierzęcia, otłuszczenia, stężenia elektrolitów itp. (Jarosz i wsp., 2012).

Zapotrzebowanie świń na wodę pitną zależy od wieku zwierzęcia, masy ciała, stanu fizjologicznego, rasy, płci, otłuszczenia, a także od składu pasz oraz sposobu żywienia i pojenia (Barowicz, 2000; Burek i Grela, 2004; Kołacz 2008). Zapotrzebowanie zwierząt na wodę określane jest ilością pobranej suchej masy paszy. W przypadku świń wynosi ona średnio około 6-8 kg wody na kg suchej paszy. Przewód pokarmowy świń jest dostosowany do trawienia pokarmów papkowatych, które zawierają odpowiednią ilość wody. Dlatego przy powszechnie stosowanym żywieniu paszami suchymi, tak ważny jest stały dostęp do wody dla świń. Wraz ze wzrostem zwierzęciem wzrasta zapotrzebowanie zarówno na paszę, jak i na wodę. Choć w przeliczeniu na kilogram paszy zużycie wody maleje wraz ze wzrostem tuczników. Jeśli zwierzęta są obficiej pojone przy jednakowym żywieniu, wówczas stwierdzono wyższe przyrosty dzienne (Sowińska, 2007). Niezwykle istotna jest również temperatura wody, która dla prosiąt powinna wynosić około 30°C, natomiast dla dorosłych osobników powinna być chłodna, około 15°C. Znaczenie ma również sposób dostarczania wody z różnego rodzaju poideł lub koryt, zainstalowanych w odpowiedniej ilości, zależnej od obsady kojca i w odpowiednich miejscach, blisko koryt, tak aby nie dochodziło do za-

lewania podłogi oraz marnotrawienia wody i paszy. Można więc stwierdzić, że woda w odpowiedniej ilości i o dobrej jakości determinuje efektywną produkcję trzody chlewnej.

Woda dla zwierząt odpowiada takim samym wymaganiom jak woda na cele spożywcze. Jakość wody dla zwierząt regulowana jest licznymi ustawami, rozporządzeniami oraz dyrektywami unijnymi:

- Ustawa z dnia 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej. (Dz.U. z 2015 r., poz. 1412, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzeniu ścieków. (Dz.U. z 2015 r., poz.139, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. (Dz.U. z 2015 r., poz. 469, z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. (Dz.U. z 2015 r., poz. 1989),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. (Dz.U. z 2002 r., Nr 204, poz. 1728),
- Dyrektywa Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, a w tym i jakości wody dla zwierząt określa:

- wymagania dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, w tym wymagania bakteriologiczne, fizykochemiczne oraz organoleptyczne;
- sposób oceny przydatności wody;
- minimalną częstotliwość badań wody i miejsca pobierania próbek wody do badań;
- zakres badania wody;
- program monitoringu jakości wody;
- sposób nadzoru nad materiałami i wyrobami stosowanymi w procesach uzdatniania i dystrybucji wody;
- sposób nadzoru nad laboratoriami wykonującymi badania jakości wody;
- sposób informowania konsumentów o jakości wody;

- sposób postępowania przed organami Państwowej Inspekcji Sanitarnej w przypadku, gdy woda nie spełnia wymagań jakościowych.

Podstawowe wymagania mikrobiologiczne określone zostały w załączniku nr 1 do rozporządzenia, podstawowe wymagania chemiczne w załączniku nr 2, natomiast dodatkowe wymagania mikrobiologiczne, organoleptyczne, fizykochemiczne oraz dotyczące substancji promieniotwórczych, jakim powinna odpowiadać woda, określa załącznik nr 3. Dodatkowe wymagania chemiczne, jakim powinna odpowiadać woda, określa załącznik nr 4 do rozporządzenia.

W przypadku produkcji trzody chlewnej, w ocenie jakości wody, szczególną uwagę należy zwrócić na cechy organoleptyczne wody, takie jak smak, zapach czy mętność, parametry fizykochemiczne oraz mikrobiologiczne.

Woda dla zwierząt powinna być bezbarwna, przezroczysta, bezwonna, bez smaku, wolna od bakterii chorobotwórczych, metali ciężkich i związków trujących. Znacząca zmiana barwy wody może być spowodowana obecnością barwnych substancji organicznych, żelaza i innych metali. Czerwono-brązowy kolor wody świadczy o obecności żelaza, a niebieski o obecności miedzi.

Przezroczystość wody wynika z jej stopnia mętności. Zaleca się, aby mętność wody była na jak najniższym poziomie, gdyż woda o wysokiej mętności może chronić mikroorganizmy przed dezynfekcją oraz tworzy odpowiednio środowisko do wzrostu bakterii. Również nietypowy zapach wody może być wskaźnikiem potencjalnych substancji szkodliwych, na ogół metabolitów organizmów żywych w wodzie. Zmiana smaku wody, na np. gorzki na ogół świadczy o obecności siarczanu żelaza lub manganu. Należy również pamiętać, iż w większości zwierzęta, w tym świnie, mają bardziej czuły zmysł węchu i niechętnie piją wodę o przykrym zapachu.

Niezwykle ważny jest również odczyn pH wody oraz jej twardość. Dla wody pitnej pH powinno być w granicach od 6,5 do 9,5. Nieodpowiednie pH wody może wywoływać zaburzenia w funkcjonowaniu układu pokarmowego, w tym biegunki, szczególnie niebezpieczne u młodych prosiąt. Natomiast twarda woda posiada metaliczny posmak i trudniej zaspokaja pragnienie u zwierząt. Wymagania organoleptyczne i fizykochemiczne wody zaprezentowane zostały w tabeli 1.

Tabela 1. Wymagania organoleptyczne i fizykochemiczne wody (załącznik nr 3, tabela B Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.11.2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi)

Parametr	Dopuszczalne zakresy wartości	Jednostka
Mętność	1	NTU
Stężenie jonów wodoru (pH)	6,5 do 9,5	
Przewodność	2.500	μS/cm
Utlenialność z KMnO4	5	mg/l
Barwa	akceptowalne przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian	
Smak		
Zapach		

W wodzie dla zwierząt mogą również znajdować się takie substancje jak: związki azotowe, związki mineralne, związki organiczne, metale toksyczne, chlor, ozon oraz produkty uboczne dezynfekcji wody.

Wśród związków azotowych potencjalnie występujących w wodzie wyróżnić można amoniak oraz azotyny i azotany. W tabeli 2 przedstawiono najwyższe dopuszczalne stężenia związków azotowych.

Amoniak w przyrodzie powstaje jako produkt redukcji związków azotowych oraz w procesach gnilnych roślin i zwierząt. W wodzie pitnej nie ma bezpośredniego znaczenia dla zdrowia ludzi i zwierząt, jednak może być wskaźnikiem zanieczyszczenia wody bakteriami lub odchodami zwierzęcymi. Azotany w małych stężeniach występują we wszystkich wodach naturalnych. W wodach podziemnych pochodzą z procesów mineralizacji materii organicznej oraz procesów nitryfikacji. Bywają również pochodzenia antropogenicznego. Mogą występować w wodach, głównie na terenach rolniczych, w wyniku stosowania nawozów sztucznych oraz odprowadzania niedostatecznie oczyszczonych ścieków. Czasem przenikają do głębszych warstw wodonośnych. W wodzie zanieczyszczonej azotanami zachodzi proces denitryfikacji, czyli redukcji azotanów do azotynów, amoniaku oraz azotu cząsteczkowego. Natomiast pobrane z wodą azotany w organizmach żywych mogą być przekształcane dalej do bardzo szkodliwych substancji, tj. nitrozamin i nitrozamid, wykazujących działanie mutagenne, teratogenne, embriotoksyczne oraz zwiększające ryzyko wystąpienia nowotworów. Trzeba podkreślić, iż azotyny są bardziej toksyczne przy niższych poziomach niż azotany. W wyniku obecności azotynów we krwi powstaje methemoglobina (Dudka i wsp., 1999), która blokując przekazywanie tlenu wraz z krwią może prowadzić do śmierci zwierzęcia.

Tabela 2. Najwyższe dopuszczalne stężenia związków azotowych i mineralnych w wodzie dla zwierząt (załącznik nr 2, załącznik nr 3 tabela B Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.11.2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi)

Parametr	Stężenie	Jednostka
Amoniak	0,5	mg/l
Azotany	50	mg/l
Azotyny	0,5	mg/l
Chlorki	250	mg/l
Siarczany	250	mg/l
Fluorki	1,5	mg/l
Mangan	50	µg/l
Żelazo	200	µg/l

Do związków mineralnych mogących występować w wodzie zaliczamy: chlorki, siarczany, fluorki oraz mangan i żelazo. W tabeli 2 przedstawiono najwyższe dopuszczalne stężenia związków mineralnych.

Chlorki w wodzie pitnej mogą pochodzić zarówno ze źródeł naturalnych, jak i ścieków przemysłowych i gospodarczych, szczególnie w okresie zimowym – z odśnieżania dróg przy pomocy soli (Sapek, 2009). Nadmierna zawartość chlorków w wodzie pitnej prowadzi do zwiększenia korozji sieci wodociągowej, a co za tym idzie do zwiększenia zawartości metali, takich jak np. żelazo.

Siarczany w wodzie pitnej pochodzą głównie ze ścieków przemysłowych oraz opadów atmosferycznych. Obecność siarczanów w wodzie powoduje zmianę jej smaku, może prowadzić do korozji sieci wodociągowej, a przy wysokim stężeniu siarczanów może powodować u zwierząt odwodnienie i podrażnienie układu pokarmowego.

Fluorki są dodawane do wody pitnej, gdyż w odpowiedniej ilości zapobiegają próchnicy zębów, jednak ich nadmiar może powodować fluorozę zębów i kości szkieletowych (Wojtyła-Buciora i Marcinkowski, 2010).

Żelazo jako pierwiastek śladowy pełni w organizmie zwierząt niezwykle istotną funkcję, ponieważ wchodzi w skład hemoglobiny, mioglobiny oraz wielu enzymów. Magazynowane jest głównie w wątrobie, śledzionie oraz szpiku. Jednak

jego nadmiar może być szkodliwy dla organizmu. Spożywanie wody o podwyższonej zawartości żelaza sprzyja wypłukiwaniu fosforu z organizmu, powodując niekorzystne zmiany w układzie kostnym i stawowym. Żelazo w wodach gruntowych i powierzchniowych występuje jako naturalny składnik, a jego zawartość jest związana głównie z typem podłoża na jakim wody występują. W wodzie wodociągowej źródłem żelaza może być korozja sieci wodociągowych, nieprawidłowe uzdatnianie wody oraz zanieczyszczenie wody ściekami przemysłowymi (Wojtyła-Buciora i Marcinkowski, 2010). Obecności żelaza w wodzie pitnej towarzyszy obecność tzw. bakterii żelazowych, które uzyskują energię z jonów żelazowych, tworzą maziste osady pokrywające sieć wodociągową.

Obok żelaza, do pierwiastków krwiotwórczych zaliczany jest mangan. Pochodzi głównie z resztek roślinnych, gleby i zanieczyszczeń przemysłowych. Jego nadmiar może jednak powodować uszkodzenie naczyń włosowatych, a także może działać drażniąco na ośrodkowy układ nerwowy i powodować uszkodzenie wątroby.

Do związków organicznych mogących występować w wodzie pitnej zaliczamy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) i różnego rodzaju pestycydy.

Do zanieczyszczenia wody pitnej związkami WWA dochodzi głównie w trakcie uzdatniania i rozprowadzania wody. WWA mają właściwości kancerogenne, a ich dopuszczalna zawartość w wodzie do spożycia dla ludzi i zwierząt wynosi 0,1 μg/l.

Pestycydy to grupa związków służących do zwalczania organizmów szkodliwych nie tylko w produkcji roślinnej. Według Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.11.2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, termin pestycydy obejmuje organiczne insektycydy, herbicydy, fungicydy, nematocydy, akarycydy, algicydy, rodentycydy, slimicydy, a także ich pochodne oraz produkty rozkładu i reakcji. Według ww. rozporządzenia w wodzie pitnej należy oznaczać jedynie te pestycydy, których się można w wodzie spodziewać. W wodzie pitnej pestycydy mogą się znaleźć w wyniku działalności rolniczej człowieka, np. wskutek spływu z terenów rolniczych lub zanieczyszczonego powietrza z terenów rolniczych, czy też bezpośredniego zastosowania środków w zbiornikach wodnych albo zrzutów przypadkowych lub umyślnych z produkcji tychże środków. Jednorazowe zwiększone dawki pestycydów mogą powodować śmierć zwierzęcia. Wykazano również, iż przy długotrwałym narażaniu, nawet przy mniejszych dawkach, pozostałości i metabolity pestycydów kumulują się w tkance tłuszczowej, wątrobie i mózgu zwierząt.

Preparaty zawierające pestycydy chloroorganiczne, ze względu na swoją toksyczność i trwałość w środowisku do 30 lat, zostały uznane za substancje

szczególnie niebezpieczne i już ponad 40 lat temu w wielu krajach zaprzestano ich produkcji i stosowania, a mimo to są one nadal wykrywane w wodach powierzchniowych i osadach dennych (Jancewicz i wsp., 2011). Wśród pestycydów mogących znajdować się w wodzie pitnej wyróżnić możemy aldrynę i dieldrynę, heptachlor i epoksyd heptachloru, dichlorodifenylotrichloroetan (DDT), lindan czy metoksychlor. Dopuszczalne stężenia pestycydów w wodzie dla zwierząt zaprezentowano w tabeli 3.

Aldryna i dieldryna to chlorowane pestycydy stosowane do zwalczania szkodników glebowych. W organizmach żywych aldryna przekształcana jest do dieldryny. Oba związki charakteryzują się dość wysoką toksycznością, prowadzącą do zatrucia organizmu, szczególnie obciążając wątrobę. Heptachlor to środek owadobójczy, który po iniekcji do gruntu ulega w nim przekształceniu do epoksyd heptachloru. Przy długotrwałym narażeniu zwierząt i ludzi może powodować uszkodzenie wątroby i układu nerwowego. DDT jest środkiem owadobójczym, który już w niewielkich ilościach może zaburzać układ immunologiczny oraz wykazywać negatywne działanie na układ rozrodczy zwierząt, może mieć również działanie kancerogenne. Innym środkiem owadobójczym o udokumentowanym działaniu kancerogennym jest lindan. Podobne działanie na organizm zwierząt wykazuje metoksychlor.

Tabela 3. Najwyższe dopuszczalne stężenia pestycydów w wodzie dla zwierząt (załącznik nr 2 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.11.2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi)

Parametr	Stężenie	Jednostka
Aldryna	0,03	µg/l
Dieldryna	0,03	µg/l
Heptachlor	0,03	µg/l
Epoksyd heptachloru	0,03	µg/l
Inne poszczególne pestycydy	0,1	µg/l
Suma pestycydów	0,5	µg/l

Zanieczyszczenie wody pitnej metalami ciężkimi (tab. 4) może być spowodowane ich naturalnym występowaniem w wodach naturalnych z procesu rozpuszczania składników skorupy ziemskiej lub wskutek antropogeniczny, ze ścieków

przemysłowych i rolnictwa oraz produkcji środków ochrony roślin. Wśród metali ciężkich mogących występować w wodzie pitnej wymienić należy arsen, rtęć, ołów, kadm, miedź czy nikiel.

Arsen może wywoływać zmiany dermatologiczne, kardiologiczne i wpływać kancerogennie na skórę zwierząt i ludzi. Rtęć jest pierwiastkiem, który kumuluje się w organizmie i wykazuje dużą toksyczność, atakując głównie nerki i układ nerwowy, ale może również przenikając przez łożysko, uszkadzać płód. Ołów wykazuje również silne działanie toksyczne, szczególnie dla układu nerwowego, wpływa na metabolizm wapnia w organizmie, a przy silnej zdolności do kumulacji w organizmie może powodować u ludzi chorobę zwaną ołowicą. Jednym z bardziej toksycznych metali jest kadm. Ma duże zdolności kumulacji, a jego długotrwałe oddziaływanie na organizm może prowadzić do uszkodzenia nerek, wątroby, niedokrwistości, nadciśnienia, zwyrodnienia stawów oraz osteoporozy. Do uszkodzenia wątroby prowadzić może również ekspozycja na długotrwałe działanie miedzi. Natomiast nadmiar niklu może powodować zaburzenia w funkcjonowaniu układu trawiennego oraz uczulenia.

Tabela 4. Najwyższe dopuszczalne stężenia metali ciężkich w wodzie dla zwierząt (załącznik nr 2 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.11.2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi)

Parametr	Stężenie	Jednostka
Arsen	10	µg/l
Rtęć	1	µg/l
Ołów	10	µg/l
Kadm	5	µg/l
Miedź	2	mg/l
Nikiel	20	µg/l

Metale ciężkie charakteryzują się silnym działaniem na układ krążenia i układ nerwowy, wywołują silne, ostre i przewlekłe zatrucie, choroby nerek oraz wpływają na rozwój niektórych nowotworów. Zanieczyszczona woda zadawana zwierzętom może powodować ich odłożenie w tkankach, co może być niebezpieczne dla konsumentów.

Do dezynfekcji wody używany jest głównie chlor lub ozon. Chlor, stosowany zgodnie z zalecaniami, nie stwarza zagrożenia dla zwierząt i ludzi. Zdarza się jednak, iż powoduje zmianę smaku wody. Polecane jest wówczas zastosowanie alternatywnej dezynfekcji przy użyciu ozonu. Ozon wykazuje lepsze działanie bakteriobójcze i w odniesieniu do wirusów, jednak chlor i jego pochodne są skuteczniejsze w przypadku zwalczania rotawirusów. Jako produkty uboczne dezynfekcji wody wymienia się: trihalometany (THM), chlorany, chloryny i bromiany. THM powstaje w wodzie do picia wskutek naturalnej reakcji składników znajdujących się w wodzie z chlorkami. Jednym z najczęściej występujących związków jest chloroform, który wskutek długotrwałego narażenia może powodować zmiany w wątrobie, nerkach i tarczycy. O ile chlorany i chloryny nie mają dobrze udokumentowanego wpływu na organizm zwierząt, o tyle bromiany uznawane są za silny kancerogen dla ludzi i zwierząt. W tabeli 5 przedstawiono najwyższe dopuszczalne stężenia środków do dezynfekcji wody oraz produktów ubocznych dezynfekcji wody.

Tabela 5. Najwyższe dopuszczalne stężenia środków do dezynfekcji wody oraz produktów ubocznych dezynfekcji wody (załącznik 2 i 4 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.11.2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi)

Parametr	Stężenie	Jednostka
Chlor	0,3	mg/l
Ozon	0,05	mg/l
Trihalometan (THM)	100	µg/l
Chloroform	0,03	mg/l
Chlorany i chloryny	0,7	mg/l
Bromiany	10	µg/l

Oprócz wymienionych powyżej związków chemicznych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 2015 roku znaleźć można szereg innych substancji, których występowanie w wodzie pitnej jest jednak mniejsze, jak np. pierwiastki bor czy chrom, czy też pierwiastki promieniotwórcze.

Określając jakość wody, nie należy zapominać o parametrach mikrobiologicznych. W badaniach mikrobiologicznych wody szczególną uwagę zwraca się na

koncentrację bakterii *Escherichia coli* i bakterii grupy coli, jak również ogólną liczbę bakterii oraz koncentrację enterokoków bakterii *Clostridium perfringens* (tab. 6). Obecność bakterii w wodzie powoduje przede wszystkim choroby układu pokarmowego (Nataro i Kaper, 1998), w tym niebezpieczne dla świń biegunki. Edberg i wsp. (2000) stwierdzili, że najlepszym indykatorem zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody są bakterie *E. coli*, które mogą przetrwać w wodzie pitnej od 4 do 12 tygodni w zależności od warunków środowiskowych (np. temperatury) i nie jest konieczne analizowanie wody pitnej dla wszystkich patogenów.

Tabela 6. Podstawowe i dodatkowe wymagania mikrobiologiczne, jakim powinna odpowiadać woda (załącznik nr 1 tabela A, załącznik nr 3 tabela A Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.11.2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi)

Parametr	Najwyższa dopuszczalna wartość	
	Liczba mikroorganizmów (jtk)	Objętość próbki (ml)
Wymagania podstawowe:		
Escherichia coli	0	100
Enterokoki	0	100
Wymagania dodatkowe:		
Bakterie grupy coli	0	100
Ogólna liczba mikroorganizmów w 22±2°C po 72 h	bez nieprawidłowych zmian	1
Clostridium perfringens	0	100

SYSTEM KONTROLI JAKOŚCI I POTENCJALNE ZANIECZYSZCZENIA PASZY DLA ZWIERZĄT GOSPODARSKICH W POLSCE

System kontroli jakości paszy dla zwierząt gospodarskich w Polsce – Plan Urzędowej Kontroli Pasz

Program Urzędowej Kontroli Pasz dotyczący kontroli parametrów bezpieczeństwa i jakości pasz i dodatków paszowych, w tym także czynników niepożądanych i szkodliwych pochodzenia roślinnego bazuje przede wszystkim na poniższych podstawach prawnych:

- Ustawa z dnia 22 lipca 2006 r. o paszach (Dz.U. 2006 r. Nr 144 poz. 1045, z późn. zm.) wraz z aktami wykonawczymi,
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. o Inspekcji Weterynaryjnej (Dz.U. 2004 r. Nr 33, poz. 287, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 11 marca 2004 r. o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt (Dz.U. 2004 r. Nr 69, poz. 625, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 22 czerwca 2001 r. o organizmach genetycznie zmodyfikowanych (Dz.U. 2001 r. Nr 76, poz. 811 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 6 września 2001 r. Prawo farmaceutyczne (Dz.U. 2008 r. Nr 45, poz. 271 z późn. zm.),
- Zarządzenie nr 1 Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 marca 2010 r. w sprawie organizacji wojewódzkich, powiatowych i granicznych inspektoratów weterynarii (Dz. Urz. MRiRW z dnia 11 marca 2010 r. Nr 3, poz. 3, z późn. zm.),

oraz na około 50 Rozporządzeniach Komisji (UE) i Dyrektywach Parlamentu Europejskiego. Kontrola polega na prowadzeniu wewnętrznych i urzędowych

kontroli weryfikujących działalność przedsiębiorstw sektora spożywczego w całym łańcuchu żywnościowym, którego ważnym elementem jest produkcja pasz i żywienie nimi zwierząt.

Potencjalne zanieczyszczenia pasz

Pasze zawierają niezbędne substancje odżywcze i mogą być potencjalnie doskonałym środowiskiem do rozwoju drobnoustrojów. Jednak w wyniku odpowiedniej technologii produkcji i kontroli higieniczno-sanitarnej są właściwie od nich wolne. W paszach dla zwierząt występują substancje antyodżywcze, które niekorzystnie działają na organizm zwierzęcia. Substancje te są jednak naturalnymi składnikami roślin, które należy brać pod uwagę układając mieszanki paszowe. Część z nich została skutecznie wyeliminowana z roślin na drodze selekcji, jak np. kwas erukowy z rzepaku. Niektóre substancje antyodżywcze pasz można dezaktywować lub redukować ich aktywność poprzez odpowiednie zabiegi technologiczne w przygotowaniu pasz.

Występuje jednak szereg substancji zanieczyszczających pasze, jak np. metale ciężkie czy mykotoksyny, które muszą podlegać szczególnej kontroli. Zanieczyszczenia pasz można podzielić na zanieczyszczenia biologiczne, chemiczne i fizyczne.

Do zanieczyszczeń biologicznych pasz zaliczamy zagrożenia mikrobiologiczne, takie jak *Salmonella*, szkodniki żywe czy też zanieczyszczenia botaniczne, np. sporysz, rącznik pospolity, nasiona chwastów zawierających substancje toksyczne, niepożądane nasiona i owoce, obecność zabronionych białek pochodzenia zwierzęcego czy obecność modyfikacji nieautoryzowanych lub brak deklaracji o obecności GMO.

Salmonella to rodzaj bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, która może występować w poekstrakcyjnych śrutach z roślin oleistych (słonecznik, soja, rzepak), kukurydzy, mączkach pochodzenia zwierzęcego, mączkach rybnych i pełnoporcjowych mieszankach paszowych. Spożywanie zakażonych pasz przez zwierzęta niesie za sobą wysokie ryzyko wystąpienia salmonellozy w stadach zwierząt. Świnie zaczynają gorzej przyswajać paszę, co wpływa na obniżenie ich przyrostów dziennych. Ostra postać choroby objawia się w postaci śluzowatej, żółtej biegunki. Czasami może dochodzić do przekrwienia i martwicy węzłów chłonnych oraz rozpadu narządów miąższowych. Pasza jest wolna od bakterii jeśli w 25 g paszy nie stwierdza się obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*.

Szkodniki żywe (np. wołek zbożowy, rozkruszek mączny, mklik mączny, trojszyk ulec) można znaleźć w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego, w tym w szczególności w zbożach, otrębach i śrutach zbożowych. Stopień inwazji szkodników żywych wpływa na jakość paszy oraz stopień jej pobierania przez zwierzęta.

Zanieczyszczenia botaniczne (np. sporysz, rącznik pospolity) mogą występować we wszystkich rodzajach materiałów paszowych pochodzenia roślinnego. U zwierząt mogą wywoływać zatrucia pokarmowe, jeśli pasze są silnie zanieczyszczone. Dodatkowo powodują niekorzystny wpływ na jakość produktów pochodzenia zwierzęcego. W przypadku stosowania pasz porażonych sporyszem odnotowywane są silne zatrucia pokarmowe zwierząt prowadzące niejednokrotnie do ich upadków. Dodatkowo u samic zwierząt można zaobserwować bezmleczność, problemy z zagnieżdżeniem się zarodka oraz uszkodzenia płodu. Maksymalny dopuszczalny poziom sporyszu w paszy wynosi 1000 mg/kg, natomiast rącznika 10 mg/kg. Jeśli chodzi o nasiona chwastów zawierające substancje toksyczne, dopuszczalna zawartość w paszy wynosi 3000 mg/kg, natomiast nasiona i owoce niepożądane powinny występować w śladowych ilościach, nie dających się określić ilościowo (na podstawie Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 sierpnia 2014 r.).

Zabronione białka pochodzenia zwierzęcego mogą się znaleźć w mieszankach paszowych zawierających mączki rybne, produkty z krwi oraz inne materiały paszowe pochodzenia zwierzęcego. Zakażone pasze powodują wysokie ryzyko wystąpienia chorób prionowych. Najczęściej odnotowywano przypadki u bydła – BSE oraz pojedyncze przypadki u owiec i kóz – trzęsawka/kołowacizna.

Nie stwierdza się zagrożenia w przypadku stosowania pasz zawierających autoryzowane modyfikacje (GMO), które zostały dopuszczone do stosowania w Unii Europejskiej. Stosowanie modyfikacji niezatwierdzonych, ze względu na brak analizy zagrożeń i oceny wpływu, należy uznać za wysoce ryzykowne.

Zanieczyszczenia chemiczne w mięsie pojawiają się najczęściej na skutek żywienia zwierząt skażoną paszą lub ich leczenia i nieprzestrzegania okresu karencji po podaniu leków, czyli zbyt wczesnego pozyskania surowca po ustąpieniu choroby lub po ostatnim podaniu leku zwierzętom.

Do zanieczyszczeń chemicznych zaliczyć możemy: substancje wykazujące działanie anaboliczne, substancje, których stosowanie u zwierząt jest niedozwolone, produkty lecznicze, w tym substancje niedozwolone, które mogły być użyte do celów weterynaryjnych, zanieczyszczenia chemiczne oraz inne zanieczyszczenia, w tym:

- antybiotykowe stymulatory wzrostu (tylozyna, spiramycyna itp.),
- substancje przeciwbakteryjne w paszach i wodzie (antybiotyki, sulfonamidy, chinolony),
- środki ochrony roślin: pestycydy chloroorganiczne i fosforoorganiczne,
- metale ciężkie (Pb, Cd, Hg, As),
- dioksyny i dioksynopodobne PCB,
- mykotoksyny (m.in. aflatoksyny, ochratoksyna, zearalenon),
- melamina,
- pierwiastki śladowe (Fe, Mn, Zn, Cu, J, Se, Co, Mo),
- przeciwutleniacz EQ,
- inne substancje, jak np. azotyny, mocznik.

W mieszankach paszowych dla drobiu oraz trzody chlewnej mogą występować substancje wykazujące działanie anaboliczne, produkty lecznicze weterynaryjne skreślone z rejestru, niedozwolone antybiotykowe stymulatory wzrostu (tylozyna, spiramycyna itp.) czy substancje przeciwbakteryjne (antybiotyki, sulfonamidy, chinolony). Występowanie ww. substancji powoduje u zwierząt wzrost antybiotykooporności u flory patogennej obecnej na fermach hodowlanych. Postępujące zagrożenie obserwuje się w stadach zwierząt monogastrycznych, ale też i u zwierząt przeżuwających, w szczególności u bydła. Istnieje również wysoka zależność pomiędzy poziomem antybiotykoodporności u zwierząt a tym stwierdzanym w produktach pochodzenia zwierzęcego. To może powodować wysokie zagrożenie dla ludzi, ze względu na fakt przenoszenia się oporności ze zwierząt na ludzi i dramatycznego obniżania skuteczności terapeutycznej antybiotyków dostępnych w medycynie ludzkiej.

Zanieczyszczenie antybiotykami rozpatruje się głównie pod kątem ich oddziaływania na organizm z punktu widzenia mikrobiologii i immunologii. Antybiotyki paszowe zaczęto stosować w żywieniu zwierząt w latach 50. ubiegłego wieku. Głównym powodem ich stosowania była poprawa przyrostów masy ciała i lepsze wykorzystanie paszy, co było efektem ograniczenia przez nie rozwoju niekorzystnych mikroorganizmów i ich toksyn. Antybiotyki stosowane w paszach nazywano często antybiotykowymi stymulatorami wzrostu. Warto wspomnieć, że dopuszczono do stosowania jedynie takie, które nie mogły wchłaniać się z przewodu pokarmowego i kumulować w mięsie. Najczęściej jako stymulatory wzrostu stosowano następujące antybiotyki: awilamycynę, bacytracynę, chlorotetracyklinę, flawofosfolipol, monenzynę, penicylinę, salinomycynę, spiramycynę, tylozynę, wirginiamycynę (Przeniosło-Siwczyńska i Kwiatek, 2013).

Jednak po pewnym czasie zaczęto obserwować zjawisko lekooporności wielu drobnoustrojów na antybiotyki. W wielu pracach badawczych wykazano występowanie zależności między stosowaniem antybiotykowych stymulatorów wzrostu (ASW) a powstawaniem mechanizmów oporności u bakterii, aczkolwiek pojawiają się również wyniki badań, że rola ta jest mniejsza niż uprzednio sądzono (Pejsak i Truszczyński, 2006). Jednak presja i sprzeciwy konsumentów przyczyniły się również do wprowadzenia zakazu stosowania ASW w paszach. Ostatecznie od stycznia 2006 roku obowiązuje w Polsce wydany przez UE całkowity zakaz stosowania w paszach dla świń (oraz innych gatunków zwierząt konsumpcyjnych) antybiotykowych stymulatorów wzrostu (Pejsak i Truszczyński, 2006). Stosowanie ASW jest obecnie dozwolone w USA, Australii, Chinach i Rosji. W przypadku świń w UE wycofano takie antybiotyki jak: awoparcynę, bacytracynę, spiramycynę, tylozynę, wirginiamycynę, awilamycynę, flawofosfolipol, salinomycynę.

Po wprowadzeniu zakazu stosowania ASW zaobserwowano wzrost zużycia antybiotyków stosowanych w celach leczniczych. Są to często antybiotyki stosowane w leczeniu człowieka, co stwarza pewne zagrożenia związane ze wzrostem oporności takich bakterii jak: *Salmonella*, *Campylobacter* i zoonotycznych szczepów *E. coli*. Wprowadzenie zakazu stosowania ASW spowodowało poszukiwanie dodatków, które mogłyby je zastąpić, np. takich jak: probiotyki, prebiotyki, enzymy, oligosacharydy oraz kwasy organiczne i zioła. Są one jednak mniej skuteczne. Teraz kładzie się większy nacisk na bioasekurację i szczepienia ochronne. Należy wspomnieć, iż obecnie pasze podlegają urzędowej kontroli na obecność substancji przeciwbakteryjnych. Wyniki urzędowej kontroli pasz przeprowadzonej w latach 2006-2012 wykazały, że około 28,3% próbek zawierało substancje przeciwbakteryjne. W takich przypadkach podejmuje się dokładniejsze badania, aby dokonać szczegółowej identyfikacji rodzaju substancji.

Aktualnie możemy stwierdzić obecność antybiotyków w organizmie zwierząt jedynie w przypadku ich leczenia i nieprzestrzegania zasad dobrej praktyki hodowlanej i weterynaryjnej. Najczęstszą przyczyną występowania antybiotyków jest nieprzestrzeganie okresu karencji niezbędnego do eliminacji leku z organizmu zwierzęcia, niezgodne ze wskazaniami dawkowanie lub samowolne, poza kontrolą, podawanie leków przez hodowców (Przeniosło-Siwczyńska i Kwiatek, 2013). Pozostałości antybiotyków w żywności mogą prowadzić do wywoływania reakcji alergicznych u konsumentów lub oddziaływać na mikroflorę jelitową.

Pestycydy chloroorganiczne i fosforoorganiczne mogą znajdować się w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego, głównie w zbożach (tab. 7 i 8). W przypadku pozostałości pestycydów nie istnieje w zasadzie ryzyko zatrucia zwierząt, jednakże należy potwierdzić ryzyko wystąpienia podklinicznego podtrucia zwierząt narażonych na ekspozycję tych czynników ryzyka w dłuższym okresie czasu. Obecność pestycydów w paszach prowadzi do obniżenia odporności zwierząt oraz zwiększenia zachorowalności, co może skutkować zaburzeniami w rozrodzie oraz uszkodzeniami płodów. Ryzyko dla zdrowia i życia ludzi związane jest przede wszystkim ze skażoną żywnością pochodzenia roślinnego, jednakże istnieje niewielkie ryzyko narażenia zdrowia konsumentów poprzez pozostałości pestycydów w produktach pochodzenia zwierzęcego, jak np. w podrobach.

Tabela 7. Dopuszczalne, maksymalne zawartości pestycydów chloroorganicznych w paszach (na podstawie Planu Urzędowej Kontroli Pasz w roku 2016).

Parametr	Mieszanki pełnoporcjowe	Wyjątki
Aldryna i dieldryna	0,01 mg/kg	0,02 mg/kg
DDT	0,05 mg/kg	
Endosulfan	0,1 mg/kg	0,005 – 0,5 mg/kg
Endryna	0,01 mg/kg	
Heptachlor	0,01 mg/kg	
Heksachlorobenzen (HCB)	0,01 mg/kg	
Heksachloroheksan (HCH)*	0,005 – 0,02 mg/kg	
Metoksychlor	0,01 mg/kg	

*W zależności od izomeru

Tabela 8. Dopuszczalne, maksymalne zawartości pestycydów fosforoorganicznych i innych w paszach (na podstawie Planu Urzędowej Kontroli Pasz w roku 2016).

Parametr	Zawartość (mg/kg)
Alfa-cypermetryna, cypermetryna	0,05 – 2
Azoksystrobina	0,01 – 5
Bifentryna	0,05 – 0,5
Boskalid	0,5 – 3
Bromukonazol	0,05 – 0,2
Buprofezyna	0,05 – 0,5
Chinoksyfen	0,05 – 0,2
Chlorfenwinfos	0,01 – 0,02
Chloropyrifos	0,05 – 0,2
Chloropyrifos metylowy	0,05 – 3
Cyflutryna	0,02 – 0,05
Cyprodynil	0,02 – 4
Cyprokonazol	0,05 – 0,4
Deltametryna	0,05 – 2
Diazynon	0,01 – 0,02
Dichlorfos	0,01
Difenkonazol	0,05 – 3
Epoksykonazol	0,05 – 1,5
Etion	0,01 – 0,02
Fenitrotion	0,02 – 0,05
Fenwalerat i esfenwalerat	0,02 – 0,3
Fenbukonazol	0,05 – 0,2
Fenpropimorf	0,05 – 0,5
Fluchinkonazol	0,05 – 0,1
Fludioksonil	0,01

Parametr	Zawartość (mg/kg)
Flusilazol	0,01
Flutriafol	0,2 – 0,5
Heksakonazol	0,01 – 0,02
Krezoksym metylowy	0,05 – 0,1
Lambda-cyhalotryna	0,02 – 1
Malation	0,02 – 8
Metakryfos	0,01 – 0,02
Paration	0,05
Paration metylowy	0,02
Pendimetalina	0,05
Penkonazol	0,05
Permetryna	0,05 – 0,1
Pirymifos metylowy	0,05 – 5
Prochloraz	0,05 – 1
Procymidon	0,01 – 0,02
Propikonazol	0,05 – 0,7
Protiokonazol	0,02 – 0,3
Tebukonazol	0,02 – 2
Triadimefon	0,1 – 0,2
Triazofos	0,01 – 0,02
Trifloksystrobina	0,05 – 0,3
Trifluralin	0,01
Tritikonazol	0,01 – 0,02
Winklozolina	0,01 – 0,02

Metale ciężkie mogą występować we wszystkich rodzajach materiałów paszowych i dodatków paszowych, szczególnie jednak w kukurydzy, rzepaku, słoneczniku, mączkach rybnych i tłuszczach zwierzęcych. Dopuszczalna zawartość metali ciężkich w paszach uwzględniona została w Planie Urzędowej Kontroli Pasz (tab. 9). Stosowanie pasz skażonych metalami ciężkimi niesie ryzyko zatruć zwierząt, które w sytuacjach ekstremalnych mogą prowadzić do ich upadków. Najczęściej jednak metale ciężkie odkładane są w tkankach, w szczególności w kościach, nerkach, wątrobie, mózgu. U zwierząt narażonych na długotrwałą ekspozycję ze strony metali ciężkich mogą występować choroby układu krążenia, nerwowego i choroby nowotworowe. Wysokie stężenie metali ciężkich w paszach stanowi potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa środków spożywczych pochodzenia zwierzęcego.

Tabela 9. Dopuszczalne, maksymalne zawartości metali ciężkich w paszach (na podstawie Planu Urzędowej Kontroli Pasz w roku 2016).

Parametr	Mieszanki pełnoporcjowe	Wyjątki
Kadm	0,5 mg/kg	1 – 30 mg/kg
Ołów	5 mg/kg	5 – 400 mg/kg
Rtęć	0,1 mg/kg	0,1 – 0,5 mg/kg
Arsen	2 mg/kg	4 – 100 mg/kg

Dioksyny i dioksynopodobne PCB mogą się znaleźć w surowcach roślinnych poddanych suszeniu, produktach ubocznych produkcji bioetanolu, olejach pochodzących z przemysłu spożywczego, produktach ubocznych z przemysłu piekarniczego, mączkach rybnych czy paszach zawierających tłuszcze. Dioksyny i dioksynopodobne PCB to wysoce niebezpieczne związki, głównie ze względu na wysoką toksyczność w niskich dawkach. Substancje te kumulują się w organizmach zwierząt (Cieślik i Migdał, 2012) – głównie w wątrobie oraz tkance tłuszczowej i stanowią bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia zwierząt, a za pośrednictwem produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego również dla ludzi. Nawet wyjątkowo niski poziom dioksyn w paszach może stać się źródłem znacznych, nieakceptowalnych poziomów dioksyn w produktach pochodzenia zwierzęcego. Schwind i wsp. (2010) w przebadanych próbkach pasz roślinnych przeznaczonych dla trzody chlewnej i drobiu, pochodzą-

cych z Niemiec, wykazali, że średnia zawartość PCB mieściła się w zakresie 0,04–0,07 μg/kg. Podobne wyniki zaprezentowano wcześniej w raporcie Komisji Europejskiej z 2002, gdzie określono poziom PCB w paszach dla świń pomiędzy 0,01 a 0,09 pg/g suchej masy paszy.

Substancje te przy długotrwałym narażeniu mogą powodować zaburzenia układu odpornościowego, nerwowego, hormonalnego i rozrodczego. Zwiększają również ryzyko wystąpienia chorób nowotworowych. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 sierpnia 2014 r. w sprawie zawartości substancji niepożądanych w paszach reguluje maksymalną zawartość dioksyn i dioksynopodobnych PCB w paszach dla zwierząt. Maksymalna zawartość sumy dioksyn w ng (WHO-PCDD/ F-TEQ/kg (ppt)), odpowiadająca paszy o zawartości wilgoci 12% w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego lub mineralnego wynosi 0,75, natomiast pochodzenia zwierzęcego 0,75-5 (olej z ryb). Maksymalna zawartość sumy dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn w ng (WHO-PCDD/ F-PCB- TEQ/kg (ppt)) odpowiadająca paszy o zawartości wilgoci 12% w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego wynosi 1,25-1,5, pochodzenia mineralnego – 1,0, natomiast pochodzenia zwierzęcego 1,25-20 (olej z ryb). Maksymalna zawartość niedioksynopodobnych PCB w μg/kg (ICES-6, ppb) odpowiadająca paszy o zawartości wilgoci 12% w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego i mineralnego wynosi 10, natomiast pochodzenia zwierzęcego 10-175 (olej z ryb).

Może się zdarzyć zakażenie pasz treściwych mykotoksynami, czyli produktami przemiany materii grzybów. Do zanieczyszczenia paszy dochodzi głównie wskutek nieodpowiedniego wysuszenia i przechowywania pasz porażonych grzybami lub podczas procesu produkcyjnego. Mykotoksyny produkowane są w warunkach wysokiej wilgotności, na przykład w wilgotnych ziarnach zbóż. Badania wykazują występowanie aflatoksyn produkowanych przez *Aspergillus flavous* i *Aspergillus parasiticus* w importowanych orzeszkach ziemnych i ochratoksyn produkowanych przez *Aochraceus A. aliaceus* i *Penicilium viridicatum* w zapleśniałych zbożach. Wykazują one działanie mutagenne i kancerogenne (Kowalska i wsp., 2017). Do organizmu zwierząt mogą dostać się wraz z porażoną paszą. Mykotoksyny mogą być przyczyną marskości wątroby, uszkodzenia nerek, porażenia układu nerwowego, zakłóceń działania układu pokarmowego, krwotoczności, uszkodzenia narządów płciowych (Kołożyn-Krajewska i Sikora, 2010). U zwierząt żywionych paszami skażonymi mykotoksynami obserwuje się zmniejszenie apetytu, obniżenie produkcyjności, zaburzenia skórne, upośledze-

nie układu rozrodczego, układu nerwowego, uszkodzenia nerek, wątroby, płuc, wpływają na zaburzenia w gospodarce hormonów płciowych, a w przypadkach stosowania pasz w wysokim stopniu porażonych mykotoksynami obserwuje się zwiększenie upadków w stadach zwierząt. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 sierpnia 2014 r. w sprawie zawartości substancji niepożądanych w paszach reguluje jedynie zawartość maksymalną aflatoksyny B_1 na poziomie 0,005-0,02 mg/kg paszy.

Produkty pochodzenia zwierzęcego na skutek m.in. stosowania pestycydów czy leków weterynaryjnych mogą zawierać melaminę. Jest to związek chemiczny z grupy amin, rozkładany do amoniaku i dwutlenku węgla (pełny rozkład) lub do kwasu cyjanurowego, ameliny i ammelidy (niepełny rozkład). Ze względu na wysoką zawartość azotu melamina bywa stosowana do uzyskania fałszywie wysokiej zawartości białka w analizach pasz dla zwierząt oraz produktów spożywczych produkowanych poniżej norm. Potencjalnie stosowana w paszach wysokobiałkowych, w tym produktach mlecznych i mleku oraz soi. Stosowanie w żywieniu zwierząt pasz zafałszowanych melaminą może prowadzić do zatruć pokarmowych oraz upadków śmiertelnych. Ze względu na metabolizm melaminy w organizmach zwierząt nie ma zagrożenia odkładania się tej substancji oraz jej metabolitów w ich tkankach, co oznacza, że potencjalne skarmianie zwierząt paszą zafałszowaną melaminą nie ma wpływu na zdrowie i życie człowieka. Maksymalna dopuszczalna zawartość melaminy w paszy wynosi 2,5 mg/kg.

Stosowanie w żywieniu zwierząt pasz niezbilansowanych pod względem pierwiastków śladowych może wpływać niekorzystnie na funkcjonowanie organizmów zwierzęcych oraz występowanie chorób na tle niedoboru bądź nadmiaru poszczególnych pierwiastków. W tabeli 10 przedstawiono maksymalną zawartość poszczególnych pierwiastków śladowych w paszach wraz z dopuszczalnymi odchyleniami w przypadku niedoborów (na podstawie Planu Urzędowej Kontroli Pasz w roku 2016).

Niedobór żelaza może powodować niedokrwistość, natomiast nadmiar prowadzi do hemochromatozy. U zwierząt gospodarskich niedobór żelaza prowadzi do zahamowania tempa wzrostu, osłabienia apetytu i anemii oraz problemów z rozmnażaniem. Szczególnie wrażliwe na niedobór żelaza w paszy są prosięta ssące. Niedobór manganu u zwierząt powoduje osłabienie rozwoju kośćca, kulawiznę, wzmożone odkładanie słoniny grzbietowej, osłabienie zdolności rozmnażania i słabe lub martwe płody. Niedobór miedzi może prowadzić do zahamowania tempa wzrostu, osłabienia stawów nóg, osłabienia struktury kości

i anemii, a także do wystąpienia takich schorzeń jak: staw skokowy zgięty, kończyny przednie skrzywione, kulawizny. Jod odgrywa dużą rolę w intensywności przemiany materii. Jego niedobór skutkuje również osłabieniem zdolności rozmnażania i pojawieniem się słabych lub martwych płodów, czasem dochodzi do rodzenia się prosiąt pozbawionych okrywy włosowej. Selen jest pierwiastkiem, którego nadmiar jest trujący, ale niedobór także wpływa niekorzystnie na rozwój organizmów żywych. Przewlekłe zatrucie selenem, zwane selenozą, przejawia się m.in. niedokrwistością, zanikiem mięśnia sercowego, zesztywnieniem koń-

czyn czy ślepotą (Karwacka i wsp., 2014) Niedobór selenu może z kolei wpływać na znaczne obniżenie zawartości całkowitego jodu w gruczole tarczycowym, jak również prowadzić do zwiększenia umieralności zarodków zwierząt gospodarskich w pierwszych 2–4 tygodniach po zapłodnieniu.

Brak kobaltu lub małe jego ilości w paszy powoduje, że zwierzęta stają się apatyczne, chudną, słabną, zapadają na niedokrwistość, jednak świnie są mało

wrażliwe na niedobory kobaltu w paszy. Pierwiastkiem, którego nadmiar jest również szkodliwy dla zdrowia zwierząt jest molibden. Oznakami zatrucia molibdenem są: blednica, silna biegunka oraz spadek mleczności i ciężaru ciała. Natomiast niedobór molibdenu objawia się zaburzeniami w wydalaniu tych produktów przemiany materii, za które odpowiedzialny jest molibden, czyli kwasu moczowego i związków siarki.

Tabela 10. Zawartość mikroelementów, dla których określono maksymalną zawartość w mieszankach paszowych (na podstawie Planu Urzędowej Kontroli Pasz w roku 2016)

Parametr	Zawartość	Dopuszczalne odchylenia w przypadku niedoboru
Żelazo (Fe)	750 mg/kg	Cu, Fe, Mn, Zn (1 – 500 mg/kg) – 20%, Fe, Mn, Cu, Zn – (500 – 1000 mg/kg) – 100 mg/kg, powyżej 1000 mg/kg – 10%
Mangan (Mn)	150 mg/kg	
Cynk (Zn)	150 mg/kg	
Miedź (Cu)	prosięta do 12 tyg. – 170 mg/kg inne świnie – 25 mg/kg	
Jod (J)	10 mg/kg	J – poniżej 0,5 mg/kg – 40% J – (0,5 – 1,0 mg/kg) – 0,2 mg/kg J – (1 – 500 mg/kg) – 20% J – (500 – 1000 mg/kg) – 100 mg/kg
Selen (Se)	0,5 mg/kg	Se – poniżej 0,5 mg/kg – 40% Se – (0,5 – 1,0 mg/kg) – 0,2 mg/kg Se – (1 – 500 mg/kg) – 20% Se – (500 – 1000 mg/kg) – 100 mg/kg
Kobalt (Co)	2,0 mg/kg	
Molibden (Mo)	2,5 mg/kg	

Istnieje potencjalne ryzyko, iż pasze przemysłowe niezabezpieczone przeciwutleniaczami EQ – etoksyquin (jak również innymi przeciwutleniaczami np. BHT, BHA czy estry kwasu galusowego) mogą nie zawierać deklarowanej ilości składników, ze względu na fakt ich naturalnego rozkładu w procesach utleniania. Przeciwutleniacze, dodane do produktów paszowych spowalniają proces oksydacji poprzez zmniejszenie ilości wolnych reaktywnych rodników. Do pasz wymagających stosowania przeciwutleniaczy należą przed wszystkim pasze zawierające duże ilości tłuszczu, a więc: mączki zwierzęce, koncentraty tłuszczowe, tłuszcze

paszowe oraz preparaty z wrażliwymi na utlenianie witaminami. Dopuszczalny poziom zawartości EQ lub razem wszystkich przeciwutleniaczy w paszy wynosi 150 mg/kg. W przypadku niedoboru, dopuszczalne jest odchylenie od deklarowanego poziomu EQ – poniżej 0,5 mg/kg – 40%, 0,5 – 1,0 mg/kg – 0,2 mg/kg, 1 – 500 mg/kg – 20%, 500 – 1000 mg/kg – 100 mg/kg.

Do zanieczyszczeń chemicznych pasz zaliczamy również inne substancje, jak np. mocznik i azotyny, które mogą być niebezpieczne dla zwierząt gospodarskich. Dopuszczalna zawartość azotynów w paszy wynosi 15 mg/kg, z wyjątkiem mączki rybnej – 30 mg/kg, natomiast dopuszczalna obecność mocznika w paszy nie może przekraczać 4 g/kg (na podstawie Planu Urzędowej Kontroli Pasz w roku 2016).

Ważne jest również odpowiednie zbilansowanie pasz pod względem zawartości podstawowych składników pokarmowych, witamin A i E oraz wybranych aminokwasów. Stosowanie niezbilansowanych pasz może wpływać niekorzystnie na produkcyjność zwierząt oraz jakość produktów pochodzenia zwierzęcego.

Do zagrożeń typu fizycznego zaliczamy obecność ciał obcych w paszach (sznurek, szkło, pozostałości opakowań, inne zanieczyszczenia fizyczne), fizyczne właściwości pasz (niewłaściwa granulacja, rozdrobnienie, wilgotność, homogeniczność) oraz skażenia radiologiczne (Cez 134 i 137). Obecność w paszy ciał obcych może powodować uszkodzenia układu pokarmowego. Zaburzenia w pobieraniu paszy oraz zmniejszenie jej strawności, jak również ryzyko wystąpienia procesów gnilnych, może być wynikiem niewłaściwej granulacji, rozdrobnienia i wilgotności pasz stosowanych w żywieniu zwierząt. Brak homogeniczności paszy prowadzi do nierównomiernego rozmieszczenia, a w konsekwencji niedostatecznego pobrania składników odżywczych, co może prowadzić do obniżenia produkcyjności zwierząt oraz jakości produktów pochodzenia zwierzęcego. Potencjalnie we wszystkich rodzajach pasz mogłyby występować skażenia radiologiczne, jednak w praktyce wpływ tego czynnika na zwierzęta jest nieistotny.

Należy wspomnieć, iż obecność wszystkich wyżej wymienionych zanieczyszczeń w paszach jest kontrolowana w ramach urzędowej kontroli pasz.

2
4
8
1
3
5
7

ALERGIE POKARMOWE, ALERGIA NA MIĘSO, POTENCJALNE ALERGENY W PASZY DLA ŚWIŃ

Alergie pokarmowe

Alergia to zmieniona odpowiedź organizmu (tkanek) na oddziaływanie różnych substancji (alergenów). Polega na reakcji układu odpornościowego poprzez powstawanie przeciwciał (immunoglobuliny IgE), które wiążąc się z antygenem uwalniają mediatory stanu zapalnego. Reakcja alergiczna może mieć różny stopień natężenia, od łagodnej, objawiającej się np. katarem czy łzawieniem, aż do wstrząsu anafilaktycznego, mogącego doprowadzić do śmierci.

Według danych EUROSTATU (2017) w Europie średnio u 16,9% populacji występują alergie, przy czym najwyższą częstotliwość alergii odnotowano w Finlandii (31,6%), Niemczech (29%), Luksemburgu (25%), Austrii (24,2%) i Islandii (23,3%), a najniższą w Rumuni (1,4%), Bułgarii (4,4%), na Cyprze (6,2%), Litwie (7,6%) oraz w Polsce i Estonii (8,7%). Zdaniem Fernandez-Rivas i wsp. (2015) częstotliwość alergii w Europie wynosi od 3 do 35% jeśli jest określana na podstawie własnych zgłoszeń pacjentów, ale jeśli przeprowadzane są testy, to liczba ta jest mniejsza. W diagnozowaniu alergii zależnych od IgE, uczulenie jest stwierdzane na podstawie testów skórnych lub pomiarów IgE w surowicy, jednak w celu ustalenia ich znaczenia klinicznego niezbędne są testy wziewne. Są one czasochłonne, nie wszędzie dostępne i przede wszystkim drogie, co powoduje, że są rzadziej wykonywane, przez co ilość zdiagnozowanych alergii może być zawyżona. Dodatkowo prawdziwe alergie często są mylone i umieszczane w zestawieniach razem z nietolerancjami pokarmowymi, a nawet niektórymi zatruciami pokarmowymi, które mogą mieć przebieg podobny do alergii.

Do antygenów najczęściej wywołujących alergię należą pyłki roślin, zarodniki pleśni, różnego rodzaju leki, produkty spożywcze, jad niektórych owadów, zwierzęta, konserwanty oraz różne produkty chemiczne i kosmetyczne.

W ostatnich latach coraz większym problem społecznym stają się alergie pokarmowe. Alergia pokarmowa jest odwróconą reakcją organizmu na składniki pożywienia. Reakcje zależne od IgE mają tendencję do występowania natychmiast lub w ciągu jednego do dwóch godziny po spożyciu posiłku, podczas gdy reakcje niepowodowane przez IgE występują później. Objawami alergii pokarmowej mogą być objawy skórne (np. świąd, pokrzywka, zaczerwienienia lub obrzęk), objawy ze strony przewodu pokarmowego (np. ból brzucha, wymioty i biegunka), objawy ze strony układu oddechowego (np. katar, kichanie, kaszel, świszczący oddech, duszności), uogólnione objawy – anafilaksja czy objawy ze strony układu sercowo-naczyniowego. Obok alergii mogą występować również różnego pochodzenia nietolerancje pokarmowe, które są również niekorzystnymi reakcjami organizmu. Nie mają jednak podłoża alergicznego. Do takich nietolerancji zaliczamy, np. nietolerancję białka mleka (laktozy) spowodowaną niedoborem enzymu – laktazy, trawiącego laktozę. Istnieją również reakcje na produkty spożywcze, które naturalnie w swoim składzie zawierają pewne dodatki, jak np. teobromina w czekoladzie czy tyraminy w serach dojrzewających, które mogą powodować reakcje organizmu podobne do reakcji alergicznych.

Jako inne, niekorzystne dodatki do żywności wymienia się np. glutaminian sodu czy siarczyny, które to w kwaśnym środowisku żołądka przekształcają się we frakcję gazową i mogą doprowadzać w ten sposób do różnych reakcji alergicznych, a nawet astmy.

Występowanie alergii pokarmowych jest częstsze u dzieci (około 8%) niż u osób dorosłych – około 4% (Schäfer i wsp., 2001, Theler i wsp., 2009). Schäfer i wsp. (2001) przeprowadzili badania dotyczące alergii na prawie 1600 osobach, w równej liczebności kobiet i mężczyzn, i stwierdzili, iż u prawie 21% badanych występują alergie lub nietolerancje pokarmowe potwierdzone w testach skórnych na jeden z 10 wybranych alergenów, przy czym dwukrotnie więcej alergii odnotowywano u kobiet niż u mężczyzn. Peters i wsp. (2015) przez 5 lat prowadzili obserwacje ponad pięciu tysięcy dzieci w wieku 11 – 15 miesięcy i stwierdzili, że u 70% nie ma żadnych objawów alergii pokarmowych, u 16% zaobserwowali wysypkę nie związaną z jedzeniem, u 9% stwierdzono pojedynczą alergię na białko jaj, natomiast jedynie u 5% stwierdzono złożone reakcje alergiczne na więcej niż jeden alergen pokarmowy. Spośród reakcji złożonych w 3% związane one były

z alergią na orzechy, której towarzyszyła reakcja na białko jaj, a w 2% z alergią na białko jaj związane z alergią na sezam lub orzechy.

Wśród produktów spożywczych wywołujących alergie wymienia się głównie: różnego rodzaju orzechy (laskowe, ziemne, włoskie), ryby i owoce morza, białko jaj, mleko i produkty mleczne, soję, rośliny strączkowe, kukurydzę i zboża, nasiona sezamu, gorczycy i słonecznika, czekoladę, pszenicę oraz niektóre owoce (jabłka, brzoskwinie, kiwi, banany, melony) i warzywa (seler, marchew, pomidory). U dzieci przeważają alergie na produkty pochodzenia zwierzęcego, a u dorosłych pochodzenia roślinnego. Schäfer i wsp. (2001) jako główne alergeny określili orzechy, owoce, mleko, wino i warzywa, przy czym alergia na owoce i orzechy objawiała się głównie zmianami skórnymi, podczas gdy alergia na mle-

ko, jaja i produkty mączne – objawami ze strony układu pokarmowego. Autorzy podkreślają jednak, iż niska frekwencja alergii na owoce morza i ryby oraz soję może wynikać z preferencji żywieniowych w badanej populacji. Autorzy ww. badań stwierdzili, że jedna czwarta badanych miała uczulenie na co najmniej jeden z produktów, przy czym alergii na orzechy laskowe, seler i orzeszki arachidowe najczęściej towarzyszyły alergie na inne produkty.

Jednocześnie Schäfer i wsp. (2001) stwierdzili, że ze wszystkich reakcji alergicznych, prawie 43% powoduje objawy ze strony układy oddechowego, aż 29% objawia się w postaci alergii skórnych, 13% ze strony układu pokarmowego, a tylko 3% ze strony układu oddechowego i krążenia. Schäfer i wsp. (2001) stwierdzili, że w 12% przypadków dochodzi do ujawnienia się kilku różnych objawów naraz. Objawy skórne to głównie pokrzywka i ostry obrzęk naczynioworuchowy (głównie powiek, warg i/lub języka), które pojawiają się najczęściej już kilka minut po spożyciu pokarmu. Tego typu objawy towarzyszą głównie spożywaniu ryb, mięsa, warzyw i owoców. Inny rodzaj objawów skórnych występuje u niemowląt i małych dzieci, u których alergia pokarmowa objawia się atopowymi wypryskami na skórze. Jedną z form pokrzywki związanej ze spożywaniem świeżych owoców jest tzw. zespół alergii jamy ustnej (OAS) objawiający się obrzękiem warg i jamy ustnej, pokrzywką, zwłaszcza rąk, i mrowieniem ust, jamy ustnej oraz gardła. Występuje u ludzi z uczuleniem na pyłki, zwłaszcza brzozy i traw. Jako objawy ze strony układu pokarmowego w reakcji na alergeny pokarmowe wymienia się głównie nudności, skurcze, wymioty oraz biegunkę. Zdarzają się również zapalenia przełyku, żołądka i jelit. U niemowląt mogą występować kolki w pierwszych 2-4 tygodniach życia, które czasem utrzymują się nawet do czwartego miesiąca życia. Ze strony układu oddechowego alergie mogą prowadzić do astmy. Jeżeli reakcja alergiczna jest nagła, ma przebieg ogólnoustrojowy i wieloobjawowy w postaci, m.in. wysypki, obrzęku górnych dróg oddechowych oraz spadku ciśnienia krwi, wówczas możemy mówić o tzw. wstrząsie anafilaktycznym, który może prowadzić do śmierci.

Pokarmy, które najczęściej odpowiedzialne są za reakcje anafilaktyczne to: orzechy (laskowe, ziemne, włoskie), ryby i owoce morza (krewetki, kraby, homary, ostrygi, małże), mleko (krowie i kozie), białko jaj, nasiona (np. sezam i gorczyca), czasem owoce i warzywa.

Alergia na orzechy

Alergia na orzechy obejmuje alergie na migdały, orzechy brazylijskie, orzechy laskowe, orzechy włoskie, orzechy ziemne czy pistacje i nerkowce. Na szczególną uwagę w Polsce zasługują jednak orzechy włoskie i laskowe oraz importowane orzechy ziemne.

Orzechy włoskie są bogate w tłuszcz, szczególnie w wielonienasycone kwasy tłuszczowe LA – linolowy i ALA – alfa-linolenowy, mogą być spożywane w postaci bezpośredniej, w produktach pieczonych, lodach, sałatkach oraz z mięsem, rybami i daniami z makaronu. Olej z orzechów jest stosowany do sałatek i makaronów, przy czym jego alergenność zależy od metody jego ekstrakcji i czystości końcowej (Teuber i wsp., 1997). W orzechach włoskich scharakteryzowane zostały następujące alergeny pokarmowe: Jug r 1 (2S albumina), Jug r 2 (7S vicilino globulina), Jug r 3 (lipid transfer protein), Jug r 4 (legumino podobne białko) i Jug r (profilina). Występowanie alergii na orzechy włoskie stwierdzono u 4,2% dzieci z alergiami pokarmowymi (Crespo i wsp., 1995). Sicherer i wsp. (2001) podają, iż ze wszystkich alergii na orzechy – alergia na orzechy włoskie stanowi około 34%. W literaturze można znaleźć opisy przypadków wstrząsów anafilaktycznych po zjedzeniu orzechów włoskich, przy czym niektóre z nich indukowane były inną aktywnością, jak np. ćwiczeniami fizycznymi.

Z orzechów laskowych wyizolowano ponad dziesięć różnych alergenów, m.in. rCor a 1 (PR-10), rCor a 2 (profilina), rCor a 8 (nsLTP), nCor a 9 (11S globulina) i nCor a 11 (7S globulina) czy Cor a 14 (2S albumina). Prażenie orzechów zmniejsza ich alergenność. Alergia na orzechy laskowe, po alergii na orzechy ziemne, brazylijskie i migdały, jest jedną z częściej spotykanych alergii na orzechy.

Orzechy ziemne stanowią wartościowy składnik odżywczy, ale zidentyfikowano w nich ponad 17 różnych alergenów pokarmowych, w tym m.in. nAra h 1 (7S globulinę), nAra h 2, 6 (2S albuminę), nAra h 3, 4 (11S globulinę) oraz rAra h 8 (PR-10). Alergia na orzechy ziemne często może prowadzić do reakcji anafilaktycznych, nawet przy spożyciu małych ilości.

Wśród różnych rodzajów orzechów występuje wysoka krzyżowa reakcja alergiczna (Comstock i wsp., 2004). Zarówno Asero i wsp. (2004), jak i Goetz i wsp. (2005) potwierdzili obecność reakcji krzyżowych pomiędzy alergią na orzechy włoskie, laskowe, pekany lub brazylijskie. Wysoka reaktywność krzyżowa wynika przed wszystkim z albuminy 2S i innych zapasowych białek.

Alergeny ryb i owoce morza

Parwalbuminy to białka wiążące wapń, występujące w mięśniach szybko kurczliwych, zaangażowane w proces relaksacji w mięśniach, zostały zidentyfikowane jako główne alergeny ryb (tab. 11). Mają one niezwykłą stabilność, co wyjaśnia, dlaczego pomimo gotowania i ekspozycji na enzymy żołądkowo-jelitowe (wraz z innymi parwalbuminami) mogą powodować alergie. Wykazano, że parwalbuminy są głównymi alergenami również w innych gatunkach ryb, np. w tuńczyku, łososiu, węgorzu, dorszu czy okoniu. W większości przypadków alergie występują więc na wiele gatunków ryb. W literaturze nie stwierdzono reakcji krzyżowych ryb z pokarmami spoza grupy ryb, w tym z grupą skorupiaków. Pojawiają się jednak publikacje popularnonaukowe, w których sugeruje się, iż spożycie mięsa lub jego przetworów od świń intensywnie skarmianych mączką rybną, może stanowić potencjalne zagrożenie dla osób z silną alergią na ryby.

Tabela 11. Alergeny pochodzące z ryb i owoców morza

Źródło	Alergeny
Karp	rCyp c 1 (parwalbumina)
Dorsz bałtycki	rGad c 1 (β-parwalbumina)
Dorsz atlantycki	rGad m 1 (β-parwalbumina)
	rGad m 2 (β-enolaza)
	rGad m 3 (adolaza A)
Krewetka brązowa – *Penaeus aztecus*	rPen a 1 (tropomiozyna)
Krewetka – *Penaeus indicus*	rPen i 1 (tropomiozyna)
Krewetka tygrysia – *Penaeus monodon*	Pen m 1 (tropomiozyna)
	Pen m 2 (kinaza argininowa)
	Pen m 3 (MLC 2)
	Pen m 4 (SCP)
	Pen m 6 (troponina C)

Wśród owoców morza rozróżnia się około trzydziestu jadalnych gatunków skorupiaków (w tym krewetki, kraby, langusty i raki) oraz mięczaków (małże, kalmary, ostrygi, ślimaki i ośmiornice). Większość z nich jest dość rzadko spo-

tykanym czynnikiem wywołującym alergię, jednak trafiły na listę silnych alergenów, ponieważ charakteryzują się ostrymi objawami klinicznymi, aż do zagrażających życiu. Najczęstszą przyczyną alergii pokarmowych na owoce morza są krewetki (tab. 11). Na świecie występuje ponad dwa tysiące gatunków krewetek. Głównym alergenem w krewetkach jest tropomiozyna, która jest termostabilna, dlatego występuje zarówno w gotowanych, jak i surowych krewetkach. W częściach jadalnych krewetki białko tropomiozyna może stanowić nawet do 20% wszystkich białek. Może również występować w innych skorupiakach, ale również w wołowinie, wieprzowinie i drobiu, przy czym w mięsach tych nie jest czynnikiem alergizującym dla ludzi.

Pozostałości skorupiaków mogą występować w różnych pokarmach. Rolland i wsp. (2013) opisali przypadek 46 letniej kobiety, która wiedząc, że jest uczulona na skorupiaki, unikała ich, a mimo to doznawała wielu niespodziewanych wstrząsów anafilaktycznych. Po przeprowadzeniu szczegółowego wywiadu oraz analiz różnego rodzaju produktów przez nią stosowanych, w tym kosmetyków, okazało się, że ataki powodowało stosowanie akrylowego lakieru do paznokci i proszku stymulującego odporność, które zawierały chitynę skorupiaków.

Alergeny mleka

Mleko zawiera ponad czterdzieści różnych białek, które mogą być zakwalifikowane do dwóch klas: kazeiny (80%) i serwatki (20%) (Wal, 1998a, Wal, 1998b). Kazeiny i białka serwatki wykazują różne właściwości fizykochemiczne. We frakcji kazeinowej wyróżnić możemy 4 białka: alfa S1-, alfa S2-, beta – i kappa kazeinę, natomiast we frakcji serwatkowej beta-laktoglobulinę (BLG), alfa-laktoalbuminę (ALA), albuminę surowicy bydlęcej (BSA), laktoferynę (LF), proteozopeptony oraz immunoglobuliny. BLG I ALA są syntetyzowane w gruczole mlekowym, natomiast BSA, LF i immunoglobuliny pochodzą z krwi. W tabeli 12 przedstawiono główne białka mleka powodujące alergie pokarmowe na podstawie danych przedstawionych przez WHO/IUIS (2017). Główne alergeny mleka to kazeina, BLG oraz ALA. Jednakże białka występujące w bardzo małych ilościach, takie jak BSA, immunoglobuliny, a zwłaszcza laktoferyna (poniżej 1%), wydają się być ważne, gdyż nawet 50% pacjentów uczulonych jest na te, a czasem tylko te białka (Docena i wsp., 1996). Dla alergenności ważny jest również balans pomiędzy frakcją kazein i frakcją serwatkową mleka (Lara-Villoslada i wsp., 2005).

Tabela 12. Alergeny pokarmowe mleka krowiego

Alergeny	Nazwa biochemiczna	Charakterystyka
nBos d 4	α-laktoalbumina	Stanowi 25% białek serwatkowych, składnik regulatorowy enzymatycznego układu transferazy galaktozylowej odpowiedzialnego za syntezę laktozy, możliwa reakcja krzyżowa z ALA innych gatunków, 10% reakcja krzyżowa z BLG (Baroglio i wsp., 1998)
nBos d 5	β-laktoglobulina	Stanowi 50% białek serwatkowych, brak homologów w mleku ludzkim (Wal, 2004), transporter witaminy A i retinolu w jelitach (del Val i wsp., 1999), wrażliwa na ogrzewanie (Ehn i wsp., 2004), reakcja krzyżowa z BLG innych gatunków
nBos d 6	albumina surowicy bydlęcej	Stanowi około 5% białek serwatkowych, jej główną rolą jest transport, metabolizm i dystrybucja ligandów i ochrona przed wolnymi rodnikami (Wal, 1998a), możliwa reakcja krzyżowa z SA owiec i świń (Restani i wsp., 1999)
nBos d 7	immunoglobuliny	Stanowią około 6% frakcji serwatkowej, zawiera IgG i IgE
nBos d 8	całkowita kazeina	Główny alergen mleka, podstawowe białko w serach, termostabilna, może występować w produktach bezmlecznych jako pozostałość/zanieczyszczenie
nBos d 9	αS1-kazeina	Stanowi 40% wszystkich kazein mleka, różne warianty u różnych ras bydła, wysoka reaktywność krzyżowa
nBos d 10	αS2-kazeina	Stanowi 12,5% wszystkich kazein mleka, nie wchodzi w interakcje z innymi kazeinami (Monaci i wsp., 2006), wysoka reaktywność krzyżowa
nBos d 11	β-kazeina	Stanowi około 35% wszystkich kazein mleka
nBos d 12	κ-kazeina	Stanowi 12,5% wszystkich kazein mleka

Alergeny jaj

Jajo kurze składa się w 8-11% ze skorupki, 56-61% białka i około 27-32% żółtka. Białko jaja to głównie woda (ok. 88%) i część białkowa (ok. 10%), która stanowi najważniejsze źródło alergenów. Wyróżniono 10 alergenów pokarmowych wśród białek jaj, ale najczęściej uczulającym białkiem jest owotransferyna (nGal d 3,53%), owomukoid (nGal d 1,38%), owoalbumina (nGal d 2,32%) oraz lizozym (nGal d 4,15%). Żółtko zaś składa się z wody (50%), lipidów (34%) i białka (16%). Wśród białek obecnych w żółtku jaja występuje liwity-

na (nGal d 5), która może uczulać poprzez drogi oddechowe. Alergia na ww. alergeny występuje do kilku minut po spożyciu jaj. Pojawia się często w wieku dziecięcym, ale w większości przypadków się z niej wyrasta. Rzadko dochodzi do wstrząsów anafilaktycznych wywołanych alergenami jaj kurzych.

Alergeny nasion

Sezam, gorczyca czy soja są znane jako silne alergeny, powodujące dość ostre reakcje u osób uczulonych. W tabeli 13 zaprezentowano wybrane alergeny nasion. Na szczególną uwagę zasługuje soja, która jest powszechnie stosowana w żywieniu ludzi i zwierząt. Na świecie uprawia się ponad 200 odmian soi. Jest używana w formie ziaren, ale może być też przetwarzana do mąki

sojowej, płatków, mleka czy do oleju. Białka sojowe znajdowane są w wielu produktach, jak np. masło czy margaryna, pieczywo i produkty mięsno-wędliniarskie. Białka nasion soi składają się z dwóch głównych frakcji: albuminy

11S i globuliny 7S, które stanowią od 70% do 80% całkowitego białka. Około 6% białek soi jest klasyfikowanych jako inhibitory trypsyny i chymotrypsyny, a około 0,5% to lektyny wiążące cukier. Te inhibitory i lektyny mogą wpływać negatywnie na jakość odżywczą i bezpieczeństwo diety na bazie soi (szczególnie ważne dla wegetarian), chyba że zostały one usunięte lub inaktywowane (Kleine-Tebbe i wsp., 2002). W soi występuje co najmniej 20 alergenów, jednak nie wszystkie są alergenami pokarmowymi. Trzy główne alergeny pokarmowe to rGly m 4 (PR-10), nGly m 5 (ß-conglycinin, 7S globulina) i nGly m 6 (Glycinin, 11 S globulina). Podczas zbiorów soi, transportu i przechowywania, wzrost temperatury może spowodować aktywację kolejnych alergenów (Wilson i wsp., 2005). Odnotowywane są przypadki reakcji krzyżowych z innymi roślinami strączkowymi.

Tabela 13. Wybrane alergeny nasion

Źródło	Alergeny
Gorczyca	nSin a 1 (2S albumina)
Sezam	nSes i 1, nSes i 2 (2S albumina)
	nSes i 3 (7S globulina)
Soja	rGly m 4 (PR-10)
	nGly m 5 (ß-conglycinin, 7S globulina)
	nGly m 6 (Glycinin, 11 S globulina)
Pszenica	rTri a 12 (profilina)
	nTri a 19 (całkowite gliadyny/gluteniny)
Słonecznik	nHel a 2 (profilina)
	nHel a 3 (nsLTP)

Omawiając alergię na nasiona, należy wspomnieć również o pszenicy. Alergeny zawarte w pszenicy, ale również i w innych zbożach (owies, żyto, jęczmień) mogą wywoływać chorobę zwaną celiakią lub nietolerancję na gluten. Objawy obu schorzeń są do siebie podobne: przebiegają z biegunką, rozdęciem brzucha, utratą masy ciała lub niedorozwojem, jednak w przypadku celiakii dochodzi do uszkodzenia wyściółki jelita cienkiego, a w przypadku nietolerancji glutenu zjawisko to nie jest obserwowane. Mechanizm różnicowania obu schorzeń nie jest jeszcze dobrze rozpoznany. W ostatnim czasie zapanowała swoista moda na

dietę bezglutenową. Należy jednak pamiętać, iż jak każda dieta eliminacyjna ma ona swoje wady i nie powinna być stosowana u osób niezdiagnozowanych pod kątem celiakii lub nietolerancji glutenu.

Alergia na mięso

Alergia na mięso jest bardzo rzadka i stanowi około 3% wszystkich alergii pokarmowych (Schäfer i wsp., 2001). Dotyczy głównie alergii na mięso wołowe i drób. Alergia na mięso wieprzowe jest rzadko spotykana. Ayuso i wsp. (1999) potwierdzili, iż spośród białek mięśni- tropomiozyna może być słabym alergenem mięsa. Natomiast Werfel i wsp. (1997) oraz Refaat i wsp. (2011) stwierdzili, że albumina surowicy bydlęcej (BSA) oraz γ-globulina bydlęca, które są alergenami mleka, mogą również wywoływać reakcję alergiczną na wołowinę.

Schäfer i wsp. (2001) w swoich badaniach stwierdzili, iż alergie na mięso w badanej przez nich populacji występowały w około 0,6% przypadków, przy czym częściej u kobiet (0,8%) niż u mężczyzn (0,4%). Jednocześnie stwierdzono w ww. badaniach, iż tak jak w przypadku innych alergii lub nietolerancji pokarmowych, istnieje reakcja krzyżowa między alergenami mięsa i pyłków roślin, a alergia na produkt spożywczy jest konsekwencją uczulenia na pyłki. Według Donnay i wsp. (2006) alergia na mięso objawia się głównie zmianami skórnymi, ale nie wykazuje reakcji ze strony układu oddechowego. Podobne wyniki uzyskali Schäfer i wsp. (2001), którzy stwierdzili zarówno reakcje skórne, jak i ze strony układu pokarmowego przy alergii na mięso, a dodatkowo nie zaobserwowali reakcji ze strony kilku różnych objawów naraz. Istnieje zależność krzyżowa reakcji alergicznej na mięso wieprzowe i koty (Donnay i wsp., 2006). W literaturze opisano jedynie kilka przypadków reakcji anafilaktycznych na mięso (np. Commins i wsp., 2009). W ostatnich latach zaobserwowano tzw. opóźnioną reakcję na mięso czerwone (szczególnie nerki wieprzowe) – rodzaj alergii, w której po ugryzieniu przez kleszcza w ciągu kilku godzin następowało spożycie mięsa, a wówczas występował wstrząs anafilaktyczny, związany z występowaniem specyficznych przeciwciał IgE do α-Gal (Hilger i wsp., 2016).

W żywieniu zwierząt, w szczególności trzody chlewnej stosuje się gotowe mieszanki, które zawierają znaczące ilości soi, zbóż (pszenicy, żyta) i dodatki mączki rybnej czy serwatki. Wszystkie te składniki potencjalnie mogą być alergizujące. Trzeba jednak pamiętać, że białka spożywane przez zwierzęta są w ich organi-

zmie trawione i nie stanowią zagrożenia dla ludzi konsumujących dany rodzaj mięsa. Mimo to, w prasie i na stronach internetowych można znaleźć informacje sugerujące, iż potencjalne alergeny wprowadzane do paszy dla zwierząt mogą być alergenami dla ludzi.

Znakowanie produktów potencjalnie zawierających alergeny

Informacje na opakowaniach żywności powinny zawierać informacje dotyczące potencjalnych alergenów, które mogą znaleźć się w produkcie, gdyż bez tych informacji pacjenci z nadwrażliwością mogą nie być w stanie ich rozpoznać.

Chociaż zidentyfikowano ponad 200 różnych alergenów, zgodnie ze standardem dotyczącym etykietowania żywności w opakowaniach jednostkowych (FAO, 2016), główne kategorie żywności, które należy umieścić na etykiecie, to:

- zboża zawierające gluten; tj. pszenica, żyto, jęczmień, owies, orkisz lub ich hybrydyzowane szczepy i produkty z nich,
- skorupiaki i produkty z nich,

- jaja i produkty jajeczne,
- ryba i produkty rybne,
- orzeszki ziemne, soja i produkty z nich,
- mleko i przetwory mleczne,
- orzechy i produkty z orzechów,
- siarczyn w stężeniu >10 mg/kg.

Przy znakowaniu produktów należy również uwzględniać specyfikę danego kraju lub regionu, gdyż ryzyko wystąpienia alergii pokarmowych w danej populacji może być zróżnicowane. Po zdiagnozowanej alergii pokarmowej konsumenci muszą wyeliminować z diety nie tylko produkt, na który są uczuleni, ale szczególną uwagę muszą zwracać na tzw. ukryte alergeny. Na etykiecie produktów przetworzonych zamieszczane są takie informacje: produkt zawiera śladowe ilości orzechów itp. Konsumenci mają jednak obawy co do produktów surowych, takich jak, np. mięso.

Jak ważne jest znakowanie produktów potwierdza przypadek 64 letniej kobiety, która doznała wstrząsu anafilaktycznego po zjedzeniu mięsa i okazało się, że jest ona uczulona na penicylinę, której pozostałości stwierdzono później w tym mięsie (Kanny i wsp., 1994). Podobne przypadki opisali Yman i wsp. (1994), którzy w różnego rodzaju produktach, takich jak np. czekolada, lody, bezy, lizaki, klopsiki, kiełbasa, hamburgery czy szynka, znaleźli orzechy, jaja, mleko, pszenicę, soję i białka kurze.

Alergie pokarmowe mają nie tylko znaczenie zdrowotne, ale również ekonomiczne i emocjonalne. Wykluczenie dzieci z życia codziennego szkoły, w tym ze szkolnej stołówki, może powodować u nich stres i osamotnienie. Warto również pamiętać, iż jedną z metod zapobiegania alergiom może być wczesne wprowadzanie konkretnych pokarmów do diety, np. jajek przed 12 miesiącem życia (Peters i wsp., 2015), co może zmniejszać ryzyko wystąpienia alergii na dany produkt. Tak samo, dzieci mające kontakt ze zwierzętami czy mieszkające poza miastem, posiadające kontakt z potencjalnymi alergenami roślin (np. trawy), rzadziej przejawiają objawy alergii.

WYBRANE ASPEKTY ZAGROŻEŃ ZWIĄZANYCH Z TRANSPORTEM I OBROTEM ZWIERZĘTAMI RZEŹNYMI

Transport zwierząt rzeźnych

Populacja i skład mikroflory przewodu pokarmowego jest uzależniony od warunków higienicznych w jakich zwierzęta są utrzymywane i transportowane do zakładów mięsnych (Kołożyn-Krajewska, 2007). Niewłaściwe warunki transportu zwierząt i silny stres związany z obrotem przedubojowym mogą znacząco wpłynąć na stopień skażenia mięsa. Znaczne nasilenie stresu w trakcie obrotu przedubojowego może spowodować przeniknięcie mikroflory przewodu pokarmowego przez barierę jelitową i przedostanie się do krwioobiegu, a następnie, w krótkim czasie, rozprowadzenie w organizmie zwierzęcia (Danyluk i Pyrcz, 2011). Duże zagęszczenie zwierząt podczas transportu oraz niewłaściwe warunki mogą również prowadzić do uszkodzeń ciała, krwawych wybroczyn i większej podatności na skażenie mikrobiologiczne. Obecnie w celu poprawy dobrostanu zwierząt warunki transportu i uboju są regulowane przez odpowiednie przepisy prawne UE (Kołacz i Kupczyński, 2016; Przybylski i wsp., 2016).

Analizując początki obchodzenia się ze zwierzętami na tle rozwoju i zmian społeczno- gospodarczych, obserwujemy dość ciekawą ewolucję związaną z transportem zwierząt. W średniowieczu, gdzie spożycie mięsa było powszechne, ubojów dokonywano we własnych gospodarstwach, co eliminowało sam proces przemieszczania żywych zwierząt na rzeź. Dzisiaj (z pominięciem uboju na własny użytek) zwierzęta odwożone są różnymi środkami transportu do miejsc finalnych.

Obrót przedubojowy, to całość postępowania od odbioru żywca od producenta po moment uboju, na który składa się ważenie, załadunek, transport i prze-

trzymywanie żywca w magazynach żywca. Każda z tych czynności, to odrębne czynniki stresogenne, przy czym transport zdaje się być najważniejszym elementem obrotu. Proces ten wpływa na zmiany jakościowe mięsa, ubytki w masie i upadki. Dochodzi do tego fakt, że świnie są grupą najmniej odporną na stres ze wszystkich zwierząt gospodarskich, co jest zależnością gatunkową, genetycznie utrwaloną, a dotyczącą najbardziej wysokoprodukcyjnych świń typu mięsnego. Wynika to też częściowo z budowy anatomicznej, gdyż trzoda chlewna posiada zbyt dużą masę ciała w stosunku do rozmiarów serca, które stanowi około 0,3% masy przyżyciowej. Świnie cechują się także niestabilnym układem naczyniowym i termoregulacyjnym (Nowicki, 1976). Dla przykładu przy rasie pietrain, gdzie uzyskano zamierzony rozrost mięśni, równocześnie wytworzyły się niepożądane zmiany w układzie wewnątrzwydzielniczym związane z pogorszeniem jakości mięsa z powodu tzw. syndromu stresowego. Literatura podaje, że uwarunkowania genetyczne wpływają na około 90% strat, a tylko w 10% zależą one od czynników zewnętrznych.

Transport często jest długi i na duże odległości. Należy pamiętać, że zwierzęta po raz pierwszy opuszczają swoją zagrodę, w związku z tym każde, nawet najlepsze warunki będą dla nich obce. Hałas i bodźce mechaniczne, nowe otoczenie, również kontakt z obcymi osobnikami z innych stad, mała powierzchnia oraz niedogodności infrastruktury drogowej, w tym częste hamowania, zakręty, nierówności nawierzchni drogowej prowadzą do wzmożonych napięć nerwowo-mięśniowych. Negatywnie oddziałują także niekorzystne warunki pogodowe (Gosalvez i wsp., 2006). Na stres zwierząt mają wpływ zarówno nadmierna wilgotność, jak i krańcowe nasłonecznienie, wiatr, deszcz czy mróz (najwięcej upadków stwierdza się w lipcu i sierpniu, wówczas straty są dwukrotnie wyższe niż w grudniu). Ze względu na różnorodność negatywnych czynników dzielimy je na:

- stopień zagęszczenia trzody (zajmowana powierzchnia i dostęp do powietrza),
- techniczne uwarunkowania transportu (kąt nachylenia ramp wyładowczych, wysokość progów, rodzaje podłóg i ścian itp.),
- rodzaj transportu (wagony kolejowe, samochody itp.),
- nawierzchnia i czas trwania transportu,
- uwarunkowania klimatyczne (temperatura, wilgotność, nasłonecznienie, mróz),
- czynnik ludzki (obsługa, personel).

Wymienione stresory oddziałują na ośrodkowy układ nerwowy zwierzęcia, a konkretnie aktywują stan nazywany ogólnym zespołem przystosowania. Uwidacznia się on w podwzgórzu poprzez neurohormonalne mechanizmy adaptacyjne na skutek przeciążenia bodźcami w korowych i podkorowych ośrodkach nerwowych (Necoechea i wsp., 2010). Aktywowany zostaje autonomiczny układ nerwowy, pobudzona tzw. oś przysadkowo-nadnerczowa wraz z hormonami adaptacyjnymi przysadki i nadnerczy. Ostatni z nich prowokuje zaburzenia poszczególnych układów i tkanek, czyli tym samym rozregulowuje procesy fizjologiczne. Przyglądając się temu procesowi zauważymy, że adrenalina i noradrenalina (katecholaminy wydzielane przez rdzeń nadnerczy) powodują podwyższenie ciśnienia krwi i temperatury ciała zwierzęcia z jednoczesnym przyspieszeniem akcji serca (Lambooij, 2000; Mota-Rojas i wsp., 2012). Mięśnie zaczynają intensywniej pracować kurcząc się częściej, podnosi się również poziom przemian energetycznych w organizmie. Przedni płat przysadki wydzielając kortykotropiny (ACTH), wpływa na korę nadnerczy i produkcję kortykosterydów, zwłaszcza glikokortykoidów. Automatycznie zwiększają się procesy kataboliczne w organizmie, a powstałe braki energetyczne (około 1/3) pokrywane są ze zgromadzonych substancji zapasowych, między innymi z rozkładu węglowodanów, tłuszczy i białek, których poziom w związku z tym znacznie spada. (Støier i wsp., 2016)

Inny hormon reagujący na bodźce neurohormonalne to tyroksyna wytwarzana przez tarczycę. Jest ona odpowiedzialna za procesy oksydacyjne prowadzące do silnych przemian katabolicznych, natomiast mineralokortykosterydy kształtują przemiany wodno-mineralne, a w konsekwencji wpływają na nadmierną diurezę. Jak wspomniano wyżej, temperatura ciała u zwierząt w transporcie jest podwyższona. Dzieje się tak w następstwie pobudzenia nerwowego, zwiększonej przemiany materii oraz ze względu na niedogodne warunki transportu, takie jak upał, duża wilgotność powietrza, zagęszczenie. Możemy mieć wtedy do czynienia ze złym mechanizmem oddawania ciepła i przegrzaniem organizmu. Należy zwrócić uwagę również na ciasne pomieszczenia, w których są transportowane świnie. Wdychają wówczas produkty gazowej przemiany materii, w tym opary moczu i kału, oddawanych z powodu stresu częściej niż w normalnych warunkach (Warriss i wsp., 1998).

Powstaje zatem pytanie, w jaki sposób złe warunki transportu mają wpływ na jakość surowca zwierząt rzeźnych? Można to zaobserwować u zmęczonej trzody chlewnej, która była poddawana ubojowi bezpośrednio po przybyciu do zakła-

dów mięsnych. Zaburzenia w przemianie węglowodanów w wyniku wzmożonej przemiany materii mogą prowadzić do drastycznego lub całkowitego obniżenia poziomu zgromadzonego w mięśniach glikogenu. Spalanie tego cukru bez dostatecznego natlenienia organizmu oznacza nagromadzenie kwasu mlekowego we krwi, a co za tym idzie zastoje obwodowe. W konsekwencji świnie takie nie ulegają kompletnemu wykrwawieniu i obserwujemy u nich wiele niekorzystnych zmian tkanki mięśniowej, takich jak:

- niedostateczne zakwaszenie mięsa (często też jego brak); przy nieznacznym obniżeniu pH następuje blokada enzymów uczynniających procesy odpowiedzialne za kruchość, smak i zapach,
- ciemna barwa wskutek złego wykrwawienia oraz zaburzonego utlenowania barwników mięśniowych-oksymioglobiny, zamknięta struktura mięsa,
- miopatie stresowe, czyli procesy, przy których dochodzi do zachwiania barwy, konsystencji, wiązania przez mięso wody, a w konsekwencji jego słaba przydatność technologiczna oraz spożywcza,
- dużo większa niż normalnie liczba bakterii w mięsie (zachwiany system odpornościowy, brak bariery jelitowej, a w efekcie przedostawanie się drobnoustrojów do krwi i z nią do mięsa),
- podatność mięsa na procesy rozkładu, szybkie zmiany organoleptyczne (Correa i wsp., 2010; Aaslyng i Gade, 2001).

Niestety, to nie wszystkie konsekwencje niewłaściwego obrotu zwierząt rzeźnych. Stwierdzono, że dłuższa ekspozycja na stres w praktyce objawia się także częstymi kontuzjami, mechanicznymi uszkodzeniami, otarciami, pogryzieniami, przerwaniem ciągłości tkanek itp. Tego typu uszkodzenia zarejestrowano u 60-80% świń, w tym w 40% były to urazy spowodowane wskutek uderzeń, a w 44% dotyczyły pogryzień. Same straty tkanki mięśniowej, poubojowej wynosiły około 0,12% masy tusz (Støier i wsp., 2001, 2016). Okaleczenie i uszkodzenia ciała zwierząt w trakcie transportu w znacznym stopniu obniżają jakość mięsa i przydatność skór. Stres związany z transportem przyczynia się do jeszcze większych strat, a mianowicie uzyskiwania tzw. mięsa wadliwego PSE (z ang. pale, soft, exudative – blade, miękkie, wodniste). Mięso PSE charakteryzuje się szybszym niż zwykle spadkiem pH i przez to bardzo złą jakością surowca. Wada ta jest determinowana genetycznie, natomiast stres transportowy jest ważnym czynnikiem ekspresji tego genu. Można zatem stwierdzić, że transport doprowadza do długotrwałej ekspozycji na stres objawiającej się wzmożoną agresją zwierząt, stanami obniżonej sprawności fizycznej i zmęczeniem, a co za

tym idzie i niekorzystnymi zmianami w samym mięsie. (Rabaste i wsp., 2007; Faucitano, 2010)

Zagrożeniem dla zwierząt podczas transportu jest także całkowite wyczerpanie czynnościowe kory nadnerczy polegające na zaangażowaniu w neutralizację nieswoistych stresorów oraz uszkodzeń ustroju. Główną rolę odgrywają tu hormony nadnerczy pełniące funkcję w kształtowaniu reakcji obronnych oraz warunkujących odporność organizmu na pasożyty czy bakterie. Tego typu zachwianie prowadzi do zejść śmiertelnych, również ze względu na pojawiające się choroby zakaźne (np. Salmonella), które utajone lub nieczynne ujawniają się w stanach obniżonej odporności w następstwie szybkiego uogólnienia choroby (w obrocie około 0,25%).

Reakcje stresowe i ich natężenie podczas transportu zależą od warunków i czasu trwania transportu (niewłaściwa technika jazdy, przyśpieszanie i hamowanie, prędkość jazdy, warunki środowiskowe), uwarunkowań genetycznych, stanu zdrowia zwierząt oraz ich kondycji fizycznej oraz poziomu odżywienia zwierząt, a także od dostępu do wody i pożywienia podczas transportu.

Aby zwierzę dopuszczone było do transportu (szczególnie długotrwałego) musi przejść klasyfikację weterynaryjną. Powinno być zdrowe (choć jego kondycja fizyczna jest wielokrotnie trudna do dokładnego określenia). Badania dowodzą, że większą wrażliwość na stres mają świnie chowane w tzw. intensywnej produkcji, polegającej na ograniczeniu ruchu. Osobniki dobrze odżywione, okarmione i otłuszczone znoszą dużo gorzej warunki transportu.

Opisując elementy wpływu transportu na trzodę chlewną, należy wspomnieć również o czynniku ludzkim. Zdarza się, że zwierzęta są niewłaściwie, wręcz brutalnie traktowane. W tych stresogennych sytuacjach w czasie przyspieszonego załadunku i przepędzania również dochodzi do uszkodzeń ciała, stąd ustawowo zakazane jest uderzanie lub kopanie zwierząt, stosowanie nacisku na jakąkolwiek część ciała w sposób powodujący niepotrzebny ból lub cierpienie, zawieszanie zwierząt za pomocą środków mechanicznych, podnoszenie lub ciągnięcie zwierząt za głowę, uszy, nogi, ogon lub sierść, a także obsługa w sposób powodujący niepotrzebny ból lub cierpienie, stosowanie poganiaczy lub innych narzędzi z zaostrzonymi końcami, celowe uniemożliwianie przejścia zwierzętom kierowanym lub prowadzonym do jakiegokolwiek miejsca obsługi oraz unikanie stosowania urządzeń wykorzystujących wstrząsy elektryczne. W odpowiednim przypadku, urządzenia te są dopuszczalne do stosowania tylko wobec dorosłych świń, które nie chcą się poruszyć i jedynie wtedy, gdy w miejscu, do którego mają przejść jest wolna przestrzeń. W takim wypadku impulsy powinny trwać nie dłużej niż jedną sekundę, być odpowiednio oddzielone i stosowane jedynie do mięśni tylnej części ciała. Impulsy nie mogą być stosowane w sposób powtarzalny jeśli zwierzę nie reaguje.

W czasie transportu dochodzi również do ubytków masy ciała przewożonych zwierząt związanych nie tylko z fizjologicznymi wydalinami (mocz i kał), ale i stratami ilościowymi. Straty ilościowe wpływają na odwodnienie organizmów. Zależą od wstrzymania karmienia zwierząt i czynników stresogennych obrotu, które zwiększają spalanie. Przyjmuje się, że do 9 h głodówki, straty zasobów energetycznych świni są stosunkowo niewielkie i dopiero później zwierzę zaczyna intensywnie je zużywać. Najpierw eksploatowane są węglowodany, potem tłuszcze i białka (przy męczącym, długotrwałym transporcie). Jest to jednak indywidualny proces, zależny od pochodzenia, rasy, chowu, wrażliwości i masy ciała zwierzęcia.

Świnie należą do grupy, która wykazuje najmniejsze ubytki masy ciała podczas transportu w porównaniu z innymi zwierzętami rzeźnymi. Największe straty masy

odnotowuje się w pierwszych 24 h trwania transportu. Osobniki dobrze odżywione i otłuszczone tracą mniej niż chude. Duży wpływ na ubytki masy u trzody chlewnej ma stan okarmienia w chwili skupu. Mogą się one wahać w granicach od 0,8% u zwierząt niedokarmionych do 15% u zwierząt okarmionych. W tym wypadku wydaliny stanowią około 70% strat. Ważnym aspektem jest okres głodówki. Głód powoduje ubytki w tkankach mięśniowej i tłuszczowej. U niekarmionych świń do 16 h – około 15%, do 30 h – około 30 %, a po 36 h – około 40% ogólnych ubytków masy. Z tych powodów zalecane jest karmienie zwierząt przed i w czasie długiego transportu. Istotna jest także pasza. Im treściwsza, tym ubytki są mniejsze, dlatego nie zaleca się pasz wodnistych i objętościowych. Do utraty masy przyczyniają się także inne czynniki: rodzaj transportu, czynniki klimatyczne, które skutkują ubytkami masy ciała, osiągając od 15-30% (Nowicki 1976).

Ubytki naturalne dla świń w obrocie zwierzętami w Polsce wynoszą: do 12 h – 3,0%, do 24 h – 4,0%, do 36 h – 5,0%, do 48 h – 5,5%, do 60 h – 6,5%, do 72 h – 7,0%, do 84 h – 7,5%, do 96 h – 8,5%, ponad 96 h – 8,5%. Dla porównania w Niemczech określane są wskaźnikiem od 0,12% do 0,2% masy ciała/godzinę obrotu w czasie do 18 h, później od 0,6% do 0,11%/h. Pomiędzy całością wymienionych czynników istnieje swoista korelacja, ponieważ im będą one trudniejsze i uciążliwsze, tym bardziej wpłyną na większe straty masy ciała wśród trzody chlewnej. W konsekwencji ustalono, że najlepsza temperatura przewozu to 14-16°C, a stopień okarmienia trzody chlewnej nie wyższy niż 3-4% masy brutto (Gade, 2004).

Nie zaleca się także uboju bezpośrednio po transporcie, zalecając odpoczynek przedubojowy i w efekcie likwidację zakażeń endogennych powstałych w wyniku transportu.

Nasuwa się też pytanie czy można interweniować farmakologicznie, aby zminimalizować stres i jego skutki? Podanie przed transportem leków hamujących czynności ośrodkowego układu nerwowego, tzw. trankwilizatorów faktycznie zmniejsza stany pobudzenia psychicznego i psychomotorycznego, prowadząc do obniżenia przemiany materii i zmniejszenia pobierania tlenu. Użycie leków prowadzi jednak do pozostałości w tkankach oraz reakcji związanych z ich wprowadzeniem. Dlatego środki uspokajające nie mogą być stosowane u zwierząt transportowanych, chyba że jest to całkowicie niezbędne do zapewnienia dobrostanu zwierząt oraz jest stosowane pod nadzorem weterynaryjnym.

Podsumowując, dobry plan transportu to: właściwa i odpowiednio przygotowana powierzchnia załadowcza, prawidłowy załadunek i wyładunek oraz odpo-

wiednie kompetencje kierowcy i personelu w rzeźni. Trzeba też mieć na uwadze, że najlepiej nawet zaplanowany transport wywołuje u świń stres transportowy. Stopień jego minimalizowania zależy od fachowości i wiedzy przewoźnika oraz całego personelu uczestniczącego w tym procesie. Wśród procedur transportowych załadunek i wyładunek zwierząt jest najbardziej stresogenny.

W prawie polskim i unijnym transport zwierząt podlega restrykcyjnym wymaganiom. Przedsiębiorca zajmujący się transportem musi być upoważniony przez dane państwo członkowskie do przewozu żywca. Wszystkie wymogi reguluje rozporządzenie Rady (WE) nr 1/2005 z 22 grudnia 2004 roku oraz Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 października 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków i sposobu transportu zwierząt.

W celu właściwego przeprowadzenia procedur związanych z transportem należy rozpocząć od uzyskania stosownych zezwoleń, które są ważne 5 lat i są rejestrowane w elektronicznej bazie danych. Warunkuje je właściwe przeszkolenie wszystkich pracowników, osób biorących udział w transporcie, kierowcy i osoby towarzyszącej, a także pracujących w miejscu docelowym. Powinni oni posiadać świadectwo kwalifikacji zawodowych z zakresu dobrostanu, zakończone pomyślnym wynikiem egzaminu, wydanym przez odpowiednie władze. Jeśli transport ma trwać dłużej niż 64 km, przewoźnik musi wykazać się wystarczającą liczbą właściwego personelu, wyposażenia i procedur operacyjnych, aby otrzymać zezwolenie od kompetentnego organu. Jeżeli długość przewozu trwa powyżej 8 h przewoźnik zobligowany jest do posiadania oprócz odpowiednich kwalifikacji zawodowych kierowców i osób towarzyszących także świadectwa zatwierdzenia środka transportu do użytku (autoryzowany przewoźnik).

Zgodnie z rozporządzeniem, do transportu zwierząt uprawnione są jedynie osoby posiadające dokumenty określające pochodzenie zwierząt i ich właściciela, miejsce wyjazdu, datę i czas wyjazdu, przewidziane miejsce przeznaczenia oraz przewidywany czas trwania przewozu.

Transport samochodowy i kolejowy pozostaje pod opieką osób w stosunku 1 opiekun na 1 samochód lub 2 wagony kolejowe. Ich obowiązkiem jest żywienie, pojenie oraz kontrola stanu zdrowia, by w momencie wystąpienia zwłaszcza chorób zakaźnych interweniować, wzywając lekarza weterynarii.

Zwierzęta poddane ubojowi z konieczności powinny być wyładowywane i pozostawiane w najbliższym zakładzie mięsnym. Od 2009 roku nałożono obowiązek oznaczenia wszystkich pojazdów do transportu zwierząt specjalną tablicą i zaopatrzenie ich w urządzenia do nawigacji satelitarnej (z zastrzeżeniem prze-

chowania danych uzyskanych przez ten system z możliwością kontroli przez co najmniej przez 3 lata). Podstawowe kryterium bezpieczeństwa pojazdu to odpowiednia przestrzeń między głowami zwierząt a sufitem. Pojazd powinien być także wyposażony w przesuwane przegrody dzielące zwierzęta. Zaleca się, aby wentylacja w postaci mechanicznego systemu wentylacji lub inny właściwy system kontroli temperatury, był połączony z kabiną kierowcy (temperatura nie niższa niż 5°C i nie wyższa niż 30°C). Pojazd do przewozu zwierząt, zwłaszcza wagony kolejowe, zawierać muszą system wchłaniania odchodów i wyściółkowaną podłogę antypoślizgową oraz pomosty, rampy i trapy (do załadunku i wyładunku), oświetlenie, dach ocieplony w jasnym kolorze. Nachylenie ramp nie może przekraczać 20°, co stanowi 36,4% do płaszczyzny poziomej dla świń a platformy podnoszące i górne podłogi dodatkowo wyposażone w barierki zabezpieczające przed wypadaniem lub ucieczką zwierząt podczas załadunku i rozładunku, zaprojektowane powinny być tak, aby ułatwić ich czyszczenie i dezynfekcję. Konstrukcja środków transportu ma zapobiegać zranieniom i cierpieniu oraz minimalizować pobudzenie i ból podczas ruchów świń, jak również ma za zadanie zapewnić bezpieczeństwo świń.

Kwalifikacji zwierząt dokonuje urzędowy lekarz weterynarii. Ustawodawca nie zezwala na transport osobników w końcowej fazie ciąży i w tygodniu następującym po porodzie oraz zwierząt urodzonych przed planowanym przewozem. U świń jest to poniżej 3 tygodni, chyba że trasa jest krótsza niż 100 km.

Przewoźnik powinien zaopatrzyć się w odpowiednią ilość paszy a pojazd zawierać system umożliwiający pojenie. W przypadku trzody chlewnej transport ma określony schemat i może trwać według zasady: 24 h podróży i 24 h odpoczynku. W takich sytuacjach świnie rozładowuje się do odpoczynku w punktach postoju lub kontrolnych, tu karmi i poi.

Kolejny problem, z którym musi zmierzyć się przewoźnik, to gęstość załadunku, czyli powierzchnia przypadająca na danego osobnika. Różnice w gęstości zależą od wagi, wielkości i kondycji zwierząt, warunków pogodowych i czasu podróży.

Zgodnie z przepisami wszystkie świnie muszą mieć możliwość przebywania co najmniej w naturalnej pozycji leżącej i stojącej. Aby spełnić te minimalne założenia, gęstość załadunku podczas transportu w przypadku świń o masie około 100 kg nie powinna przekraczać 235 kg/m^2.

Należy również pamiętać, że zwierzęta, które nie zostały poddane ubojowi w ciągu 12 godzin po przybyciu, powinny zostać nakarmione, a następnie w odpowiednich odstępach czasu umiarkowanie karmione.

Ubój i procedury okołoubojowe

Kiedy zwierzę zostanie dostarczone do zakładu ubojowego rozpoczyna się kolejny proces produkcji mięsa – ubój. Jest to etap podlegający szczególnym restrykcjom prawnym ze względu na połączenie dwóch aspektów: dobrostanu zwierząt i bezpieczeństwa żywności. Dobrostan dotyczy przede wszystkim oszałamiania i wykrwawiania zwierząt, czyli bezbolesnego uśmiercania, ponieważ zgodnie z obecną definicją oszałamianie (ogłuszanie) *„oznacza każdy celowo wywołany szereg czynności, który bezboleśnie powoduje utratę przytomności i wrażliwości na bodźce, w tym każdy szereg czynności powodujący natychmiastową śmierć"* (Rozporządzenie Rady (WE) NR 1099/2009). Dalsze etapy to dbanie, by nie doszło do nadmiernego zanieczyszczenia mięsa. Główne ryzyko stanowi zagrożenie mikrobiologiczne.

Do dużych ilościowo zakażeń może dojść w przypadku uszkodzenia przewodu pokarmowego podczas wytrzewiania tusz, czego następstwem jest zanieczyszczenie tusz kałem. Ubój i obróbka poubojowa zwierząt przeprowadzona zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną powinna dawać w efekcie mięso o dobrej jakości higienicznej i o niewielkiej ilości drobnoustrojów (Kołożyn-Krajewska, 2007). Do znacznego zmniejszenia liczby drobnoustrojów dochodzi podczas oparzania tusz przed usuwaniem szczeciny. Oparzanie przeprowadza się poprzez zanurzanie tusz w wodzie o temperaturze 60-70°C przez 5-10 minut lub poprzez oparzanie parą wodną lub opalanie tusz gazem w tzw. piecu duńskim. Badania wykazują, że oparzanie tusz w temperaturze 61°C przez 8 minut znacząco zmniejsza liczbę bakterii patogennych na skórze, np. w przypadku *Salmonelli* dochodzi do trzydziestokrotnego zmniejszenia ich liczby (Przybylski i wsp., 2016). Kolejnym zabiegiem znacząco ograniczającym rozwój drobnoustrojów jest szybkie, tzw. szokowe schładzanie tusz po zakończeniu czynności poubojowych w tunelach chłodniczych, gdzie obecnie stosuje się chłodzenie powietrzem o temperaturze od -15 do -30°C przez okres kilku godzin. Hamuje ono znacząco rozwój drobnoustrojów i zmniejsza ubytki masy. Obecne regulacje EU zalecają schłodzenie tusz do temperatury co najmniej poniżej 7°C przed wykonywaniem kolejnych czynności (Przybylski i wsp., 2016). Najczęściej tusze po schłodzeniu kierowane są do magazynu, gdzie mięso dojrzewa i jest przetrzymywane przed rozbiorem półtusz na elementy zasadnicze. Czasami stwierdza się występowanie bakterii w narządach wewnętrznych (wątroba, nerki, śledziona) i w węzłach chłonnych (Kołożyn-Krajewska, 2007).

Do ponownego zakażenia mięsa drobnoustrojami dochodzi podczas rozbioru tusz na elementy zasadnicze i wykrawania poprzez kontakt z narzędziami (np. nożami), rękami pracowników, pojemnikami, powierzchniami roboczymi, wodą oraz podczas procesów przetwórczych. Do znacznego wzrostu zanieczyszczenia drobnoustrojami dochodzi podczas mielenia mięsa, a szczególnie wysokie skażenie stwierdza się w przypadku mięsa oddzielonego mechanicznie (MOM), dlatego też udział tego rodzaju surowca w wędlinach i produktach mięsnych nie powinien przekraczać 15% (Danyluk i Pyrcz, 2011). Należy tutaj wspomnieć, że mięso (z uwagi na zawartość pełnowartościowego białka, witamin, substancji mineralnych i glukozy) stanowi bardzo dobre środowisko wzrostu drobnoustrojów i w optymalnej dla nich temperaturze liczba komórek mikroorganizmów może ulec podwojeniu w ciągu 15-20 minut (Zielińska i Przybylski, 2013). Tak więc, jednym z najważniejszych czynników decydujących o trwałości mięsa jest temperatura jego przechowywania. Zarówno skażenie mięsa drobnoustrojami, jak i temperatura przechowywania mają istotny wpływ na trwałość mięsa i jego przydatność do spożycia. Jak już wspomniano szybkie schłodzenie mięsa po rozbiorze do niskiej temperatury i odpowiedniej wilgotności redukuje liczbę bakterii, natomiast łagodniejsze warunki temperaturowe powodują wzrost psychrotrofów, do których zaliczamy też drobnoustroje chorobotwórcze, np. *Aeromonas hydrophilia, Listeria monocytogenes, Yersinia enetrocolitica, Vibrio parahaemoliticus,* niektóre szczepy *Bacillus cereus* czy *Clostridium botulinum,* drożdże i pleśnie, (Kołożyn-Krajewska, 2007). Są one zdolne do wzrostu nawet w temperaturze 0°C, przy optymalnej temperaturze ich wzrostu 25-30°C, a maksymalnej 30-35°C. Dodatkowymi czynnikami, które wpływają na ich wzrost są: pH, aw, potencjał redox, dodatek środków konserwujących i obecność CO_2. Istotny wpływ na rodzaj rozwijających się drobnoustrojów mają również warunki związane z obecnością tlenu, rodzajem opakowań czy dodatkiem soli bądź cukru. Odpowiednio przeprowadzona obróbka cieplna powinna zniszczyć komórki wegetatywne. Jeżeli natomiast temperatura obróbki cieplnej będzie zbyt niska lub liczba mikroorganizmów przed obróbką cieplną będzie wysoka, to część patogenów może przeżyć proces ogrzewania i przy odpowiednich warunkach namnażać się, powodując zepsucie mięsa lub być zagrożeniem dla zdrowia konsumentów.

Należy wspomnieć, że jakość mięsa pozyskiwanego od tuczników ma też istotny wpływ na rozwój drobnoustrojów. Mięso pochodzące od tuczników zmęczonych długotrwałym stresem przedubojowym, wykazujące wadę DFD z charakterystycznie wysoką wartością pH końcowego (powyżej wartości 6,0), jest

wyjątkowo podatne na rozwój drobnoustrojów i nie nadaje się do przechowywania oraz do produkcji trwałych wędlin (Kajak i wsp., 2007; Strydom i wsp., 2016). Przyjmuje się, że produkt jest bezpieczny jeżeli liczba komórek bakterii tlenowych nie przekracza 106 na 1g. Natomiast obecność wybranych mikroorganizmów chorobotwórczych powinna być monitorowana zgodnie z rozporządzeniem Komisji (WE) nr 1441/2007 z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniającym rozporządzenie WE nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych. Wykrycie obecności drobnoustrojów chorobotwórczych dyskwalifikuje produkt i nie może on być spożywany. Ze względu na koszty i z uwagi na wymagania prawne ocena mikrobiologiczna w zakładach przemysłu mięsnego sprowadza się przede wszystkim do stwierdzenia obecności lub oznaczania liczby następujących drobnoustrojów: *Listeria monocytogenes, Escherichia coli, Salmonella,* bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* i ogólnej liczby bakterii tlenowych (Danyluk i Pyrcz, 2011).

Newralgicznym ogniwem przy zakażaniu mięsa drobnoustrojami podczas całego procesu produkcyjnego jest człowiek. Stąd bardzo ważne jest przestrzeganie odpowiednich uregulowań prawnych (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 852/2004 oraz nr 853/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 r.), które nakładają szereg obowiązków na zakłady przetwórstwa mięsnego dotyczące utrzymania i przestrzegania odpowiednich zasad higieny, tak aby wyeliminować albo znacznie ograniczyć przenoszenie przez człowieka czynników chorobotwórczych w produkcji żywności. Spełnianie tych zasad odbywa się zwykle w ramach Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP) oraz kompleksowych systemów HACCP czy norm ISO 9000. Przestrzeganie tych przepisów jest kontrolowane przez odpowiednie instytucje sprawujące nadzór, takie jak Państwowa Inspekcja Sanitarna czy Inspekcja Weterynaryjna. Bardzo ważne jest tutaj odpowiednie szkolenie pracowników, aby mieli oni świadomość zagrożeń i znaczenia higieny osobistej w czasie pracy. Szkolenia te powinny kształtować i ugruntowywać odpowiednie postawy i nawyki higieniczne personelu oraz uczulać pracowników na zagrożenia mikrobiologiczne wyrobów i ryzyko zanieczyszczeń krzyżowych, a także przedstawienie sposobów zapobiegania im (Zielińska i Przybylski, 2016).

Mięso jest produktem pochodzenia zwierzęcego bardzo podatnym na różnego rodzaju skażenia, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka. Zagrożenia te, to głównie obecność drobnoustrojów, które mogą spowodować zepsucie lub wytwarzanie i utrzymywanie się w niej toksyn pochodzenia bakteryjnego, enzymów lub ich metabolitów. Drobnoustroje występujące w mięsie

mogą stać się ponadto przyczyną wielu groźnych chorób. Najczęściej są to zatrucia pokarmowe wywołane przez bakterie bądź ich toksyny, np. *Salmonella, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum, Clostridium perfringens* (Świderski, 2010). Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO, 2015) liczba chorób przenoszonych przez żywność znacznie wzrosła w ostatnich latach. Ponadto pojawiły się nowe czynniki patogenne, np. *E.coli O157:H7*, czy *Listeria monocytogenes*. Jako przyczyny podaje się m.in. rozwój handlu i wzrost obrotu żywnością nisko przetworzoną, która jest obecnie preferowana przez konsumentów z uwagi na obawy przed konserwantami, a także coraz częściej stwierdzany wzrost liczby osób o obniżonej odporności.

Drobnoustroje występujące w mięsie możemy podzielić na dwie grupy. Do pierwszej zaliczamy mikroorganizmy saprofityczne. Ich nadmierny rozwój może doprowadzić do zepsucia objawiającego się zmianami jakości sensorycznej, takimi jak: barwa, tekstura, niepożądany smak, odrażający zapach czy nalot. Zmiany te powodują, że produkt nie nadaje się do konsumpcji. Znaczący wpływ na ich przebieg ma skład mikroflory, jakość mięsa oraz warunki przechowywania. Mięso przechowywane w warunkach tlenowych wykazuje wyraźne zmiany zapachu i barwy, gdy liczba bakterii na jego powierzchni osiągnie wartość 107 komórek/cm^2. Powierzchnia mięsa śluzowacieje, gdy liczba mikroorganizmów wzrośnie do 108 komórek/cm^2. Do tej grupy drobnoustrojów zaliczamy przede wszystkim mikroorganizmy psychrofilne rozwijające się w niskich temperaturach z rodzaju *Pseudomonas,* a także *Aeromonas, Achromobacter, Alaligenes, Micrococcus, Bacillus, Streptococcus, Lactobacillus, Acinetobacter, Moraxella.* Do drugiej grupy zaliczamy natomiast mikroorganizmy chorobotwórcze, które mogą wywołać zatrucia pokarmowe groźne dla zdrowia i życia konsumentów. Wśród nich, do najczęściej występujących w mięsie i jego przetworach, zaliczamy: *Salmonella, Enterococcus faecalis, Alcaligenes faecalis, Listeria monocytogenes, E. coli O157:H7, Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum, Yersinia enetrocolitica, Campylobacter jejuni* (Zielińska i Przybylski, 2013). Oprócz bakterii w mięsie występują jeszcze drożdże i pleśnie takie jak: *Penicillum, Mucor mucedo, Cladosporium herbarum, Aspergillus, Thamnidium, Rhizopus nigicans, Alternaria, Candida, Saccharomyces, Torulopsis, Mycotorula* i in. (Kołożyn-Krajewska, 2007).

Drobnoustroje występujące w mięsie znajdują się przed ubojem na skórze i w przewodzie pokarmowym zwierząt. Przedostają się one do mięsa podczas uboju zwierząt oraz czynności związanych z obróbką poubojową wykonywanych na półtuszach.

Kolejnym zagrożeniem biologicznym występującym w mięsie wieprzowym mogą być pasożyty chorobotwórcze. Zatruwają one organizm żywiciela poprzez wydzielanie produktów przemiany materii i mogą doprowadzić do niedoboru witamin oraz uszkodzenia narządów i tkanek (Kołożyn-Krajewska, 2007). Do pasożytów, którymi można zakazić się spożywając niebadane mięso wieprzowe zaliczamy tasiemca uzbrojonego i włośnia krętego. W przypadku tasiemca uzbrojonego świnia jest żywicielem pośrednim. Do zarażenia dochodzi przez spożycie tkanki mięśniowej, w której znajdują się larwy w postaci tzw. wągrów. Po spożyciu mięsa z wągrami larwa dostaje się do jelita cienkiego, tam się umiejscawia i rozwija, doprowadzając do zaburzeń w odżywianiu i nieżytu jelit. Może też dojść do samozakażenia i wystąpienia wągrzycy. Obecność tego pasożyta objawia się ponadto bólami brzucha, biegunką lub zaparciami, zmiennym apetytem, wymiotami i bólami głowy. Przed zakażeniem można się ustrzec, spożywając tylko mięso poddane badaniom weterynaryjnym. Zakażenie drugim pasożytem prowadzi do choroby zwanej włośnicą lub trychinozą. Po spożyciu mięsa z larwami włośni dostają się one do przewodu pokarmowego i dojrzewają płciowo, a następnie dochodzi do zapłodnienia samic. Pasożyty stopniowo docierają z krwią do wszystkich narządów wewnętrznych i mięśni szkieletowych. W narządach larwy giną, a w mięśniach zwijają się i otorbiają, po czym dochodzi do powstawania zwapnień. Otorbione larwy zachowują zdolność życiową i rozwojową nawet przez 30 lat. Choroba może nawet zakończyć się śmiercią, a jej rozwój przebiega w trzech etapach. Początkowe objawy to utrata apetytu, nudności, wymioty, biegunka, bóle kolkowe w jamie brzusznej, zawroty i bóle głowy, podwyższona temperatura ciała, następnie bóle w okolicy czoła, oczu i nasady nosa, obrzęki powiek, wrażliwość na światło, utrudnione połykanie, w końcu silne bóle mięśniowe, tężenie i twardnienie mięśni. Aby ustrzec się przed chorobą należy spożywać tylko mięso pochodzące od świń ubitych w zakładach mięsnych, poddanych badaniu weterynaryjnemu na włośnie, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 września 2002 r. w sprawie sposobu badania zwierząt rzeźnych i mięsa tych zwierząt oraz mięsa zwierząt łownych. Badaniem objęte jest mięso świń, zwierząt jednokopytnych, nutrii, dzików i niedźwiedzi. Mięso wolne od włośni znakuje się okrągłym znakiem o średnicy 2,5 cm zawierającym czytelnie umieszczoną w środku dużą literę „T" z ramionami o długości 1 cm i szerokości 0,2 cm, pod którą znajdują się litery „IW". Tusze oznaczane są po wewnętrznej stronie ud i głowy lub na etykiecie przymocowanej do tuszy lub każdej jej części. W przypadku stwierdzenia w tuszy włośni mięso uznaje

się za niezdatne do spożycia i jest ono stemplowane znakiem weterynaryjnym w kształcie trójkąta równobocznego o długości boku 5 cm, zawierającym litery „PL" i numer weterynaryjny rzeźni. Należy jeszcze wspomnieć, że włośnie giną podczas obróbki cieplnej w temperaturze 60-70°C lub w temperaturze -15°C po 20 dniach, w temperaturze -23,3°C po 10 dniach, a w temperaturze -28,9°C po 6 dniach (Kołożyn-Krajewska 2007).

Badania weterynaryjne i kontrola w zakładach mięsnych

W związku z opisanymi powyżej zagrożeniami natury biologicznej, ochroną zdrowia zwierząt i ochroną zdrowia publicznego zajmuje się Inspekcja Weterynaryjna. Zadania jej polegają w szczególności na: monitorowaniu i zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt, monitorowaniu chorób odzwierzęcych w produktach

pochodzenia zwierzęcego i paszach, badaniu zwierząt rzeźnych oraz produktów pochodzenia zwierzęcego, przeprowadzanie weterynaryjnej kontroli w obrocie towarowym krajowym i kontroli granicznej, sprawowanie nadzoru nad bezpie-

czeństwem produktów pochodzenia zwierzęcego, przyjmowania informacji o niebezpiecznych produktach żywnościowych od jednostek Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych i Inspekcji Handlowej oraz współpraca z siecią systemu RASFF (System Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznych Produktach Spożywczych i Środkach Żywienia Zwierząt) obowiązującego w krajach członkowskich UE (Szczawiński, 2011).

Nad działalnością zakładów mięsnych i innych podmiotów zajmujących się produkcją mięsa i przetworów mięsnych czuwają głównie powiatowi lekarze weterynarii. Kontrola dotyczy oceny, czy spełnione są wszystkie wymagania zdrowotne, higieniczne, sanitarne, organizacyjne, lokalizacyjne, techniczne i tech-

nologiczne. Wśród nich można wymienić takie jak: zdrowie zwierząt, warunki obrotu i uboju zwierząt, badanie mięsa zwierząt rzeźnych i łownych, prowadzenie odpowiedniej dokumentacji, realizacja w zakładach wymagań dotyczących opracowania, wdrożenia i realizacji systemu HACCP (analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli), znakowanie produktów, przestrzeganie przepisów dotyczących świadectw zdrowia zwierząt. W przypadku stwierdzenia uchybień w tym zakresie

powiatowy lekarz weterynarii może ograniczyć lub wstrzymać produkcję bądź wydać zakaz wytwarzania produktów pochodzenia zwierzęcego. Wymagania dla poszczególnych typów zakładów oraz zasady nadzoru są podane w rozporządzeniach WE 853/2004 i 854/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. Urzędowi lekarze weterynarii sprawują szczegółowy nadzór nad ubojniami oraz zakładami rozbioru i przetwórstwa mięsa. Należy wspomnieć o obowiązkowych badaniach wszystkich zwierząt, w ciągu 24 godzin po ich przybyciu do ubojni, które mają na celu ustalenie, czy występują u nich jakiekolwiek oznaki stanu chorobowego stanowiącego zagrożenie dla zdrowia ludzi bądź zwierząt. Ponadto na podstawie dokumentów towarzyszących danej grupie zwierząt stwierdza się, czy przestrzegane są odpowiednie przepisy dotyczące dobrostanu zwierząt, związane z transportem i przygotowaniem do uboju oraz samym ubojem. Bezpośrednio po uboju i zakończeniu czynności wytrzewiania na tuszach i narządach wewnętrznych przeprowadza się podstawowe i uzupełniające badania poubojowe. W badaniach zwraca się szczególną uwagę na wykrywanie chorób odzwierzęcych i w przypadku stwierdzenia jakichkolwiek zmian podejmuje się badania uzupełniające tusz i narządów wewnętrznych oraz badania laboratoryjne (bakteriologiczne, mikrobiologiczne i chemiczne). W przypadku świń i koni obowiązuje (wcześniej już wspomniane) badanie trychinoskopowe na obecność włośni. Jeśli spełnione zostały wszystkie warunki określone przepisami, na powierzchni tusz zwierząt poddanych badaniu przed- i poubojowemu umieszcza się odpowiedni znak jakości zdrowotnej. Jest on owalny, o szerokości co najmniej 6,5 cm i wysokości 4,5 cm i zawiera następujące informacje: dwuliterowy kod państwa (w przypadku Polski PL), numer identyfikacyjny ubojni, skrót CE lub EC, gdy ubojnia znajduje się we wspólnocie europejskiej oraz może zawierać wskazówkę dotyczącą urzędowego lekarza weterynarii, który przeprowadził badanie zdrowotności mięsa (Szczawiński, 2011; Świderski, 2010). Niekiedy zakłady mięsne mogą przeprowadzać dodatkowe badania związane z produkcją mięsa pochodzącego z różnych systemów jakości (np. z systemu PQS), gwarantujących konsumentom odpowiednią jakość sensoryczną czy cechy fizykochemiczne.

Najbardziej restrykcyjne prawo nie gwarantuje nam pełnego bezpieczeństwa. Jednakże bardzo wyraźna poprawa warunków sanitarnych w zakładach mięsnych jest nie tyle efektem prac organów kontrolnych, co dbaniem właścicieli zakładów o własny zysk. Jeżeli bowiem tusze będą mocno zanieczyszczone, znacznie obniży się ich trwałość, a to wiąże się ze skróceniem czasu przydatności do spożycia i w konsekwencji sporymi stratami finansowymi.

BEZPIECZEŃSTWO ORAZ JAKOŚĆ MIĘSA WIEPRZOWEGO W ASPEKCIE DOBORU ODPOWIEDNIEGO SYSTEMU PAKOWANIA ORAZ WARUNKÓW JEGO PRZECHOWYWANIA

Dynamiczny rozwój handlu oraz sieci dystrybucyjnych, przy jednoczesnym wzrastającym popycie na mięso niemrożone w formie porcjowanej, zmusza producentów do ciągłego doskonalenia metod chłodniczego przechowywania. Opakowania ochronne z zastosowaniem atmosfer innych niż powietrze mogą znacznie wydłużyć okres przechowywania świeżego mięsa, zachowując przy tym jego walory smakowe. Z drugiej strony, nieprawidłowości związane z doborem systemu pakowania oraz warunków przechowywania mogą doprowadzić do niekorzystnych zmian fizykochemicznych zapakowanego surowca, a także determinować rozwój szkodliwej mikroflory. Aby temu zapobiec konieczna jest kontrola czynników mogących wpływać na cechy jakościowe zapakowanego, a następnie przechowywanego mięsa wieprzowego.

Systemy pakowania mięsa wieprzowego

Poprzez system pakowania można rozumieć uporządkowany, wzajemnie powiązany ze sobą i otoczeniem układ elementów (urządzenie, opakowanie/materiał opakowaniowy, stosowana atmosfera itp.), który został wyodrębniony na potrzeby właściwego zapakowania i przechowywania danego produktu. Zmiany modelu życia, stylu konsumpcji, a także zmiany demograficzne wpływają na to, iż rynek opakowań mięsa w Polsce wzrasta. Konsumenci poszukują produktów nie tylko bezpiecznych, charakteryzujących się odpowiednią jakością, ale zarazem wygodnych, pozwalających zredukować czas przygotowywania posiłków. Stąd też producenci coraz częściej pakują mięso w systemie Case-Ready, czyli systemie porcji detalicznych, gotowych do ekspozycji w ladach chłodniczych, co ma zapewniać nie tylko jego bezpieczeństwo oraz wygodę użytkowania, ale

przede wszystkim gwarantować powtarzalną jakość. Jej obniżenie może prowadzić bowiem w konsekwencji do generowania kosztów związanych z odrzuceniem produktu przez konsumenta. Odpowiednio dobrane metody pakowania spełniają wyżej wymienione warunki poprzez zapobieganie lub opóźnianie powstawania niepożądanych zmian w barwie, smaku, zapachu czy konsystencji mięsa. Co ważne, opakowania powinny spowalniać niepożądane przemiany, ale nie ingerować i nie hamować w nim zmian, które są korzystne. Wśród metod pakowania mięsa wieprzowego wyróżniamy: pakowanie próżniowe (VC, z ang. vacuum packaging), pakowanie w atmosferze modyfikowanej (MAP, z ang. modified atmosphere packaging) oraz kontrolowanej (CAP, z ang. controlled atmosphere packaging).

Najprostszą formą modyfikowania atmosfery jest pakowanie próżniowe, które polega na usunięciu powietrza z opakowania zawierającego produkt, a następnie jego hermetycznym zamknięciu. Może być stosowany z powodzeniem do przechowywania mięsa (w postaci wyrębów, porcji czy przeznaczonych do sporządzenia gotowych dań), jak i produktów mięsnych (całych i pokrojonych), wydłużając tym samym ich trwałość nawet kilkakrotnie. Jest to możliwe dzięki zahamowaniu wzrostu drobnoustrojów tlenowych odpowiadających w znacznej mierze za psucie mięsa oraz ograniczenie zachodzących w nim procesów oksydacyjnych, co wpływa korzystnie na termin jego przydatności do spożycia. Będzie to jednak zależało w dużej mierze od początkowej jakości surowca oraz właściwości materiału opakowaniowego jaki zostanie użyty. Źle dobrany materiał może bowiem nie chronić w pełni przed przenikaniem tlenu do wnętrza opakowania. Dodatkowo niezastosowanie przylegających do powierzchni mięsa foli termokurczliwych może doprowadzić do powstania dużej ilości wycieku, który będzie wpływał niekorzystnie na wygląd zapakowanego surowca. Ważne jest również, aby pakowane próżniowo mięso pozbawione było kości, które mogłyby uszkodzić opakowanie, a tym samym wytworzyć warunki tlenowe. W celu wyeliminowania rozwoju beztlenowych bakterii odpowiedzialnych za zatrucia pokarmowe, zaleca się, by zawartość tlenu resztkowego w opakowaniach Vacuum wynosiła około 1-2% (Walsh i Kerry, 2002; Garcia-Esteban i wsp., 2004; Zhou i wsp., 2010).

Kolejnym rozwiązaniem, o którym warto wspomnieć w aspekcie pakowania mięsa wieprzowego jest stosowanie gazów ochronnych. Metoda polega na usunięciu powietrza z opakowania, w którym znajduje się produkt i zastąpieniu go gazem lub mieszaniną gazów, najczęściej tlenem, dwutlenkiem węgla i/lub azotem. Każdy z wymienionych gazów pełni bowiem określoną rolę w zapewnie-

niu odpowiedniego bezpieczeństwa zapakowanego produktu oraz kształtowaniu jego jakości.

W przypadku mięsa czerwonego stosuje się mieszaninę gazów zawierającą zazwyczaj od 60% do 80% tlenu. Takie warunki w zależności od temperatury przechowywania zapewniają pożądaną jasnoczerwoną barwę mięsa przez około 7-14 dni jego przechowywania. Wysokie stężenie tlenu w trakcie przechowywania w warunkach atmosfery modyfikowanej zwiększa bowiem głębokość warstwy natlenionej na powierzchni mięsa, a tym samym opóźnia tworzenie metmioglobiny, co zapewnia zachowanie atrakcyjnej, jasnoróżowej barwy. Dodatkowo tlen zapobiega rozwojowi beztlenowców. Może jednak prowadzić do utleniania tłuszczów, barwników i witamin oraz rozwoju mikroflory tlenowej, a tym samym do pogorszenia walorów smakowo-zapachowych i bezpieczeństwa przechowywanego mięsa. Pakowanie w atmosferze modyfikowanej z niskim stężeniem tlenu w przypadku wieprzowiny czy wołowiny wymagałoby wprowadzenia do mieszaniny gazów tlenku węgla (CO), który wiąże się szybko i nieodwracalnie z mioglobiną, tworząc jasnoczerwoną karboksymioglobinę. Gaz ten jest jednak wysoce toksyczny. W związku z powyższym na terenie Unii Europejskiej nie ma możliwości stosowania tlenku węgla do pakowania mięsa wieprzowego, mimo, że wyniki badań sugerują, iż ryzyko dla zdrowia konsumentów wynikające z jego użycia w ilości nie przekraczającej 0,5% jest niewielkie.

Pakowanie bez udziału tlenu jest natomiast możliwe w przypadku pakowania mięsa białego, które w przeciwieństwie do mięs czerwonych, nie ulega nieodwracalnej powierzchniowej zmianie barwy w obecności tlenu. W tym przypadku najczęściej stosuje się mieszanki zawierające 20-50% dwutlenku węgla oraz 50-80% azotu. Dwutlenek węgla zapobiega bowiem rozwojowi mikroorganizmów, zwłaszcza gram-ujemnych bakterii tlenowych, takich jak bakterie z rodzaju *Pseudomonas*. Literatura wskazuje, iż stężenie CO_2 na poziomie 20% umożliwia dwukrotne spowolnienie tempa namnażania bakterii w odniesieniu do atmosfery powietrza. Jest to jednak gaz wysoce rozpuszczalny w tkankach mięśni oraz tłuszczu, stąd zastosowanie go w nadmiarze może prowadzić do obniżenia pH i powstania kwaśnego posmaku przechowywanego mięsa. Aby ograniczyć ewentualne negatywne skutki zarówno tlenu, jak i dwutlenku węgla stosowany jest na ogół azot, jako nieaktywny składnik atmosfery, stanowiący jej uzupełnienie do 100%, a tym samym zapobiegający deformacji opakowań z przechowywaną żywnością (m.in.: Cutter, 2002; Cayuela i wsp., 2004; Kropf, 2004; Martınez i wsp., 2005; Wilkinson i wsp., 2006; Koutsoumanis i wsp., 2008; McMillin, 2008; Šuput i in. 2013).

Przechowywanie mięsa w atmosferze kontrolowanej polega na ciągłym monitorowaniu i sterowaniu składem zastosowanej mieszaniny gazów ochronnych, tak aby ich zawartość nie ulegała zmianie w czasie na skutek, m.in. zawartych w mięsie mikroorganizmów czy przepuszczalności zastosowanego opakowania. System ten ma zastosowanie w przypadku, gdy chcemy wydłużyć termin przydatności do spożycia czerwonego mięsa w odniesieniu do modyfikowanej atmosfery oraz przy założeniu, iż system pakowania próżniowego będzie tu nieefektywny (Jeremiah, 2001; Ščetar i wsp., 2010).

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom konsumentów oraz producentów, przemysł opakowaniowy proponuje coraz to nowocześniejsze systemy pakowania, których składowymi są m.in. opakowania aktywne i inteligentne. Opakowania takie mają na celu wydłużenie terminu przydatności do spożycia przechowywanego mięsa i jego wyrobów, poprawę lub utrzymanie ich jakości na odpowiednim poziomie, a także możliwość prześledzenia całej drogi produktu od momentu wytworzenia do jego konsumpcji. Aktywne systemy pakowania obejmują między innymi środki absorbujące tlen, pochłaniacze i absorbery dwutlenku węgla, związki kontrolujące poziom wilgotności oraz substancje o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych. Obecnie stosowanym, najpopularniejszym rozwiązaniem aktywnym do przechowywania mięsa są różnego rodzaju saszetki, wkładki lub całe powłoki, których zadaniem jest wiązanie wycieku soku mięsnego powstającego w trakcie przechowywania. Ogranicza to nie tylko rozwój drobnoustrojów w opakowaniu, ale również eliminuje nieestetyczny wygląd eksponowanego w ladzie chłodniczej mięsa. Poprzez opakowania inteligentne rozumieć należy natomiast opakowania zawierające różnego rodzaju wskaźniki świeżości, czasu, temperatury oraz wskaźniki działające na poziomie częstotliwości radiowych, których zadaniem jest dostarczanie informacji o jakości wyrobu, temperaturze i lokalizacji jego składowania (Dainelli i wsp., 2008; Brody i wsp., 2008).

Wpływ stosowanych systemów pakowania na wybrane wyróżniki jakości i bezpieczeństwa mięsa wieprzowego

Wśród czynników wpływających na decyzje konsumentów o zakupie mięsa wieprzowego należy wyróżnić przede wszystkim zawartość tłuszczu śródmięśniowego, barwę oraz jego wodochłonność. Poprzez ocenę wzrokową konsumenci dokonują wyboru głównie mięsa o minimalnym przetłuszczeniu śródmięśniowym, charakterystycznej jasnoróżowej barwie oraz bez wycieku. O ile

marmurkowatość zależy od czynników przyżyciowych, związanych ze zwierzęciem, to barwa i wyciek soku mięsnego dla tego samego mięśnia mogą być różne w zależności od zastosowanego systemu pakowania oraz warunków przechowywania. Dokonując zakupu mięsa w opakowaniu, konsument chciałby mieć gwarancję, iż kupuje produkt bezpieczny, a zarazem o odpowiedniej jakości, która jest wypadkową nie tylko jego wyglądu ale również smaku, konsystencji oraz jakości mikrobiologicznej.

Barwa mięsa definiowana jest poprzez stężenie barwników, ich stan chemiczny oraz parametry fizyczne. Szczególnie istotne jest tu stężenie mioglobiny, która uczestniczy w fizjologicznym transporcie tlenu z krwi do komórek mięśni. Barwnik ten reaguje z tlenem szybko i w sposób odwracalny, tworząc jasnoczerwoną oksymioglobinę, kiedy stężenie tlenu jest stosunkowo wysokie, zaś w warunkach beztlenowych powraca do przygaszonej purpurowej barwy mioglobiny. Co więcej, mioglobina może wchodzić w reakcję z tlenem i tworzyć metmioglobinę. Ten stabilny brązowy barwnik powstaje szybko, kiedy stężenie tlenu jest niskie, zaś w warunkach wysokiego stężenia tlenu jej powstawanie jest hamowane. W związku z powyższym w przypadku mięsa czerwonego stosowanie opakowań próżniowych do pakowania małych elementów sprzedawanych detalicznie nie zdaje egzaminu z uwagi na nieatrakcyjną, ciemną barwę ich niedotlenionej powierzchni. Niemniej jednak podczas stosunkowo krótkiego czasu przechowywania tkanka mięśniowa zazwyczaj nie odbarwia się, a mięso w następstwie kontaktu z tlenem atmosferycznym zachowuje możliwość powrócenia do czerwonej barwy tuż po otwarciu opakowania. Mimo to opakowania próżniowe stosowane są obecnie najczęściej do pakowania całych mięśni lub elementów kulinarnych. Do pakowania niewielkich elementów mięsnych stosowana jest zazwyczaj atmosfera gazów ochronnych. Od jej składu oraz udziału procentowego poszczególnych gazów zależy kierunek i dynamika zmian składowych barwy przechowywanego mięsa. Większość badań wskazuje, iż jasność czerwonego mięsa przechowywanego w atmosferze tlenu będzie istotnie wzrastała, zaś udział barwy czerwonej będzie malał proporcjonalnie do czasu przechowywania. Analizując barwę schabu wieprzowego przechowywanego w 4 systemach pakowania (próżnia, 100% CO_2, 99% CO_2+1% CO, 100% O_2 oraz 100% CO), Viana i wsp. (2005) wykazali, iż parametry barwy świeżego mięsa najlepiej pozwala zachować atmosfera zawierająca 1% tlenku węgla (CO). Mimo, iż opakowanie zawierające 100% tlenu (O_2) pozwoliło na uzyskanie pożądanej jasnoczerwonej barwy mięsa już po 24 godzinach przechowywania w 4°C, to jednak w miarę upływu czasu wartości jej skła-

dowych ulegały w szybszym tempie pogorszeniu (m.in.: Mancini i wsp., 2005; Fernandez-Lopez i wsp., 2006; Tikk i wsp., 2008; Fernandez-Lopez i wsp., 2008; Clausen i wsp., 2009; Schönfeldt i Strydom; 2011).

Wyniki badań nie wskazują również jednoznacznie, który system pakowania pozwala w większym stopniu na redukcję wycieku przechowalniczego mięsa. Lund i wsp. (2007) zasugerowali, iż pakowanie w atmosferze modyfikowanej z wysokimi stężeniami tlenu może powodować wzrost wycieku swobodnego oraz spadek soczystości przechowywanego mięsa w porównaniu z surowcem zapakowanym próżniowo. Również Smulders i wsp. (2006) odnotowali wyższy ubytek przechowalniczy w przypadku mięsa przechowywanego w kontrolowanej atmosferze o zawartości 70% N_2 oraz 30% CO_2 w odniesieniu do mięsa przechowywanego w próżni. Cayuela i wsp. (2004) utrzymują natomiast, iż pakowanie Vacuum powoduje zwiększony wyciek swobodny z mięsa wieprzowego w odniesieniu do pakowania MAP. Przyczyną sprzecznych doniesień w tym zakresie może być zapewne stopień zastosowanej w badaniach próżni. Co więcej, duże stężenie dwutlenku węgla w atmosferze opakowania, obniżając pH przechowywanego mięsa może także przyczyniać się do spadku jego zdolności do zatrzymywania wody. Zakłada się bowiem, że wraz ze spadkiem pH post-mortem białka miofibrylarne uwalniają więcej wody związanej z powodu przepływu wody wewnątrzkomórkowej w kierunku przestrzeni pozakomórkowej (Ouali i Talmant., 1990; Martinez i wsp., 2005).

Idąc dalej, pakowanie próżniowe wpływa korzystnie na kruchość przechowywanego mięsa, co jest związane z postępującymi w nim procesami dojrzewania. Lund i wsp. (2007) wykazali natomiast, iż zastosowanie modyfikowanej atmosfery z wysokim stężeniem tlenu w odniesieniu do pakowania próżniowego pogarsza kruchość wieprzowiny (m. longissimus dorsi), a dodatkowo przyspiesza denaturację białek oraz sieciowanie kolagenu, co może się pośrednio wiązać ze zwiększonymi stratami spowodowanymi naturalnym wyciekiem z mięsa i spadkiem jego soczystości. Również Hansen i wsp. (2008) stwierdzili, że przechowywanie wieprzowiny w atmosferze o wysokiej koncentracji tlenu prowadzi do uzyskania mięsa o większej twardości w stosunku do atmosfery beztlenowej, co może się wiązać z tworzeniem wiązań dwusiarczkowych pomiędzy białkami i/lub proteolizą (Nitsch, 2009). Wyniki innych badań wskazują jednak, że stosowane okresy przechowywania czerwonych mięs w atmosferze z wysokim stężeniem tlenu są zbyt krótkie, aby uwidoczniły się szkodliwe skutki proteolizy (Gill i Gill, 2005).

Pakowanie w atmosferze z wysokim stężeniem tlenu przyśpiesza procesy utleniania lipidów wpływające na pogorszenie jakości przechowywanego mięsa. Potwierdzają to m.in. badania przeprowadzone przez Cayuela i wsp. (2004), którzy wykazali prooksydacyjny wpływ pakowania w modyfikowanej atmosferze zawierającej 70% tlenu (O_2) oraz 30% dwutlenku węgla (CO_2) w porównaniu z pakowaniem próżniowym oraz pakowaniem w atmosferze tlenu.

Należy podkreślić również, że mięso niezależnie od tego, czy zostało wcześniej uznane za nieakceptowalne przez konsumentów z racji niepożądanych zmian w wyglądzie, zapachu oraz smaku, ulega zepsuciu przez działanie mikroflory bakteryjnej. Na jej rozwój mają wpływ przede wszystkim rodzaj produktu i jego pH, czas, temperatura oraz skład środowiska gazowego w trakcie przechowywania. Bez względu na rodzaj zastosowanej atmosfery dominującą mikroflorą na powierzchni mięsa przechowywanego w warunkach chłodniczych są tlenowe i beztlenowe bakterie psychrotrofowe, przy czym głównymi organizmami wpływającymi na jakość mięsa przechowywanego w atmosferze tlenu powyżej 60% są bakterie *Pseudomonas*. Niemniej jednak, uwzględniając profil wzrostu drobnoustrojów, reaktywne formy tlenu w opakowaniach MAP z wysoką koncentracją tlenu mogą prowadzić do uszkodzenia ich struktur komórkowych, a tym samym wydłużać termin przydatności do spożycia przechowywanego mięsa (Ismail i wsp., 2000; Amanatidou, 2001; Cutter, 2002; Day, 2003; Viana i wsp., 2005; Dongyou, 2009).

Wpływ warunków przechowywania na wybrane wyróżniki jakości i bezpieczeństwa mięsa wieprzowego

Aby wymienione wyżej metody pakowania działały efektywnie, należy uwzględnić możliwie jak najwięcej czynników, które mogą wpływać na bezpieczeństwo oraz jakość wieprzowiny w trakcie jej chłodniczego przechowywania. Oprócz temperatury, wymienić tu należy m.in. właściwości zastosowanego opakowania, stopień wypełnienia opakowania surowcem oraz intensywność oświetlenia zastosowanego podczas ekspozycji mięsa.

W pierwszej kolejności to materiał z jakiego jest wytworzone opakowanie jednostkowe będzie decydować o stopniu oddziaływania na mięso czynników zewnętrznych oraz kierunku przemian poszczególnych jego składników. W przypadku przechowywania próżniowego powinno się stosować opakowania wykonane z materiałów łatwo zgrzewalnych, o dużej wytrzymałości mechanicznej,

odporności na przebicia, a przede wszystkim o małym współczynniku przepuszczalności dla pary wodnej i niskiej przenikalności dla tlenu. Zazwyczaj są to opakowania wielowarstwowe, które powstają w wyniku połączenia tworzyw o różnych właściwościach, nałożonych na siebie warstwami bądź połączonych substancją wiążącą. Zbyt mała barierowość opakowania w stosunku do pary wodnej oraz tlenu może prowadzić do niekorzystnych zmian sensorycznych surowca, a także wzmożonego utleniania witamin, barwników czy lipidów. Do pakowania żywności najczęściej stosowane są różne odmiany polietylenu (PE) czy propylenu (PP). Pomimo, iż nie kwalifikują się one do materiałów barierowych w stosunku do gazów, odznaczają się dobrą zgrzewalnością, korzystnymi właściwościami mechanicznymi oraz niską przepuszczalnością pary wodnej. Oprócz nich powszechnie stosowane są również: polistyren (PS), politereftalan etylenowy (PET), kopolimer chlorku winylidenu (PVDC). Zwiększenie barierowości opakowania w stosunku do gazów możliwe jest przykładowo dzięki wprowadzeniu do folii wielowarstwowej warstwy kopolimeru etylenu z alkoholem winylowym (EVOH), który dzięki dużemu stopniowi usieciowania umożliwia ograniczenie przepuszczalności tlenu do poziomu poniżej $1 cm^3/m^2.24h.01 MPa$. Materiał ten znajduje zastosowanie zarówno do pakowania próżniowego, jak i do modyfikowanej atmosfery. W zależności od produktu jaki chcemy zapakować, opakowanie można zaprojektować tak, by poprzez wybór odpowiedniej grubości warstwy kopolimeru odpowiednio chronić zapakowaną żywność. Grubość EVOH jest bowiem odwrotnie proporcjonalna do szybkości przenikania tlenu (Cooksey, 2007; Sajilata i wsp., 2007; Jan i wsp., 2005; Marsh i Bugusu, 2007; Czerniawski i Kozłowska, 2008; Michalska-Pożoga, 2008; Yamamoto i wsp., 2009; Marcinkowska-Lesiak i wsp., 2017a).

Czynnikiem wpływającym na jakość przechowywanej w modyfikowanej atmosferze wieprzowiny może być również proporcja objętości zapakowanego surowca do przestrzeni gazowej wewnątrz opakowania. Badania wskazują, iż celem uniknięcia deformacji opakowania, a zarazem spowolnienia niekorzystnych reakcji związanych z obecnością tlenu proporcja ta powinna wynosić od 1:1 do 1:3. Wraz ze spadkiem proporcji mięsa w stosunku do otaczających go gazów może pogarszać się m.in. jego barwa. Powodem jest wzrost objętości gazów, który może być równoważny m.in. ze wzrostem ilości tlenu biorącego udział w reakcji utleniania. Wysokie stężenie O_2 może dodatkowo pogarszać zdolność utrzymania wody własnej przez produkt, a w rezultacie prowadzić do wzrostu wycieku przechowalniczego. Z drugiej strony nadmierna ilość produktu w opa-

kowaniu może prowadzić do skrócenia okresu jego przydatności do spożycia ze względu na niedostateczną ilość dwutlenku węgla gwarantującego stabilność mikrobiologiczną przechowywanego surowca (Jeremiah i wsp., 1992; Blakistone, 1999; Gill i Gill, 2005; Bingol i Ergun, 2011). W badaniach Marcinkowskiej-Lesiak i wsp. (2017b) określono wpływ stopnia wypełnienia opakowania produktem (stosunek objętości produktu do objętości gazów P/H wewnątrz opakowania wynosił odpowiednio: 3/1, 1/1 oraz 1/3). Ze względu na najkorzystniejsze właściwości fizyczne oraz mikrobiologiczne w trakcie dwunastodniowego przechowywania schabu, autorzy rekomendują stopień wypełnienia opakowania produktem P/H=1/1.

Również przechowywanie mięsa pod oświetleniem może przyczynić się do powstania niekorzystnych zmian, w tym do wzrostu temperatury na jego powierzchni, fotooksydacji bądź błędnego postrzegania barwy mięsa w wyniku widma emitowanego przez zastosowane źródło oświetlenia. Wzrost natężenia światła przyspiesza bowiem fotoutlenianie, a wydłużenie czasu ekspozycji zwiększa szkody nim wywołane. Badania wskazują, iż oświetlenie stosowane do wzrokowej oceny barwy mięsa może mieć istotny wpływ na jego akceptację konsumencką, jednak odgrywa on również kluczową rolę w procesie fotooksydacji, katalizując powstawanie metmioglobiny. Nie wszystkie wyniki badań dotyczące wpływu oświetlenia na wyróżniki jakości mięsa są jednak jednoznaczne. Większość prac w tym obszarze zostało przeprowadzonych na wołowinie, ponieważ posiada ona wyższą zawartość mioglobiny i bardziej intensywną barwę, ułatwiając tym samym zaobserwowanie zachodzących zmian (Andersen i wsp., 1989; Pegg i wsp., 1997; Kristensen i wsp., 2000; Lee i wsp., 2001; Alves i wsp., 2002; Mortensen i wsp., 2002; Mancini i Hunt, 2005; Singh i Singh, 2005). W badaniach obejmujących określenie wpływu zastosowanego podczas ekspozycji natężenia światła na wybrane właściwości fizykochemiczne oraz mikrobiologiczne przechowywanego mięsa wieprzowego zaobserwowano jednak, iż intensywne światło, używane do oświetlania wielopółkowych urządzeń chłodniczych może prowadzić do niekorzystnych zmian barwy schabu środkowego oraz wzrostu dynamiki namnażania się drobnoustrojów na jego powierzchni (Marcinkowska-Lesiak i wsp., 2017c).

WPŁYW OBRÓBKI KULINARNEJ NA BEZPIECZEŃSTWO ZDROWOTNE POTRAW Z MIĘSA WIEPRZOWEGO

Mięso wieprzowe jest bardzo ważnym i wartościowym składnikiem naszej diety. Stanowi ono bowiem źródło białka o wysokiej wartości biologicznej, zapewniającego prawidłowy rozwój i zdrowie organizmu. Dostarcza również bardzo ważnych składników odżywczych o wysokiej biodostępności i bioaktywności jak: żelazo hemowe, cynk, witaminy z grupy B (tiaminy, ryboflawiny, niacyny, B_6 i B_{12}). Coraz częściej też w literaturze mówi się, że mięso może stanowić żywność funkcjonalną wynikającą m.in. z zawartości NNKT (niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych), bioaktywnych peptydów (karnozyna, glutation), choliny czy niektórych mikro- i makroelementów bądź witamin.

Polska jest krajem, który ma tradycje i możliwości produkcji mięsa wieprzowego oraz wędlin o wysokiej jakości. Badania ostatnich lat wykazują, że konsumenci oczekują, aby mięso charakteryzowało się bardzo dobrą jakością sensoryczną, wysoką wartością odżywczą i było tanie. Jednocześnie coraz częściej interesują się tym, żeby w całym łańcuchu produkcji od pola do stołu producenci gwarantowali wysoką jakość, bezpieczeństwo zdrowotne oraz dbałość o dobrostan zwierząt. Rośnie też zainteresowanie żywnością tradycyjną i regionalną oraz produktami mięsnymi pochodzącymi z małych, lokalnych zakładów przetwórczych.

Krajowa wieprzowina stanowi obecnie wartościowe mięso kulinarne, o dobrej jakości sensorycznej (smakowitość, kruchość) oraz wysokiej wartości odżywczej. Należy więc zdecydowanie promować jego spożycie, oczywiście adekwatne do zapotrzebowania organizmu w składniki odżywcze. Aby jednak w pełni korzystać z tych zalet wieprzowiny, konieczna jest znajomość zasad właściwej obróbki kulinarnej dającej potrawy o wysokiej jakości sensorycznej i bezpieczne dla zdrowia konsumenta.

Czynniki warunkujące jakość mięsa wieprzowego przeznaczonego na cele kulinarne

Wieloletnie badania nad uwarunkowaniami jakości sensorycznej wieprzowiny wykazały, że mięso wieprzowe produkowane w kraju charakteryzuje się wysoką jakością określoną przez barwę, smak i zapach, ilość widocznego tłuszczu oraz wyciek soku mięsnego.

Schemat 1. Czynniki warunkujące jakość i przydatność mięsa wieprzowego do przygotowywania potraw (Jaworska i Czarniecka-Skubina, 2016).

Szacuje się, że ogólnie jakość ta jest kształtowana w 30% przez czynniki genetyczne, w 25% związana jest z obrotem przedubojowym, a w 30% wynika z warunków uboju. Około 15% zmienności w cechach jakości mięsa jest zależne od sposobu i warunków dojrzewania (Jaworska i Czarniecka-Skubina, 2016; schemat 1).

Krajowa wieprzowina charakteryzuje się dość wysoką akceptowalnością, korzystną barwą, dobrą kruchością, soczystością oraz smakowitością. Wielokrotnie w pracach badawczych, dotyczących oddziaływania różnych czynników na jakość mięsa wieprzowego, wyniki te zostały potwierdzone (Jaworska i Przybylski, 2014). Mięso przeznaczone na cele kulinarne powinno odznaczać się odpowiednią barwą, kruchością, soczystością, pożądanym smakiem i zapachem oraz brakiem negatywnych nut smakowo-zapachowych.

Cechy te są osiągane podczas poubojowego dojrzewania mięsa i wiążą się przede wszystkim z odpowiednim pH końcowym, a tym samym stopniem proteolizy białek mięśniowych. Etap dojrzewania w przypadku wieprzowiny trwa od 4 do 7 dni i jest najczęściej przeprowadzany w zakładach mięsnych.

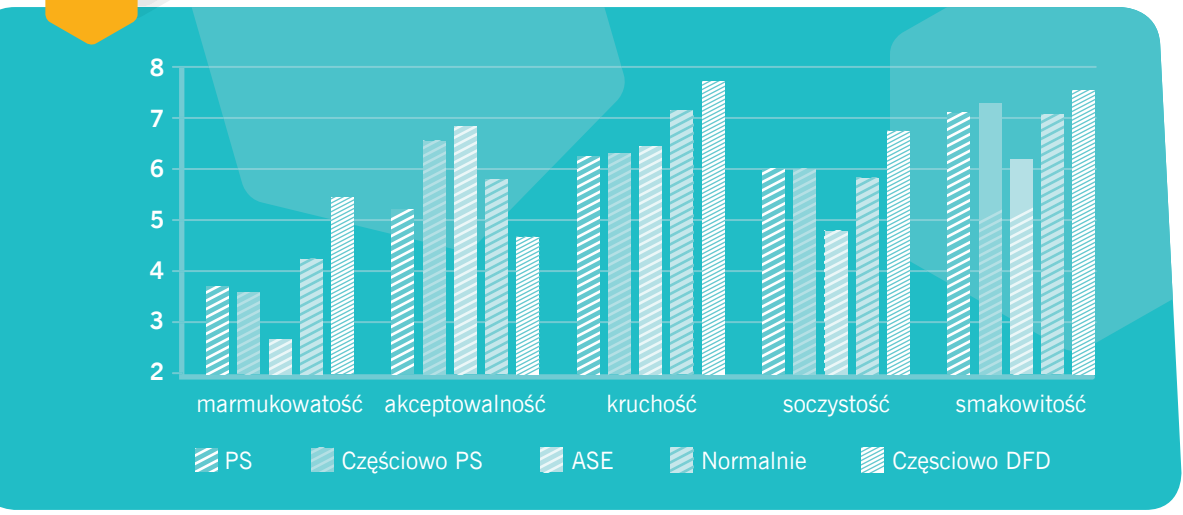
Kolejną istotną cechą jest zawartość tłuszczu śródmięśniowego, tzw. IMF. Odpowiednia zawartość tłuszczu wiąże się pozytywnie z kruchością, jak również z pożądanymi wrażeniami smakowo-zapachowymi. W wielu krajach intensywna selekcja ukierunkowana na doskonalenie mięsności doprowadziła do zbytniego zmniejszenia zawartości tłuszczu śródmięśniowego u świń w cennych wyrębach, tj. w schabie i szynce. Mięso takie po obróbce cieplnej jest suche i łykowate. Dlatego też jednym z najważniejszych czynników determinujących jakość mięsa kulinarnego jest zawartość tłuszczu śródmięśniowego określana też jako tzw. „marmurkowatość". Mięso o wyższej zawartości tłuszczu śródmięśniowego charakteryzuje się dobrą jakością sensoryczną, mniejszym wyciekiem oraz wyższą wydajnością w gotowaniu (Przybylski i wsp., 2012, Strydom i wsp., 2016). Jednak zbyt duża ilość widocznego tłuszczu pogarsza akceptowalność mięsa przez konsumenta w czasie zakupu. Optymalna zawartość tłuszczu z punktu widzenia akceptowalności konsumenckiej oraz osiągnięcia optymalnego smaku powinna mieścić się w przedziale 2-3%. Takie mięso jest najbardziej kruche, soczyste i smakowite. Mięso o wyższej zawartości tłuszczu jest zdecydowanie gorzej akceptowane przez konsumentów.

Najnowsze badania dotyczące oceny składu chemicznego polskiej wieprzowiny pochodzącej z pogłowia masowego z krzyżowania ras wielka biała polska i polska biała zwisłoucha wykazują, że zawartość tłuszczu śródmięśniowego u tych ras jest optymalna i waha się w granicach 1,7-2,1% w schabie i 3-3,6%

w szynce, w zależności od klasy mięsności tuczników (Blicharski i wsp., 2013). Najlepszymi walorami kulinarnymi charakteryzuje się mięso pozyskiwane od tuczników zaliczanych do klasy U lub E, natomiast najgorszą z klasy S. Dane dotyczące wartości rzeźnej pogłowia masowego (średnia mięsność na poziomie 57%) wskazują, że cecha ta jest na tyle zróżnicowana, iż istnieją realne możliwości wyselekcjonowania tusz z mięsem o bardzo dobrej jakości kulinarnej.

Kolejnym elementem istotnie wpływającym na jakość mięsa kulinarnego jest występowanie mięsa wadliwego typu PSE (blade, miękkie, wodniste), ASE (kwaśne, miękkie, wodniste) i DFD (ciemne, twarde, suche). Wady te związane są z zaburzeniami szybkości i zasięgu przemian zachodzących po uboju w tkance mięśniowej. Mięso typu PSE charakteryzujące się szybkim spadkiem pH po uboju, jest mniej akceptowalne w postaci surowej (z uwagi na bladą barwę i znaczny wyciek), a po ugotowaniu wykazuje gorszą kruchość w porównaniu z mięsem normalnym (wykres 1).

Wykres 1. Charakterystyka jakości sensorycznej mięsa wadliwego i normalnego *(Jaworska i Przybylski, 2014)*



Mięso ASE (o niskim pH końcowym i znacznym wycieku) wykazuje znaczny ubytek masy podczas obróbki cieplnej. Mimo, iż mięso to z uwagi na korzystny wygląd charakteryzuje się wysoką akceptowalnością, to po ugotowaniu ma gorszą soczystość i obniżoną smakowitość (wykres 1). Mięso typu DFD, o niewielkim zasięgu poubojowej glikolizy, a więc wysokim pH końcowym, ma ciemną

barwę i znaczą wodochłonność (wada korzystna dla przetwórstwa), ale jest nietrwałe. Wysokie pH końcowe sprawia, iż mięso to jest podatne na rozwój drobnoustrojów. Z uwagi na ciemniejszą barwę, surowa wieprzowina obarczona tą wadą charakteryzuje się niższym stopniem akceptacji. Po ugotowaniu natomiast wykazuje dobrą kruchość i smakowitość.

Wykorzystanie mięsa wieprzowego na cele kulinarne

Potrawę, która usatysfakcjonuje konsumenta można wykonać tylko z mięsa dobrej jakości oraz poprzez zastosowanie obróbki dobranej do elementu kulinarnego, które różnią się zawartością białka, tłuszczu i tkanki łącznej. Wraz z wiekiem zwierząt włókna mięśniowe stają się grubsze, zawierają więcej tkanki

łącznej, a ich mięso jest twardsze. Mięso takie nie nadaje się np. do pieczenia i smażenia, ale raczej do gotowania. Mięso o włóknach cieńszych jest bardziej delikatne i kruche. Znaczne zróżnicowanie w składzie chemicznym wykazują też poszczególne elementy kulinarne i stąd należy je odpowiednio zagospodarować. Po okresie dojrzewania w chłodni półtusze wieprzowe są poddawane rozbiorowi na elementy zasadnicze.

W kolejnym etapie następuje dalszy podział tych elementów i oddzielenie od nich kości, tłuszczu oraz ścięgien. Zastosowanie poszczególnych elementów w gastronomii do przygotowywania potraw przedstawiono w tabeli 14. Również podroby wieprzowe są chętnie spożywane przez smakoszy i znajdują zastosowanie do przygotowywania potraw (tab. 15).

Tabela 14. Charakterystyka i zastosowanie elementów kulinarnych w gastronomii (Jaworska i Czarniecka-Skubina, 2016)

Nazwa części zasadniczych	Nazwa elementów kulinarnych	Cechy charakterystyczne	Zastosowanie w produkcji potraw
karkówka wieprzowa	karkówka wieprzowa	karkowy odcinek najdłuższego mięśnia grzbietu, tkanka mięśniowa przerośnięta tłuszczem i tkanką łączną	duszenie (zrazy, gulasz), smażenie (stek, kotlet), gotowanie (ewentualnie po zapeklowaniu, na pasztety)
schab	schab	najdłuższy mięsień grzbietu – gruby, delikatny, jednolity, z jednej strony przyrośnięty do kręgów, z drugiej strony do kości żebrowych.	smażenie (filety, kotlety), duszenie i pieczenie (zrazy, pieczeń duszona)
biodrówka	biodrówka	mięśnie delikatne, jednolite, soczyste	smażenie (sznycle, filety, bryzole), duszenie (zrazy, pieczeń duszona)
szynka	szynka: frykando I	tkanka mięśniowa delikatna, drobnowłóknista, miękka, soczysta	smażenie (sznycle, bryzole, medaliony, steki), duszenie (zrazy), pieczenie
	szynka: frykando II	struktura mięśni delikatna, dzieli się na wyraźne pęczki mięśni, poprzerastane powięziami	duszenie (pieczeń, zrazy)
	szynka: frykando III	warstwy mięśni poprzerastane powięziami – mięso mało soczyste	
łopatka wieprzowa	łopatka wieprzowa	mięśnie poprzerastane tkanką łączną, z zewnątrz pokryte warstwą tłuszczu	duszenie (pieczeń duszona, zrazy), pieczenie (masa mielona), gotowanie (po zapeklowaniu)
golonka tylna	golonka tylna	małe pęczki mięśni poprzerastane powięziami, błonami, z warstwą tłuszczu i skóry	wyroby z masy mielonej, gotowanie po zapeklowaniu
golonka przednia	golonka przednia		
podgardle	podgardle	partia tuszy tłuszczowo-mięsna, przerośnięta tkanką łączną	wytapianie na smalec, dodatek do farszów i pasztetu
żeberka	żeberka	żebra okryte cienką warstwą mięśni i poprzerastane powięziami i tłuszczem	gotowanie (ewentualnie po zapeklowaniu – duszenie)

boczek bez żeberek	boczek bez żeberek	partie tłuszczu poprzerastane cienkimi warstwami mięśni	pieczenie, gotowanie (ewentualnie po zapeklowaniu – duszenie)
głowa	głowizna (bez ucha i ryja) ucho ryj	cienkie pasma tkanki mięśniowej przerośnięte tłuszczem i powięziami, tkanka chrzęstna i powięzi, warstwa skóry na grubym podkładzie tkanki tłuszczowej	gotowanie (na wywary i galarety, pasztety)
nogi	nogi	tkanka chrzęstna otoczona skórą	gotowanie (wywary, galarety)
ogon	ogon	cienka warstwa tkanki mięśniowej umieszczona na drobnych kostkach i pokryta skórą	gotowanie (wywary)
polędwiczka	polędwiczka	wąski mięsień wzdłuż grzbietu	duszenie, smażenie

Tabela 15. Charakterystyka i zastosowanie elementów podrobowych w gastronomi (Jaworska i Czarniecka-Skubina, 2016)

Podroby	Cechy charakterystyczne	Zastosowanie w produkcji potraw
mózg	ma kształt owalny, konsystencję miękką, barwę szaroróżową, otoczony jest wilgotną błoną	zazwyczaj znajduje zastosowanie do grzanek i pasztecików
ozorek	ma tkankę zwartą, mięsistą, okrytą skórzastą błoną z licznymi brodawkami na powierzchni	gotowanie, podawane z dodatkiem sosów do zakąsek; po ugotowaniu i pokrojeniu w plastry lub kostkę zalewa się galaretą
płuca	składają się z płatów zbudowanych z pęcherzyków płucnych; zawierają dużo tkanki łącznej, zwłaszcza chrzęstnej, mają strukturę gąbczastą, barwę różową od jasnej do intensywnej	po ugotowaniu wykorzystywane na nadzienie do pierogów i innych potraw, do dań w sosie
serce	zbudowane jest z mięśni okrytych grubą błoną; ma tkankę twardą, zwartą, zwłaszcza w dolnej części, barwy ciemnoczerwonej	duszenie (gulasz)
wątroba	narząd miąższowy o budowie zrazikowatej, złożony z kilku płatów pokrytych gładką, błyszczącą błoną; konsystencja jędrna, zwarta; barwa brązowo-wiśniowa	smażenie saute i panierowanie, duszenie
nerki	narząd parzysty w kształcie fasoli, ma tkankę twardą, barwy brązowej	duszenie (gulasz)

Początkowo mięso poddaje się obróbce wstępnej polegającej na umyciu pod bieżącą wodą, usunięciu miejsc przekrwionych i zabrudzonych. Mięso przeznaczone do pieczenia, smażenia czy grillowania powinno być pozbawione ścięgien, powięzi, grubszych warstw tłuszczu i kości. Należy je natomiast pozostawić przy elementach przeznaczonych do przygotowania wywarów i zup, ponieważ biorą one udział w tworzeniu smaku i aromatu. Pozostawienie na mięśniach cienkiej warstwy tłuszczu jest wskazane, gdyż tworzy on rodzaj naturalnej osłonki ograniczającej wyciek soku mięśniowego podczas obróbki cieplnej, przyczyniając się do poprawy soczystości i aromatu. Mięso przeznaczone na smażenie (zrazy bite, kotlety, befsztyki) porcjuje się prostopadle do włókien mięśniowych, a następnie można je rozbić tłuczkiem, co pozwala na nadanie im odpowiedniej wielkości i kształtu, rozbicie śródmięśniowej tkanki łącznej, aby po usmażeniu mięso było bardziej kruche.

Mięsa ścięgniste, tłuste oraz kawałki pozostałe po przygotowywaniu elementów kulinarnych, np. na pieczenie, można wykorzystać do przygotowywania masy mielonej. Mięso o większej ilości tkanki łącznej można wcześniej bejcować (moczyć w zalewie octowej lub serwatce), co powoduje pęcznienie włókien kolagenowych i szybsze mięknięcie podczas obróbki cieplnej. Mięso przerośnięte ścięgnami oraz ze zwierząt starszych (karkówka, biodrówka, łopatka, szynka, żeberka) przeznacza się do duszenia, podczas którego woda sprzyja rozklejaniu się tkanki łącznej, dzięki czemu mięso staje się miękkie i soczyste. Mięso pochodzące z chudych elementów (podobnie jak dziczyznę) powinno się szpikować słoniną, która podczas pieczenia topi się, a wytapiający się tłuszcz wsiąka w mięso, zwiększając jego soczystość.

Ogólne zasady obróbki kulinarnej

Właściwie przeprowadzona obróbka cieplna ma decydujący wpływ na jakość potrawy, jej wartość odżywczą oraz bezpieczeństwo zdrowotne. Błędy popełnione na tym etapie mogą przyczynić się do pogorszenia jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego potrawy oraz znacznego obniżenia wartości odżywczej.

Mięso z dużą zawartością tkanki łącznej należy gotować lub dusić, gdyż kolagen mięknie na skutek uwodnienia w środowisku wodnym, co daje odpowiednią miękkość. Mięso o małej zawartości tkanki łącznej można poddawać zróżnicowanej obróbce cieplnej (gotowanie, smażenie, duszenie, pieczenie, grillowanie). Do gotowania na ogół przeznacza się mięso z przedniej części tuszy, które goto-

wane odpowiednio długo w wodzie staje się miękkie i bardzo smaczne. Obróbkę rozpoczynamy od włożenia mięsa do wrzącej wody, wtedy straty składników odżywczych będą mniejsze. Następuje bowiem denaturacja białka na powierzchni mięsa i tworzy się bariera ochronna (skórka), która zapobiega nadmiernemu wyciekowi soków mięsnych i utracie składników odżywczych. Wieprzowinę gotujemy krótko, aby zmniejszyć ubytki masy. Podczas przygotowywania wywarów, które są podstawą do przygotowania sosów i zup, gotowanie mięsa czy kości rozpoczyna się od zimnej wody, co powoduje przechodzenie do wywaru składników odżywczych. Do smażenia powinno się przeznaczać surowiec najwyższej jakości, delikatny, dojrzały i soczysty (schab, mięso z szynki, biodrówka). Ten rodzaj obróbki jest pożądany przez konsumentów z uwagi na uzyskiwanie produktów o wysokiej smakowitości, przyjemnym aromacie i atrakcyjnym wyglądzie (Jaworska i Czarniecka-Skubina, 2016).

Znaczne zmniejszenie strat masy można uzyskać poprzez panierowanie, które zwiększa soczystość potrawy. Jednakże należy pamiętać, że panierka wchłania tłuszcz, podnosząc tym samym kaloryczność potrawy. Tłuszcz wchłaniany jest

również podczas smażenia surowca o jego małej zawartości. Panierka ogranicza natomiast przenikanie tłuszczu do potrawy. Mniejsza porowatość, drobniejsze cząstki panierki i większa zawartość substancji zespalających (skrobia, jaja) sprzyjają obniżeniu absorpcji tłuszczu (Korczak i Kmiecik 2016). Zmniejszenie ilości zaabsorbowanego tłuszczu można również uzyskać poprzez kombinację smażenia z pieczeniem. Stosuje się wtedy wstępne smażenie produktu panierowanego celem uzyskania odpowiedniego zrumienienia i dalszą obróbkę cieplną prowadzi w piekarniku.

Podczas smażenia, w tłuszczu smażalniczym zachodzi szereg przemian takich jak: utlenianie i polimeryzacja, hydroliza, cyklizacja, izomeryzacja, powstawanie nadtlenków i szereg innych. Intensywność i zakres tych zmian oraz ich konsekwencje zależą w dużym stopniu od sposobu i czasu smażenia, zastosowanej temperatury oraz rodzaju użytego tłuszczu. Powstaje szereg związków, które mogą być bardzo szkodliwe dla zdrowia np. izomery trans, polimery intra- i intermolekularne oraz związki cykliczne i akrylamid. Szczególnie podatne na te reakcje są kwasy tłuszczowe wielonienasycone, zwłaszcza linolenowy, dlatego należy ograniczać jego zawartość w tłuszczach przeznaczonych do długotrwałego ogrzewania. Zatem nie należy używać do smażenia olejów tłoczonych na zimno i typu „virgin", które nie są rafinowane. Popularny w kraju olej rzepakowy jest przydatny tylko do krótkotrwałego smażenia w małej ilości tłuszczu (Korczak i Kmiecik 2016). Do smażenia mięsa polecane są tłuszcze zwierzęce, głównie smalec i łój, ale po procesie rafinacji i oczyszczania. Dobrym rozwiązaniem jest stosowanie specjalnych tłuszczy będących mieszaniną tłuszczów zwierzęcych i roślinnych o specjalnie dobranych właściwościach, powodujących minimalizację powstawania związków szkodliwych i ich negatywnego oddziaływania na zdrowie.

Do pieczenia należy przeznaczać mięso najwyższej jakości o małej zawartości tkanki łącznej, czyli najczęściej schab, szynkę, łopatkę i boczek. Najczęściej kucharze polecają rozpoczęcie pieczenia, przez kilka minut, w temperaturze 220-250°C celem wytworzenia na powierzchni mięsa chrupiącej brązowej skórki (ogranicza ona również wyciek soku mięsnego i poprawia soczystość pieczeni), która tworzy się na skutek nieenzymatycznego brązowienia pod wpływem związków powstających w reakcji Maillarda. Związki te nadają potrawie specyficzny, pożądany smak i aromat. Następnie zaleca się obniżenie temperatury do 160-180°C. Poprawę soczystości i skrócenie czasu pieczenia oraz uzyskanie wyższej wartości odżywczej mięsa można uzyskać poprzez pieczenie w środowisku o podwyższonej wilgotności jaką uzyskuje się w piecach konwekcyjno-paro-

wych. Soczystość pieczeni można poprawić również poprzez częste podlewanie bulionem lub sosem, szpikowanie słoniną albo okładanie boczkiem czy słoniną (Czarniecka-Skubina, 2016).

Na przestrzeni ostatnich lat, coraz większą popularność zyskuje grillowanie. Proces ten polega na opiekaniu mięsa w dość wysokiej temperaturze (do 300°C) wytwarzanej przez urządzenia elektryczne albo poprzez spalanie drewna, węgla drzewnego, brykietu z węgla drzewnego lub gazu (w związku z tym mamy

grille węglowe, elektryczne i gazowe), na ruszcie otwartym lub w zamkniętej komorze. Mięso może być opiekane bezpośrednio nad źródłem ciepła na ruszcie (temperatura pod rusztem może wynosić do 340°C a na ruszcie 260-280°C) lub pośrednio na aluminiowej tacy (bądź owinięte w folię aluminiową), gdzie występują niższe temperatury (170-220°C na ruszcie). W przypadku grilli, gdzie

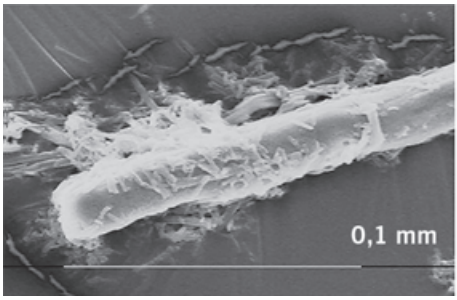
źródłem ciepła jest płomień gazowy, ogrzewa on płytę grzewczą lub kamienie lawy wulkanicznej czy brykiety ceramiczne. Z mięsa wieprzowego najczęściej grilluje się karkówkę, łopatkę, schab, żeberka, boczek czy wędliny (głównie kiełbasy lub kaszankę). Grillowane mięso uzyskuje atrakcyjny specyficzny smak i aromat na skutek reakcji Maillarda zachodzących w powierzchniowych warstwach, tworzących bardzo pożądaną przypieczoną skórkę. Podczas tej obróbki dochodzi również do degradacji lipidów i tworzenia się związków lotnych, takich jak: węglowodory alifatyczne, ketony, aldehydy, kwasy karboksylowe, alkohole, estry (Czarniecka-Skubina, 2016). Cechy jakości sensorycznej (aromat i smakowitość) są często uatrakcyjniane poprzez stosowanie ziół i przypraw zarówno do przyprawiania, bejcowania mięsa, jak i spalanie ziół oraz polewanie żarzących się węgli piwem.

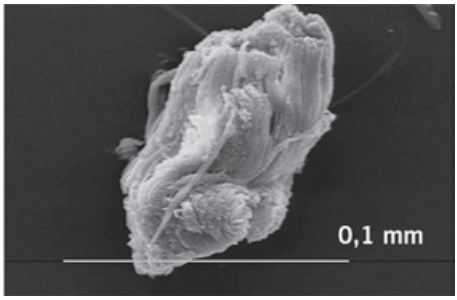
Wpływ obróbki cieplnej na zawartość składników odżywczych

Podczas obróbki cieplnej w mięsie zachodzi szereg zmian fizycznych i chemicznych istotnie wpływających na jego wygląd, smak, zapach oraz wartość odżywczą. Warto nadmienić, iż bardzo istotnym efektem obróbki cieplnej mięsa jest zniszczenie drobnoustrojów, a więc poprawa bezpieczeństwa i przedłużenie trwałości.

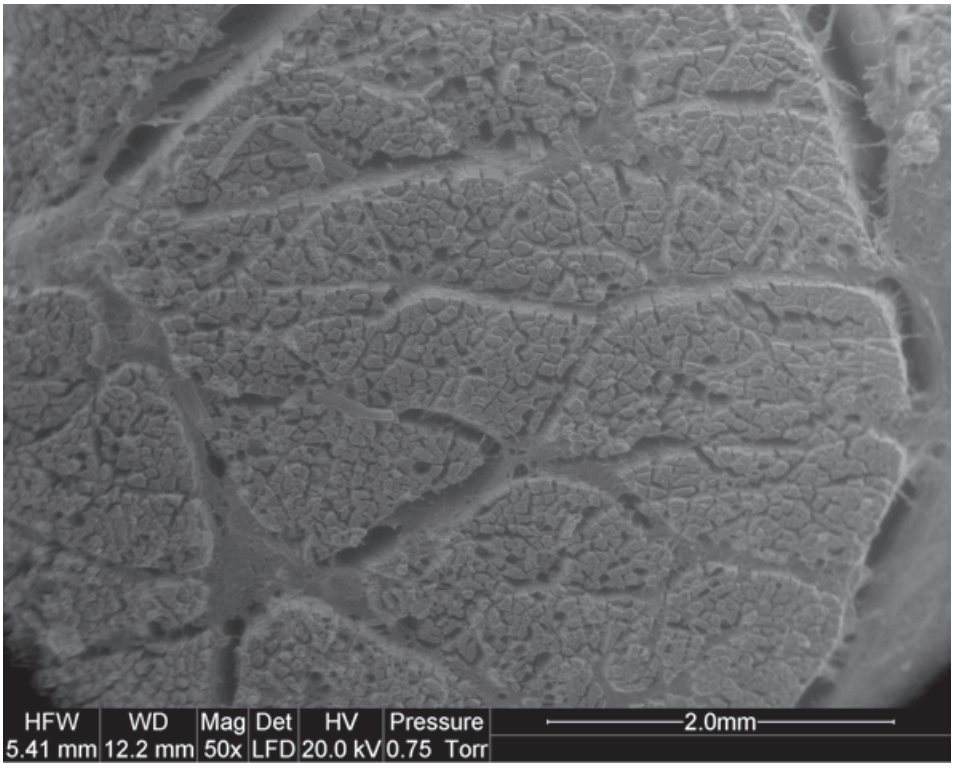
Obróbka cieplna powinna być tak prowadzona, aby w centrum geometrycznym elementu kulinarnego osiągnąć temperaturę 72°C, w której ginie większość drobnoustrojów. W czasie ogrzewania włókna mięśniowe kurczą się (dochodzi do znacznego skrócenia długości sarkomerów) i mięso zmniejsza swoją objętość. Stopień skurczu włókien mięśniowych wynosi od 20-35% (rysunek 1 i 2).

Rysunek 1. Skurcz włókna mięśniowego podczas obróbki cieplnej; po lewej stronie mięso świeże, po prawej stronie mięso po obróbce cieplnej w 140°C podczas 30 minut, Kajak-Siemaszko i wsp. (2011)





Rysunek 2. Zdjęcie mikrostruktury – skurcz włókien mięśniowych na przekroju poprzecznym mięśnia *Longissimus* po obróbce cieplnej; gotowanie, temp. wewnątrz mięśnia 72°C, czas 30 minut, Kaczmarczyk i wsp. (2016)



Podczas kurczenia się z tkanki mięśniowej odparowuje woda, wycieka sok wraz z częścią białek rozpuszczalnych, solami mineralnymi, witaminami i substancjami wyciągowymi. Wytapia się również tłuszcz, co powoduje obniżenie wartości kalorycznej. Włókna kolagenowe pęcznieją, rozklejają się i przechodzą w żelatynę. Ubytki masy są uzależnione od temperatury, rodzaju i czasu trwania zastosowanej obróbki cieplnej oraz wielkości i kształtu elementu kulinarnego, a także jego składu chemicznego i wartości pH końcowego (Pałka, 2004; Bejerholm i wsp., 2014; Jaworska i Czarniecka-Skubina, 2016). Większe straty odnotowuje się w przypadku mniejszych porcji oraz wraz ze wzrostem temperatury i wydłużaniem czasu trwania obróbki cieplnej. Przeciętnie podczas gotowania ubytki wynoszą 25-40%, duszenia 30-40%, smażenia 25-35%, smażenia w panierce 5-8%, pieczenia 22-45%, grillowanie na grillu elektrycznym i gazo-

wym 19-25%, grillowanie na grillu węglowym bez tacki 36-37%, grillowanie na grillu węglowym z zastosowaniem tacki 20-28% (Rakowska i wsp., 2013; Jaworska i Czarniecka-Skubina, 2016).

Mięso o niskim pH końcowym charakteryzuje się wyższymi stratami podczas obróbki cieplnej i to nawet do 6-10% w porównaniu z mięsem o mniejszym stopniu zakwaszenia (Przybylski, 2015). Wspomniane wyżej ubytki powodują również zmiany w zawartości składników odżywczych. Zmiany te również uzależnione są od rodzaju obróbki cieplnej. Największe straty odnotowuje się podczas gotowania, duszenia i długiego smażenia mięsa. Długie gotowanie obniża szczególnie zawartość składników rozpuszczalnych w wodzie, często dochodzi do znacznych ubytków niektórych aminokwasów i obniżenia wartości biologicznej białka. Ma to jednak również swoje pozytywne aspekty. Z przeprowadzonych badań wynika, że podczas gotowania mięsa do rosołu przechodzą większe ilości cysteiny, aminokwasu zbliżonego do leku acetylocysteiny, której farmakologiczne działanie polega na rozrzedzaniu śluzu w drogach oddechowych i jego odkrztuszaniu. Dlatego też od dawna podczas przeziębienia podawano chorym gorący rosół. W badaniach laboratoryjnych wykazano również, że rosół ma właściwości przeciwzapalne (Friedrich, 2008).

Stosunkowo najmniejsze straty odnotowuje się w czasie smażenia, pieczenia i ogrzewania mikrofalowego. Techniką, która umożliwia zachowanie wysokiej wartości odżywczej jest gotowanie na parze. W trakcie obróbki cieplnej zmniejsza się więc zawartość wody, a wzrasta zawartość białka i tłuszczu oraz dochodzi do zmiany wzajemnych proporcji pomiędzy grupami kwasów tłuszczowych wielonienasycone/nasycone (Kędzior, 2005).

Straty składników mineralnych są na ogół niewielkie i są uzależnione od postaci ich występowania. Te, które występują w postaci rozpuszczalnych zdysocjowanych soli (sód, wapń, fosfor, potas) przechodzą do wycieku, a połączone z białkami (żelazo) pozostają w mięsie (Rakowska i wsp., 2013). W mięsie pieczonym praktycznie nie zmienia się zawartość sodu, potasu, magnezu, wapnia, fosforu i miedzi. Wzrasta natomiast zawartość żelaza i cynku.

W odniesieniu do witamin znajdujących się w mięsie straty również zależą od zastosowanej obróbki cieplnej, czasu jej trwania, pH środowiska. Niewielkie straty odnotowuje się w przypadku ryboflawiny, niacyny i biotyny (wynoszą one od 10 do 25%). Największym stratom podlega tiamina, której straty mogą wynosić od 50 do 70% w przypadku gotowania i od 10 do 40% podczas smażenia i pieczenia. Straty witaminy E mogą wynosić od 40 do 50%, przy czym większą

wartość przyjmują one podczas grillowania, a mniejszą podczas smażenia (Rakowska i wsp., 2013; Jaworska i Czarniecka-Skubina, 2016). Pod wpływem obróbki cieplnej dochodzi też do strat substancji bioaktywnych występujących

w mięsie, takich jak: karnozyna, glutation, koenzym Q, kreatyna i kreatynina. Straty te wynoszą od 20 do 50% (Rakowska i wsp., 2013).

Wpływ obróbki cieplnej na bezpieczeństwo zdrowotne potraw z mięsa

W wyniku reakcji Maillarda oraz oksydacji lipidów mięsa podczas obróbki cieplnej powstaje wiele związków o różnych właściwościach fizycznych i chemicznych, które m.in. nadają potrawom mięsnym pożądany aromat, smakowitość i barwę. Za tworzenie barwy charakterystycznej dla produktów poddanych obróbce cieplnej odpowiadają głównie melanoidyny – barwne polimery będące głównie końcowymi produktami reakcji Maillarda (Rakowska i wsp., 2013). Melanoidyny oprócz nadawania żywności brązowej barwy wykazują również szereg korzystnych właściwości, między innymi działanie przeciwutleniające, wiążące

bioaktywne metale, antymikrobiologiczne i inne (Buła, 2016). Z drugiej strony efektem reakcji Maillarda może być powstawanie związków o charakterze kancerogennym i mutagennym, takich jak np. heterocykliczne aminy aromatyczne HAA, (Rakowska i wsp., 2013; Buła, 2016). Obie grupy związków powstają

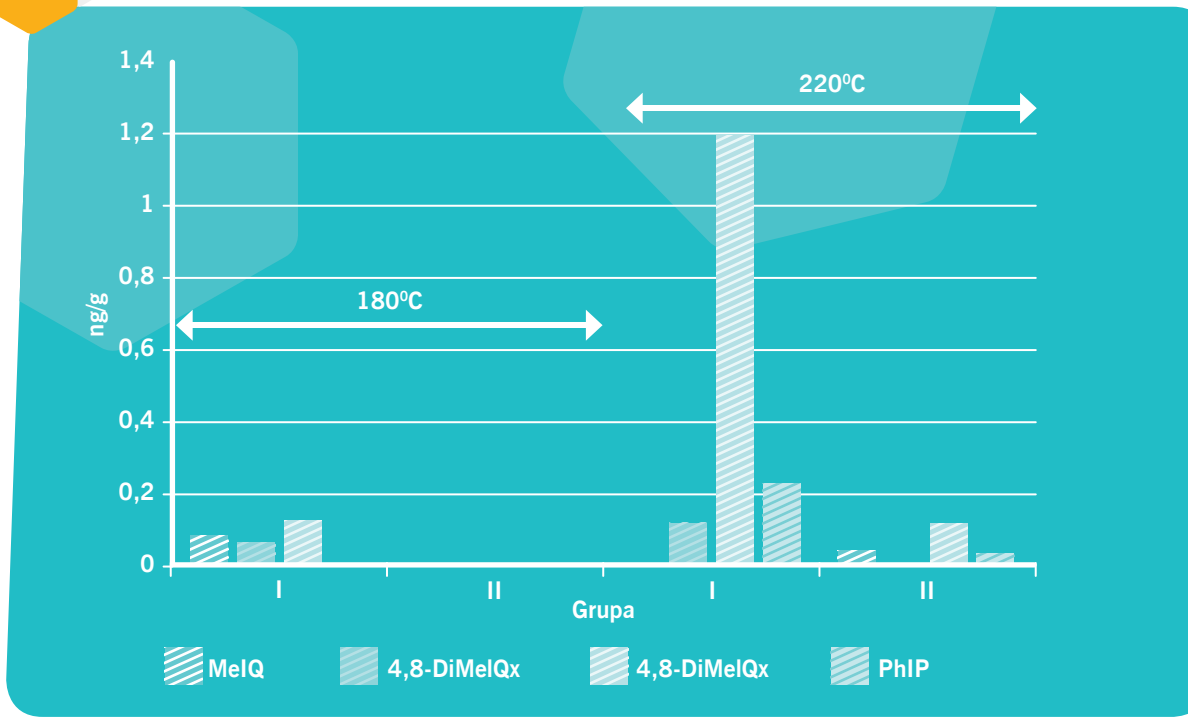
w żywności równolegle, a jedyną drogą pozwalającą na kontrolowanie przebiegu reakcji Maillarda i kierunku przemian jest monitorowanie rodzaju surowca, który jest poddawany obróbce termicznej, tj. jego składu, pH, temperatury oraz czasu jej oddziaływania na produkt (Biller, 2011).

Heterocykliczne aminy aromatyczne (HAA) powstają w trakcie wysokotemperaturowej obróbki cieplnej mięsa, szczególnie podczas grillowania i smażenia trwającego dłuższy czas (Ferguson, 2010). Tworzą się one podczas reakcji Maillarda z cukrów, aminokwasów i kreatyny lub kreatyniny (Majcherczyk i Surówka, 2015). Zawartość wymienionych związków i wzajemne proporcje między nimi są głównymi czynnikami wpływającymi na ich powstawanie (Gibis i Weiss, 2015). Dodatkowymi istotnymi czynnikami wpływającymi na powstawanie HAA w mięsie są: rodzaj obróbki cieplnej (grillowanie, smażenie, pieczenie i in.), stosowana

temperatura i czas trwania ogrzewania, pH mięsa, aktywność wody, zawartość tłuszczu, oksydacja lipidów i obecność antyoksydantów (Buła, 2016). Stężenie HAA w mięsie wzrasta wraz ze wzrostem temperatury i wydłużeniem czasu jej trwania, przy czym temperatura jest tutaj czynnikiem najważniejszym (Kondjoyan i wsp., 2016; Szterk i wsp., 2012). Liczne badania wykazały, że w temperaturach powyżej 200-220°C powstawało wielokrotnie więcej HAA (kilkanaście do kilkudziesięciu razy więcej) w porównaniu z temperaturą poniżej 150-180°C.

Kolejnym istotnym czynnikiem jest pH mięsa i jego skład chemiczny. Wykazano, że w mięsie o niskim pH, które zawiera więcej glikogenu oraz charakteryzuje się głębszym stopniem proteolizy białek powstaje więcej HAA (Polak i wsp., 2009; Gibis i Weiss, 2015; Buła, 2016), rysunek 3. Wykazano więcej HAA w mięsie typu PSE niż mięsie „kwaśnym".

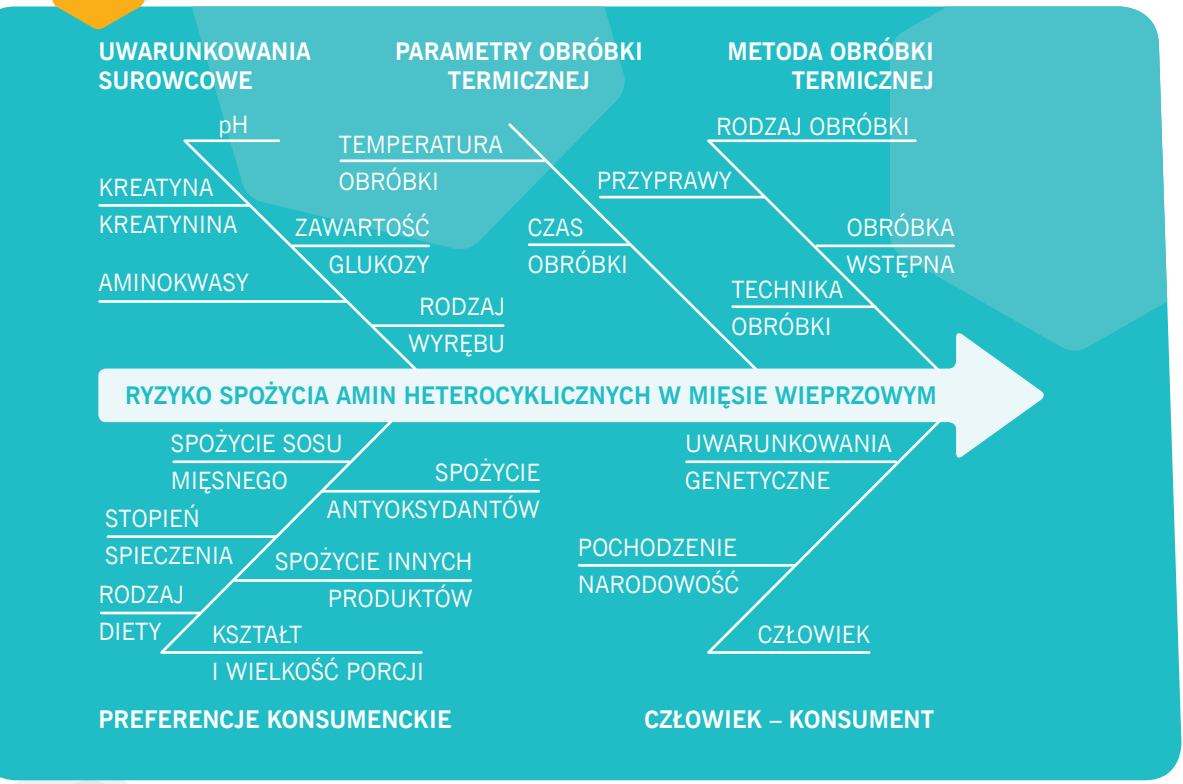
Rysunek 3. Występowanie HAA w grillowanym mięsie wieprzowym w zależności od temperatury grillowania i pH mięsa (grupa I – próbki mięsa o niższym poziomie pH; grupa II – próbki mięsa o wyższej wartości pH)



Wykazano, że dodatek naturalnych antyoksydantów (witamina C, E, flawonoidy, β-karoten) oraz syntetycznych substancji o identycznym działaniu, a ponadto

warzyw i owoców bogatych w antyoksydanty może zahamować syntezę HAA (Janoszka i wsp., 2009). Przyprawy takie jak tymianek, majeranek, rozmaryn, czosnek, cebula i wiele innych również obniżają poziomy HAA (Janoszka, 2006, 2010). Zatem przyprawianie ziołami i marynowanie może obniżyć ilość powstających HAA od 50 do 80%. Natomiast stosowanie do przyprawiania mięsa glutaminianu sodu sprzyja powstawaniu tych związków w mięsie podczas obróbki cieplnej (Czarniecka-Skubina, 2016). Należy jednak wspomnieć, iż narażenie organizmu na spożywanie żywności zawierającej HAA zależy nie tylko od tego ile ich będzie powstawało w mięsie podczas obróbki cieplnej, ale również od preferencji dotyczących kształtu i wielkości spożywanej porcji, rodzaju stosowanej diety, spożycia innych niż wieprzowina produktów, antyoksydantów oraz spożywania sosu mięsnego. Ważne są też uwarunkowania genetyczne konsumenta oraz jego pochodzenie czy narodowość (rysunek 4).

Rysunek 4. Czynniki wpływające na ryzyko spożycia amin heterocyklicznych w mięsie wieprzowym (Trafiałek i Przybylski, 2011).



Jak podaje Ferguson (2010) dobrze zróżnicowana dieta, zapewniając odpowiednią ilość witaminy C i E, wapnia oraz polifenoli i błonnika zabezpiecza organizm przed negatywnym oddziaływaniem na organizm HAA.

Kolejną grupą związków szkodliwych powstających w mięsie podczas grillowania mogą być wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), które powstają w procesie niepełnego spalania (pirolizy) drewna oraz materiału organicznego. Powstają one głównie w procesie wędzenia, ale też np. podczas grillowania nad otwartym ogniem ze skapującego na palenisko tłuszczu. Zalicza się tutaj całą grupę związków, które są kancerogenne i mutagenne. Najgroźniejszym z nich jest benzo(a)piren. Ich powstawanie można znacząco ograniczyć poprzez stosowanie tacek podczas grillowania, zabezpieczających przed skapywaniem tłuszczu na otwarty ogień, unikanie zwęglenia czy przypalenia skórki, stosowanie naturalnych podpałek, bezwonnych i spalających się całkowicie. Nie należy stosować do grillowania drewna z drzew iglastych lub szyszek (Czarniecka-Skubina, 2016).

Podsumowując, należy zalecać obróbkę cieplną mięsa w niższych temperaturach, umożliwiającą skracanie czasu oraz stosować przyprawianie za pomocą naturalnych przypraw i ziół oraz zapewnić dietę zróżnicowaną i obfitującą w owoce oraz warzywa.

PODSUMOWANIE PRZEGLĄDU LITERATURY

Na podstawie omówionej literatury widać jak wiele etapów stanowić może potencjalne źródła zanieczyszczeń mięsa. Utrzymanie powtarzalnej jakości oraz odpowiedniego terminu przydatności mięsa do spożycia jest jednym z najważniejszych zadań producentów, jak również sprzedawców. Jest to surowiec wymagający szczególnej kontroli, począwszy od momentu hodowli i chowu świń, poprzez pozyskanie mięsa, jego przetwarzanie, pakowanie, przechowywanie, a skończywszy na sposobie obróbki. Wszystkie te czynniki wpływają na jakość mięsa, będącą zbiorem inherentnych właściwości decydujących o jego zastosowaniu, trwałości jak i zdolności do zaspokojenia stwierdzonych potrzeb i oczekiwań konsumentów. Badania wskazują, iż zmienna jakość mięsa wieprzowego może doprowadzić do obniżenia nie tylko jego przydatności technologicznej oraz wartości odżywczej, ale również akceptowalności konsumenckiej.

Stąd też w pierwszej kolejności niezwykle ważnym jest, aby produkcja zwierzęca odbywała się w odpowiednich warunkach. Zarówno woda, jak i dostarczana im pasza powinny być odpowiedniej jakości. Dodatkowo należy spożywać jedynie wieprzowinę pochodzącą z pewnych źródeł, czyli dostępną w sieci handlu detalicznego, gdyż pochodzi ona z zakładów objętych pełną kontrolą weterynaryjną i nadzorem sanitarnym.

Nawet najlepsze i najbardziej restrykcyjne obwarowania prawne nie zastąpią humanitarnego postępowania ze zwierzętami. Złe traktowanie zwierząt może bowiem doprowadzić do pogorszenia jakości mięsa poprzez wywołanie/wystąpienie wad technologicznych, np. typu PSE czy DFD, a w krańcowych przypadkach nawet śmierci zwierzęcia. Jednakże nigdzie nie stwierdzono możliwości doprowadzenia do stanu, w którym mięso wieprzowe byłoby niezdatne do spożycia na skutek błędów w obrocie okołoubojowym. Po uboju w rzeźniach stosuje się

natomiast zasadę maksymalnego ograniczania możliwych dróg zanieczyszczeń, nie tylko z uwagi na bardzo surowe przepisy prawne, ale także przez wzgląd na troskę o trwałość produktu i maksymalizację zysku ze sprzedaży mięsa.

Realia rynkowe wymuszają możliwość identyfikowalności mięsa na każdym etapie produkcji. Świadomi konsumenci zwracają bowiem uwagę nie tylko na cechy wizualne produktu oraz jego cenę, ale również na opakowanie, które może być cennym źródłem informacji o jego pochodzeniu.

Większość etapów produkcji mięsa i obrotu mięsem podlega nadzorowi i monitoringowi różnych urzędów państwowych. Jednak konsumenci nie zawsze mają pełne zaufanie do tego typu kontroli.

Dlatego celem niniejszego opracowania jest określenie bezpieczeństwa mięsa wieprzowego produkowanego w Polsce, poprzez analizę potencjalnych zanieczyszczeń występujących w paszach oraz mięsie. Jednocześnie przeprowadzono analizy potencjalnych alergenów, które mogą występować w paszach podawanych zwierzętom oraz analizę zawartości tych alergenów w mięsie wieprzowym.

OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ LABORATORYJNYCH

METODYKA BADAŃ

Badaniami objęto 120 tusz wieprzowych pochodzących od świń mieszańców wbp x pbz oraz pbz x duroc x pietrain (60 loszek i 60 wieprzków), o udokumentowanym i znanym pochodzeniu, wyprodukowanych zgodnie z założeniami Krajowego Programu Hodowlanego i według planowanych kojarzeń. Świnie utrzymywano w Gospodarstwie Rolno-Hodowlanym we Wroniu k. Wąbrzeźna oraz w Błędowie k. Płużnicy, w powiecie wąbrzeskim, w woj. kujawsko-pomorskim w jednakowych warunkach środowiskowych gwarantujących odpowiedni poziom dobrostanu, zgodny z wymogami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 lutego 2010 r. (Dz.U. Nr 56 poz. 344 z późn. zm.).

W całym okresie tuczu stosowano jednakowe żywienie paszą pełnoporcjową zapewniającą pełne pokrycie zapotrzebowania na składniki pokarmowe i energię. Zwierzęta podzielono na dwie grupy żywieniowe, gdzie zastosowano paszę A bazującą na paszy standardowej (13,5 MJ, 16,6% białka) uzupełnioną w drugim okresie tuczu 15-18% serwatką oraz paszę B bazującą na paszy standardowej uzupełnioną w 3,5% mączką rybną wyłącznie we wstępnym okresie tuczu. W całym okresie tuczu zwierzęta miały stały dostęp do wody. Na podstawie Raportu Państwowego Powiatowego Inspektoratu Sanitarnego w powiecie Wąbrzeźno w 2016 roku jakość wody została określona jako dobra. Ogólnie nie zarejestrowano przekroczeń żadnego z badanych parametrów jakości wody w powiecie. W jednym przypadku, w gminie Płużnica odnotowano słodko-gorzki smak wody, który jednak nie zmieniał dobrej oceny ogólnej jakości wody.

Uboje przeprowadzono w okresie od stycznia 2017 r. do lutego 2017 r. w Zakładzie Mięsnym Olewnik w Sierpcu w woj. mazowieckim oraz w Sokołowie S.A. w zakładzie produkcyjnym w Robakowie koło Poznania. Podstawowe badania przeprowadzono w ww. zakładach mięsnych przez te same zespoły naukowców. Masę tusz ustalono na podstawie pomiarów dokonywanych za pomocą wagi umieszczonej na linii ubojowej, 45 min po rozpoczęciu czynności ubojowych. W tym samym czasie określono procentową zawartość mięsa w tuszy przy wykorzystaniu aparatu UltraFom 300. Na linii ubojowej określono stopień zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH45). Na wychłodzonych tuszach dokonano pomiaru grubości tkanki tłuszczowej za pomocą suwmiarki oraz oceniono przewodność elektryczną tkanki mięśniowej (PE) minimum 3 h po uboju. Określono również barwę mięsa za pomocą chromametru CR-400 firmy Minolta. Metoda polegała na instrumentalnym pomiarze parametrów barwy w systemie CIE L*a*b*.

W obu zakładach pobrano materiał do dalszych analiz. Pobieranie i przygotowanie prób mięsa do dalszych badań odbywało się zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO (2015). *Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Pobieranie próbek z tusz do badań mikrobiologicznych*. Przygotowane próby mięsa, w ilości pozwalającej na wykonanie wymaganych analiz, odpowiednio zapakowane i indywidualnie oznakowane przewożono w warunkach chłodniczych do wytypowanych laboratoriów w celu określenia w nich poziomu zawartości alergenów serwatki, kazeiny, ryb, soi i glutenu (na 120 próbkach schabu) oraz poziomu zawartości metali ciężkich, azotanów, azotynów, fosforanów, dioksyn i PCB, pestycydów, pyretroidów, insektycydów, rodentycydów i karbaminianów (na 60 próbkach schabu.) Analizie poddano również próbki pasz w celu określenia w nich tych samych parametrów co w schabie.

Analizy przeprowadzono w komercyjnych laboratoriach firmy POLCARGO International Sp. z o.o. oraz HAMILTON International Sp. z o.o. W badanych próbkach analiza zawartości azotanów, azotynów, fosforanów, pestycydów fosforoorganicznych, pyretroidów, insektycydów, dioksyn oraz metali ciężkich prowadzona była według metodyk akredytowanych. W badanych próbkach analiza zawartości rodentycydów i karbaminianów oraz alergenów prowadzona była według metodyk stosowanych w ww. laboratoriach.

Niniejsze opracowanie ma na celu wykazanie, że pasze i woda stosowane w żywieniu trzody chlewnej w Polsce nie są zanieczyszczone azotanami, azotynami, dioksynami i metalami ciężkimi, czego efektem jest brak kumulacji tych związków w mięsie wieprzowym.

Celem opracowania jest także wykazanie, że intensywne skarmianie świń gotowymi paszami, opartymi o soję i zboża, uzupełnianymi mączką rybną lub serwatką nie powoduje odkładania się tych składników w mięsie. W efekcie czego mięso wieprzowe nie stanowi potencjalnego źródła azotanów, azotynów, dioksyn i metali ciężkich oraz alergenów i jest w tym zakresie mięsem bezpiecznym dla ludzi.

CHARAKTERYSTYKA MIESZANEK PASZOWYCH

W doświadczeniu zwierzęta podzielono na dwie grupy żywieniowe po 60 sztuk w każdej grupie (30 loszek i 30 wieprzków). Zwierzęta grupy A żywiono mieszanką paszową bazującą na paszy podstawowej uzupełnionej w 15-18% serwatką (skład mieszanki podstawowej i kompozycja mieszanki doświadczalnej w tabeli 1 i 2). Zwierzęta grupy B żywiono mieszanką paszową bazującą na paszy podstawowej uzupełnionej w 3,5% mączką rybną we wstępnym okresie tuczu.

Tabela 1. Skład mieszanek podstawowych

	Pasza A		Pasza B	
	Grower	Finisher	Grower	Finisher
Jęczmień	27%	26%	26%	40,2%
Pszenica	-	-	34%	30%
Pszenżyto	48,5%	56%	22%	15%
Bobik	6%	6%	-	-
Poekstrakcyjna śruta sojowa	13%	7%	14%	11%
Olej sojowy	2%	2%	0,5%	0,2%
Dodatki paszowe	3,5%	3%	3,5%	3,6%
Energia metaboliczna	13,49MJ	13,53MJ		
Białko surowe	16,69%	14,64%		

Tabela 2. Skład mieszanek żywieniowych użytych w doświadczeniu

	Pasza A		Pasza B	
	Grower	Finisher	Grower	Finisher
Mieszanka podstawowa	78,57%	81,82%	96,5%	100%
Serwatka kwaśna	17,86%	15,15%	-	-
Mączka rybna			3,5%	-
Woda	3,57%	3,03%	-	-

W badanych próbkach paszy stwierdzono obecność azotanów, azotynów i fosforanów. Pasza A wzbogacona serwatką zawierała poniżej 11,4 mg/kg azotanów, poniżej 0,3 mg/kg azotynów i 0,32-0,44% fosforanów, zaś pasza B odpowiednio 31,6-67 mg/kg azotanów, poniżej 0,3 mg/kg azotynów i 0,87-0,94% fosforanów. Wyższa zawartość azotanów oraz fosforanów w paszy B może być spowodowana dodatkiem mączki rybnej na poziomie 3,5%. Mimo, iż azotany są związkami stosunkowo mało toksycznymi, to w przewodzie pokarmowym pod wpływem flory jelitowej ulegać będą redukcji do azotynów. Barski i Spodniewska (2014) wskazują, iż aby unikać zatrucia trzody chlewnej należy unikać w diecie świń pasz o zawartości azotanów powyżej 0,5% s.m. W Planie Urzędowej Kontroli Pasz 2016 brak jest jednak danych dotyczących norm zawartości azotanów i fosforanów w paszy. Natomiast dopuszczalna zawartość azotynów w mieszankach paszowych dla zwierząt gospodarskich wynosi 15 mg/kg.

Dodatkowo w badanych próbkach paszy określono poziomy poszczególnych pestycydów, mając na celu ocenę prawidłowości stosowania środków ochrony roślin na etapie produkcji pierwotnej. Zawartość wykrytych w paszy pestycydów fosforoorganicznych (tab. 3) była poniżej granicy oznaczalności, a tym samym ich poziomy spełniały kryteria określone przez Unię Europejską w zakresie ich pozostałości w przypadku mieszanek paszowych i produktów przetworzonych (Dz.U. L70 z 23.02.2005 r.; Główny Inspektorat Weterynarii, 2016).

Tabela 3. Zawartość pestycydów fosforoorganicznych w paszach

Parametr	Zawartość w paszach w mg/kg	Norma w paszy w mg/kg
Azynofos etylowy	*<0,01*	b.d.
Azynofos metylowy	*<0,01*	b.d.
Bromofos etylowy	*<0,01*	b.d.
Bromofos metylowy	<0,005	b.d.
Karbofenotion etylowy	<0,01	b.d.
Chlorfenwinfos	<0,01	0,01-0,02
Chloropiryfos metylowy	<0,005	0,05-3
Diazynon	<0,01	0,01-0,02
Dichlofention	<0,01	b.d.
Dichlorfos	<0,01	0,01
Etion	<0,005	0,01-0,02
Etrymfos	<0,005	b.d.
Fenchlorfos	<0,005	b.d.
Fenitrotion	<0,005	0,02-0,05
Fensulfotion	<0,01	b.d.

b.d. – brak danych

Brak jest obecnie przepisów określających maksymalne zawartości pyretroidów w paszy. Niemniej jednak we wszystkich badanych próbkach zawartość poszczególnych pyretroidów (tab. 4) była poniżej granicy oznaczalności.

Tabela 4. Zawartość pyretroidów w paszach

Parametr	Zawartość (mg/kg)
Bifenitryna	*<0,01*
Cypermetryna	*<0,02*
Fenwalerat	*<0,01*
Fluwalinat	*<0,01*
Permetryna-cis	*<0,01*
Permetryna-trans	*<0,01*
Tereametryna	*<0,01*

Mimo, iż w paszy mogą znaleźć się również insektycydy, rodentycydy i karbaminiany, to i w tym przypadku brak jest aktualnie danych dotyczących dopuszczalnych zawartości tego typu związków w mieszankach paszowych. W badanych próbkach paszy zawartość insektycydów (pirymikarbu i aldrinu) była poniżej granicy oznaczalności (odpowiednio 0,01 i 0,005 mg/kg), natomiast zawartość rodentycydów i karbaminianów wyniosła poniżej 50 μg/kg. Gilbert (2005) wskazuje, że w obecnych czasach pestycydy, jeśli są stosowane zgodnie z zaleceniami, to prowadzą z reguły do akumulacji w paszy znikomej zawartości pozostałości, w konsekwencji czego ich przeniesienie do żywności nie będzie znaczące.

Komitet Naukowy ds. Żywienia Zwierząt (SCAN) w 2000 r. wydał opinię na temat źródeł skażenia pasz dioksynami i PCB, w której to określił mączkę rybną i olej z ryb jako najbardziej skażone materiały paszowe. Według prawodawstwa europejskiego maksymalna zawartość dioksyn (WHO-PCDD/F-TEQ) odpowiadająca paszy o zawartości wilgoci 12% wynosi obecnie 0,75 ng/kg (Dz.U. L91 z 28.03.2012 r.). Obie badane pasze nie przekroczyły wyżej wymienionej wartości. Suma dioksyn (WHO-PCDD/F-TEQ) wynosiła odpowiednio od 0,139 do 0,158 ng/kg w paszy A i od 0,158 do 0,159 ng/kg w paszy B. Z kolei maksymalna suma dioksyn i dioksynopodobnych PCB według Rozporządzenia NR 277/2012 z dnia 28 marca 2012 roku (WHO-PCDD/F-PCB--TEQ/kg) odpowiadająca paszy o zawartości wilgoci 12% wynosi dla mieszanek paszowych 1,5 ng/kg. Uzyskane wartości były ponad pięciokrotnie mniejsze od wartości granicznej i wynosiły odpowiednio od 0,239 do 0,271 ng/kg dla paszy A oraz od 0,271 do 0,272 ng/kg dla paszy B (zawartość polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn (DL-PCB) wynosiła w paszy A 0,099 – 0,113 ng /kg, zaś w paszy B 0,113-0,114 ng/kg). Dodatkowo suma polichlorowanych bifenyli (NDL-PCB) odpowiadająca paszy o zawartości wilgoci 12% nie powinna przekraczać 10 μg/kg (Dz.U. L91 z 28.03.2012 r.). W obu badanych paszach wartość ta określona została na poziomie poniżej 0,6 μg/kg. Uzyskane na tym etapie wyniki pozwalają wnioskować, iż dodatek mączki rybnej na poziomie 3,5% nie powinien powodować przekroczenia najwyższych dopuszczalnych poziomów dla dioksyn, dioksynopodobnych PCB oraz niedioksynopodobnych PCB w mięsie wieprzowym, które określone zostały w Rozporządzeniu Komisji (UE) NR 1259/2011 z dnia 2 grudnia 2011 r. zmieniającym rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów dioksyn, polichlorowanych bifenyli o działaniu podobnym do dioksyn

i polichlorowanych bifenyli o działaniu niepodobnym do dioksyn w środkach spożywczych (Dz.U. L320 z 02.12.2011 r.).

Zaniepokojenie obecnym zanieczyszczeniem środowiska było również powodem wykonania badań obejmujących określenie zawartości metali ciężkich w stosowanych paszach (tab. 5). Stwierdzono znacznie wyższą zawartość poszczególnych metali ciężkich w paszy B, co może wynikać z zastosowanego do niej dodatku mączki rybnej. Ryby bowiem, mimo iż stanowią cenne źródło wysokowartościowego białka, niezbędnych aminokwasów, tłuszczów oraz wielu makro- i mikroelementów, mogą akumulować znaczne ilości metali ciężkich (Drąg-Kozak i wsp., 2011). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 6 lutego 2012 r. w sprawie zawartości substancji niepożądanych w paszach (Dz. U. poz. 203 z późn. zm.) spośród badanych metali jedynie ołów i kadm mają określone progi graniczne, wynoszące odpowiednio 5 mg/kg dla ołowiu i 0,5 mg/kg dla kadmu. Mimo zaobserwowanych różnic, zawartość obu pierwiastków w paszach doświadczalnych była dużo niższa od ich dopuszczalnych poziomów. Stężenia obu pierwiastków w gotowych paszach według opinii Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności z 2004 r. wynosiły odpowiednio od 0,07 do 1,14 mg/kg dla ołowiu i od 0,07 do 0,17 mg/kg dla kadmu (EFSA, 2004a, EFSA 20044b).

Tabela 5. Zawartość metali ciężkich w paszach

Metale ciężkie (mg/kg)	Pasza A	Pasza B
Ołów	<0,06	0,22
Kadm	0,014	0,043-0,046
Chrom	<0,08	0,152-0,310
Nikiel	0,36-0,52	1,22-2,27
Miedź	8,73-9,12	29,5-112,4
Cynk	46,5-47,3	88,2-105,5

W paszach określono zawartość wybranych alergenów (tab. 6). Pomimo odmiennych składów pasz nie stwierdzono różnic w zawartości alergenów mleka, ryb, soi i glutenu. Obie pasze charakteryzowały się dość wysoką zawartością alergenów frakcji serwatkowej oraz soi i glutenu.

Tabela 6. Zawartość wybranych alergenów w paszach

Alergeny	Pasza A	Pasza B
Alergeny serwatki, β-laktoglobulina (ppb)	>400	>400
Alergeny kazeiny (ppm)	0,08-3,16	>5,21
Alergeny ryb (ppm)	<1,4	<1,4
Alergeny soi (ppb)	75,6-449,58	>384,7
Alergeny glutenu (ppm)	>60	>60

WARTOŚĆ RZEŹNA TUSZY I JAKOŚĆ MIĘSA

Średnia masa tusz w doświadczeniu wynosiła 92,1 kg i była zbliżona do średniej krajowej (92,3 kg) publikowanej w Zintegrowanym Systemie Rolniczej Informacji Rynkowej z 2016 roku (ZSRIR). Stwierdzono tendencję do większej masy tuszy u zwierząt karmionych mieszanką paszową A, chociaż różnice nie były istotne statystycznie (P>0,05).

Średnia mięsność tuczników w doświadczeniu wynosiła 57,7% i była o 0,6 pp. większa od średniej krajowej z 2016 roku (ZSRIR).

Nie stwierdzono wpływu żywienia i płci na grubość słoniny mierzoną w punkcie KI, KII, KIII oraz na grzbiecie i nad łopatką. W badaniach Blicharskiego i wsp. (2013) przy porównywalnej mięsności tuszy (57,1%) średnia grubość słoniny, niezależnie od klasy mięsności tuczników, była mniejsza o 4,6 mm, 2,8 mm i 7,1 mm odpowiednio w punkcie KI, KII i KIII. Jednocześnie w wymienionych wcześniej badaniach, grubość słoniny mierzona na grzbiecie była mniejsza o 2,9 mm, a mierzona nad łopatką o 0,5 mm większa niż w niniejszych badaniach.

Tabela 7. Wartość rzeźna badanych tuczników w zależności od systemu żywienia i płci

Wyszczególnienie		Pasza A		Pasza B	
		Loszki	Wieprzki	Loszki	Wieprzki
Masa tuszy, kg	Śr.	98,77	100,03	85,41	84,14
	SD	6,87	8,96	4,63	5,25
Mięsność, %	Śr.	58,74	56,24	58,92	56,91
	SD	2,03	3,11	2,43	2,27
Grubość słoniny w punkcie KI, mm	Śr.	24,40	26,00	26,00	26,00
	SD	4,05	0,00	0,00	0,00
Grubość słoniny w punkcie KII, mm	Śr.	15,40	17,93	14,50	15,73
	SD	3,94	4,46	4,89	4,03
Grubość słoniny w punkcie KIII, mm	Śr.	24,87	25,77	23,20	23,20
	SD	4,42	5,51	6,13	4,60
Grubość mięśni pośladkowych, mm	Śr.	76,63	74,00	72,40	69,93
	SD	5,83	4,99	4,60	4,84
Grubość słoniny na grzbiecie, mm	Śr.	22,90	25,60	20,83	21,60
	SD	4,10	4,94	4,39	5,29
Grubość słoniny nad łopatką, mm	Śr.	35,57	37,53	40,10	41,10
	SD	4,25	5,12	11,65	6,74

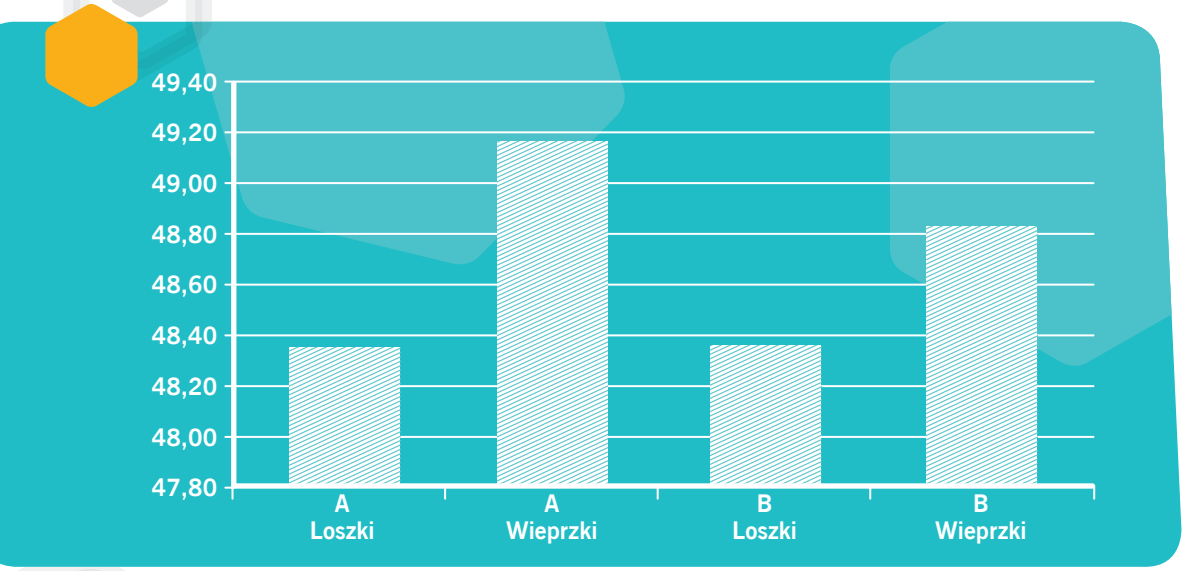
Podstawowymi parametrami określającymi jakość mięsa jest pH i przewodność elektryczna. Nie stwierdzono istotnego wpływu żywienia i płci na oba parametry (tab. 8). Również Furman i wsp. (2007) nie wykazali wpływu płci na wyżej wymienione parametry jakościowe mięsa. Średnia wartość pH mierzona 45 minut po uboju wynosiła 6,6, natomiast średnia wartość przewodności elektrycznej, określona po 24 godzinach wynosiła 3,99. Uzyskane wyniki nie odbiegają od wartości uzyskiwanych przez innych autorów (Blicharski i wsp., 2013) i można stwierdzić, iż mięso spełnia kryteria mięsa normalnego, bez wad, tj. pH_1 po 45 minutach od uboju powyżej 6,3 oraz przewodność elektryczna 24 godziny po uboju poniżej 8, (Pospiech i wsp., 2011).

Tabela 8. Średnia wartość pH i przewodności elektrycznej badanych tusz w zależności od żywienia i płci

Badana cecha		Pasza A		Pasza B	
		Loszki	Wieprzki	Loszki	Wieprzki
pH_1	Śr.	6,62	6,63	6,60	6,54
	SD	0,19	0,23	0,18	0,11
Przewodność elektryczna 3 h po uboju, mS/cm	Śr.	4,11	3,64	4,24	3,96
	SD	1,27	1,28	1,10	1,03

W ramach badań określono również barwę mięsa. Jednym z jej parametrów jest jasność (L*), która charakteryzuje właściwości fizykochemiczne mięsa, umożliwiając tym samym wykrycie jego wad w warunkach przemysłowych. Analizując uzyskane wyniki, nie stwierdzono wpływu żywienia na wyżej wymieniony parametr. Jasność mięsa w obu grupach doświadczalnych mieściła się w zakresie charakterystycznym dla mięsa RFN (normalnej jakości), czyli od 43 do 50 (Borzuta i Pospiech, 1999; Pospiech, 2000). Stwierdzono natomiast tendencję do jaśniejszej barwy mięsa u wieprzków w porównaniu z mięsem loszek (wykres 1), chociaż różnice nie były istotne statystycznie (P>0,05).

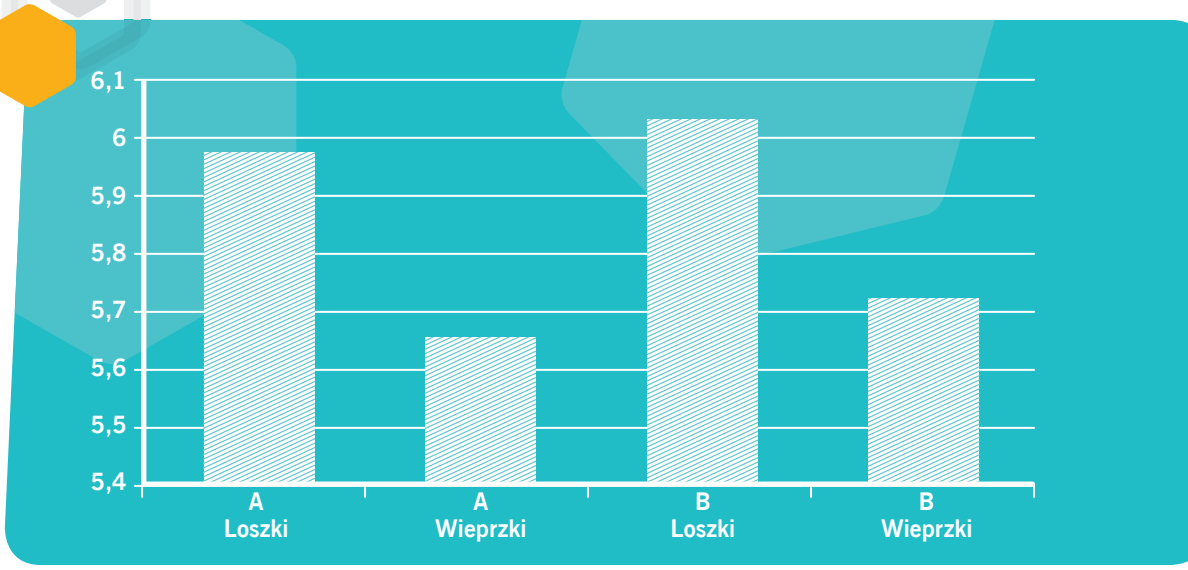
Wykres 1. Jasność (L*) mięsa w zależności od żywienia i płci



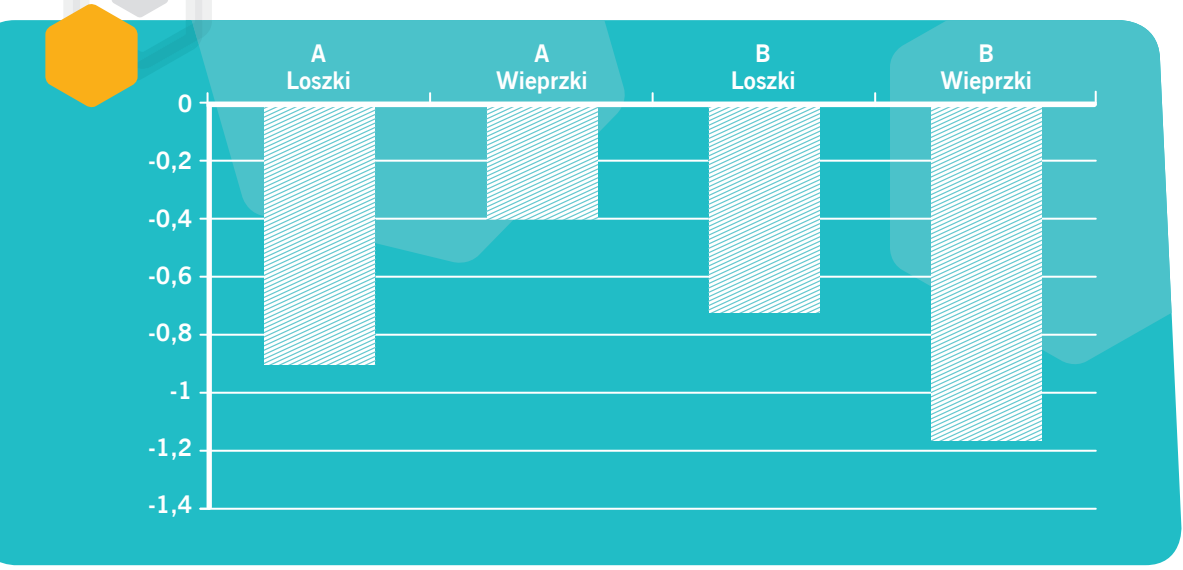
Podobną zależność wykazali Latorre i wsp. (2003), którzy jaśniejszą barwę mięsa wieprzków w porównaniu z loszkami wiążą z wyższym udziałem w nim tłuszczu śródmięśniowego (IMF). Wpływ płci na zawartość IMF w mięsie potwierdzili w swoich badaniach również inni autorzy (Nold i wsp., 1999; Armero i wsp., 1999; Lampe i wsp., 2006).

Meinert i wsp. (2007) wskazują jednak, że w większości badań efekt płci nie jest spójny, a na zaobserwowane różnice w większym stopniu niż płeć miał wpływ zastosowany system produkcji. W przeprowadzonym doświadczeniu różnice w odniesieniu do dwóch pozostałych parametrów barwy (a* i b*) nie były istotne statystycznie (P>0,05), uwzględniając nie tylko płeć, ale i sposób żywienia świń (wykres 2 oraz wykres 3).

Wykres 2. Udział barwy czerwonej (a*) mięsa w zależności od żywienia i płci



Wykres 3. Udział barwy żółtej (b*) mięsa w zależności od żywienia i płci



ZAWARTOŚĆ SUBSTANCJI POTENCJALNIE SZKODLIWYCH W MIĘSIE

Wspólny Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności (JECFA) ustalił maksymalne dawki azotanów i azotynów, które nie wywierają niekorzystnego wpływu na organizm ludzki. Zgodnie z powyższym maksymalne dopuszczalne dzienne spożycie (ADI) azotanów przez dorosłego człowieka wynosi 3,7 mg na kilogram masy ciała, zaś w przypadku azotynów wartość ta jest niższa i wynosi 0,07 mg na kilogram masy ciała (FAO/WHO, 2003a; FAO/WHO, 2003b). We wszystkich badanych próbach mięsa zawartość azotanów, wyrażonych zarówno jako $NaNO_3$ oraz KNO_3 wynosiła poniżej 5 mg/kg, zaś zawartość azotynów wyrażona jako $NaNO_2$ wynosiła poniżej 1mg/kg. Uzyskane wyniki badań wskazują, że pobranie azotanów (V) oraz azotanów (III) z mięsem pochodzącym z grupy A jak i B stanowi nieznaczną część dopuszczalnego dziennego spożycia. Dodatkowo obie grupy charakteryzowały się stosunkowo niską zawartością fosforu ogólnego w przeliczeniu na P_2O_5. Dla większości prób wartość ta wynosiła poniżej 0,3 g/kg. Niemniej jednak w jednej próbie zawartość fosforu ogólnego była równa 0,4 g/kg. Mimo to, wszystkie uzyskane w badaniach wartości były o wiele niższe od tych uzyskanych w badaniach Grześkowiak i wsp. (2011) dla mięśni świń pochodzących zarówno

z gospodarstw drobnotowarowych, jak i ferm wielkotowarowych (odpowiednio 4,26 g/kg oraz 4,02 g/kg).

Wiele doniesień wskazuje, iż zdolność do akumulowania insektycydów z paszy oraz tych związanych z higieną weterynaryjną dotyczyć może również trzody chlewnej (m.in. LeDoux, 2011). Wyżej wymieniona grupa związków może gromadzić się bowiem nie tylko w tłuszczu i mięśniach zwierząt, ale także w mózgu, wątrobie czy płucach. Wśród najczęściej stosowanych obecnie insektycydów wymienić należy m.in. insekcytydy organofosforanowe, pyretroidy oraz insektycydy karbaminianowe.

W badanym mięsie, niezależnie od zastosowanego żywienia oraz płci zwierząt, nie stwierdzono obecności pozostałości pestycydów fosforoorganicznych (tab. 9), które mogłyby doprowadzić do inhibicji acetylocholinoesterazy – enzymu kluczowego dla centralnego i obwodowego układu nerwowego.

Tabela 9. Zawartość pestycydów fosforoorganicznych w badanych próbach mięsa

Parametr	Zawartość w mięsie w mg/kg
Azynofos etylowy	*<0,01*
Azynofos metylowy	*<0,01*
Bromofos etylowy	*<0,01*
Bromofos metylowy	<0,005
Karbofenotion etylowy	<0,01
Chlorfenwinfos	<0,01
Chloropiryfos metylowy	<0,005
Diazynon	<0,01
Dichlofention	<0,01
Dichlorfos	<0,01
Etion	<0,005
Etrymfos	<0,005
Fenchlorfos	<0,005
Fenitrotion	<0,005
Fensulfotion	<0,01

W badanym mięsie nie stwierdzono również pozostałości pyretroidów (tab. 10), które mogłyby mieć negatywny wpływ na przesyłanie sygnałów między komórkami. Do głównych pestycydów w tej grupie zaliczyć można m.in. cyhalotrynę, cypermetrynę, deltametrynę oraz permetrynę.

Tabela 10. Zawartość pyretroidów w badanych próbach mięsa

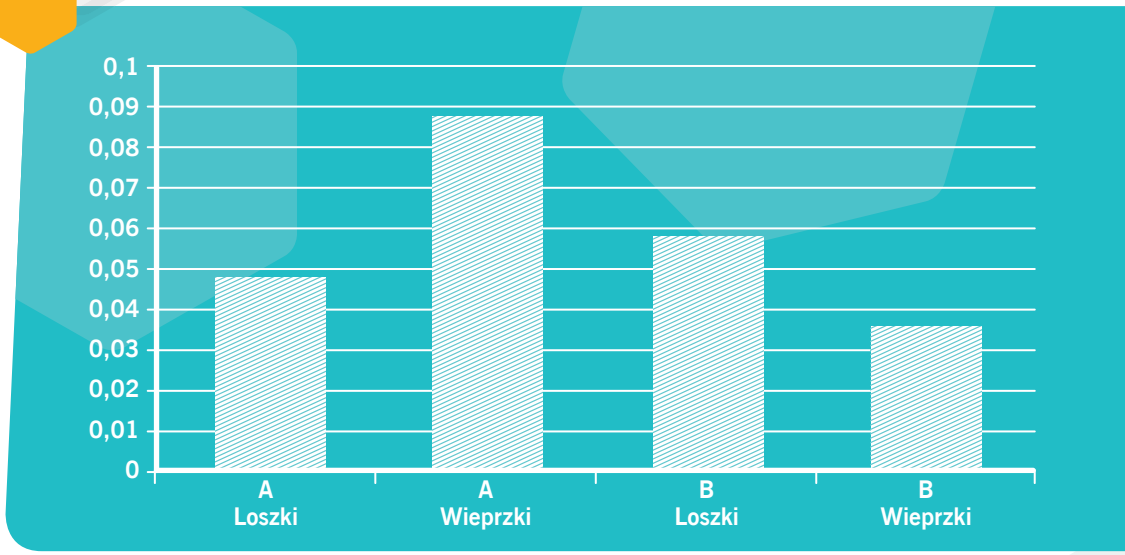
Parametr	Zawartość w mięsie w mg/kg
Bifenitryn	*<0,01*
Cypermetryna	*<0,02*
Fenwalerat	*<0,01*
Fluwalinat	*<0,01*
Permetryna-cis	*<0,01*
Permetryna-trans	*<0,01*
Tereamertyna	*<0,01*

Z kolei zawartość pozostałości karbaminianów w obu badanych grupach wynosiła poniżej 50 μg/kg. Do głównych karbaminianów, które mogą mieć niekorzystny wpływ na rozwój człowieka należą m.in. pirymikarb oraz aldikarb (Morais i wsp., 2012). We wszystkich próbach mięsa zawartość wyżej wymienionych insektycydów była poniżej granicy oznaczalności – 0,01 i 0,005 mg/kg, odpowiednio dla pirymikarbu oraz aldikarbu. Również we wszystkich badanych próbach zawartość pozostałości rodentycydów wynosiła poniżej 50 μg/kg. Przypuszczać zatem można, iż gospodarstwa, z których pochodzi badane mięso przestrzegają zasad dobrej praktyki rolniczej oraz są objęte odpowiednią kontrolą, dostarczając tym samym mięso niezawierające zanieczyszczeń poszczególnymi grupami pestycydów lub zawierające na tyle niewielką ich ilość, że nie stanowią one zagrożenia dla zdrowia ludzi.

Kolejną grupą związków, które przebadano były dioksyny, które mogą wywierać działania kancerogenne bądź embriotoksyczne. Związki te bardzo dobrze rozpuszczają się w tłuszczu oraz odznaczają się wysoką biodostępnością, dlatego możemy je spotkać w mięsie i jego przetworach. Literatura wskazuje, iż źródłem skażenia mięsa wieprzowego dioksynami może być m.in. tlenek cynku dodawa-

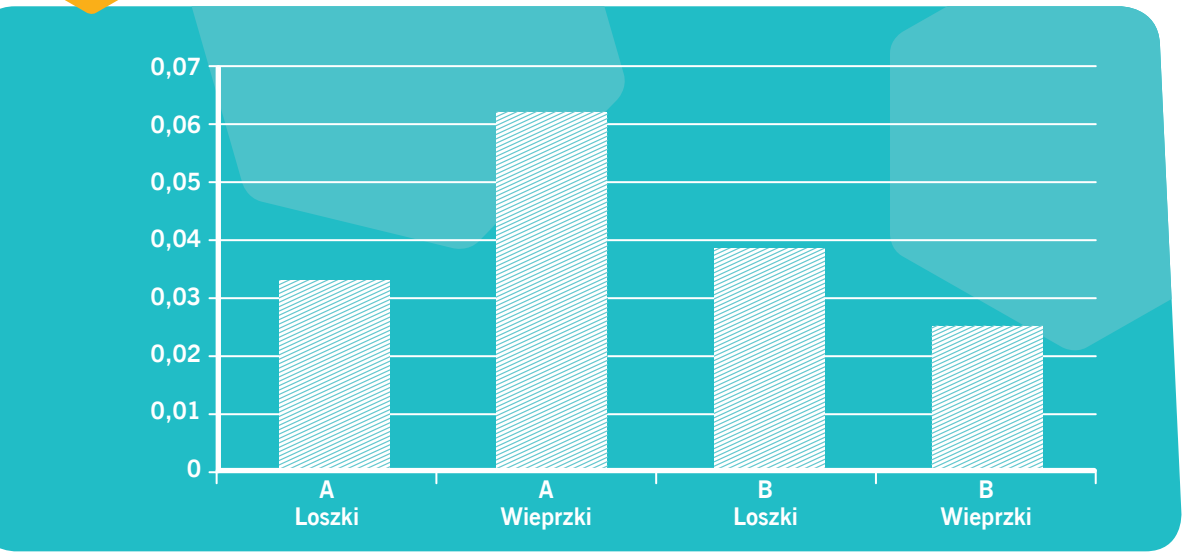
ny do pasz w celu poprawy przeżywalności prosiąt, zwiększenia przyrostu masy ciała i rozwoju motorycznego świń, jeśli jego wytwarzanie przebiega w sposób nieprawidłowy. Przypadki, gdzie suma dioksyn w mięsie wieprzowym przekroczyła najwyższe dopuszczalne poziomy (NDP) miały miejsce m.in. w Stanach Zjednoczonych w 2003 roku oraz w Republice Korei w 2008 roku, gdzie mięso wieprzowe importowane z Chile przekroczyło koreański limit NDP dla sumy PCDD/F-TEQ (Kim i wsp., 2011). W Państwach członkowskich tolerowane dzienne pobranie (TDI) dioksyn wynosi 1 pg równoważnika dawki toksycznej (TEQ) na kilogram masy ciała na dobę, zaś najwyższy dopuszczalny poziom (NDP) dla sumy dioksyn (WHOPCDD/F-TEQ) w mięsie wieprzowym wynosi 1,0 pg/g tłuszczu (Dz.U. L320 z 02.12.2011 r.). Suma dioksyn (PCDD/F-TEQ) w badanych próbach mięsa była zróżnicowana i mieściła się w przedziale od 0,003 do 0,211 pg/g tłuszczu. Mimo, iż maksymalną wartość stwierdzono u loszki z grupy żywieniowej B, to średnia suma dioksyn (wykres 4) była najwyższa u wieprzków żywionych paszą A (0,087 pg/g tłuszczu). Różnica ta jednak nie została potwierdzona statystycznie, co prawdopodobnie wynika z dużego zróżnicowania pomiędzy osobnikami. Niemniej jednak żadna z badanych prób nie przekroczyła wartości NDP dla sumy WHOPCDD/F-TEQ określonej w Rozporządzeniu Komisji (WE) NR 12591/2011 z dnia 2 grudnia 2011 r. dla mięsa wieprzowego.

Wykres 4. Średnia suma dioksyn (PCDD/F-TEQ) w badanych próbach mięsa (pg/g tłuszczu) w zależności od żywienia i płci



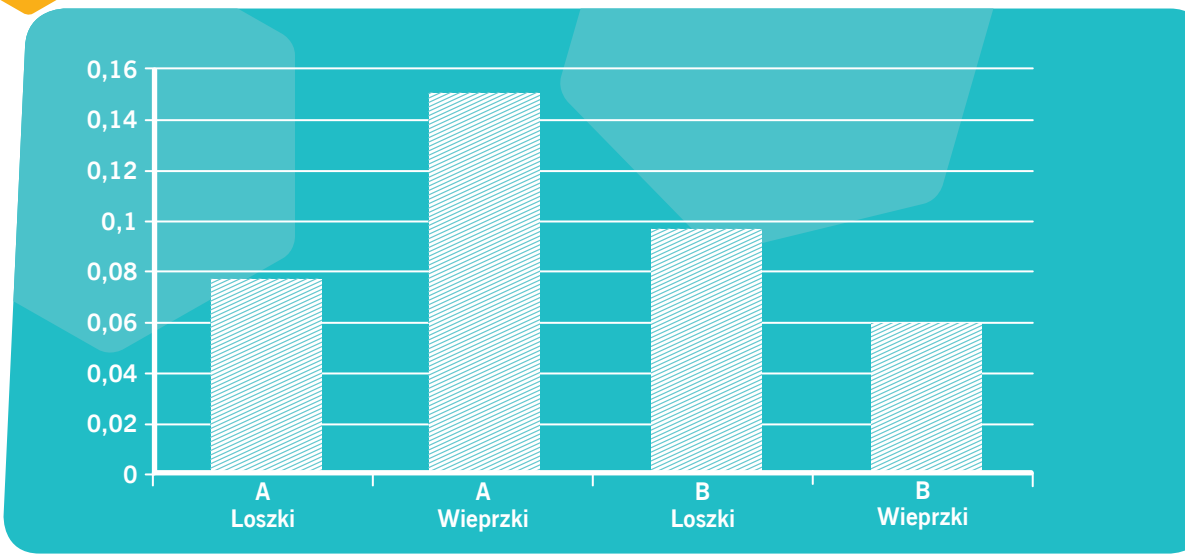
Potencjalnie niebezpieczne dla człowieka mogą być również znajdujące się w mięsie polichlorowane bifenyle o właściwościach podobnych do dioksyn (DL-PCB). W obu badanych grupach odnotowano duże zróżnicowanie średniej zawartości tej grupy związków. Zawartość DL-PCB mieściła się w przedziale 0,002-0,119 pg/g tłuszczu. Najwyższą średnią zawartością DL-PCB charakteryzowało się mięso wieprzków z grupy A (wykres 5), chociaż ta różnica nie została potwierdzona statystycznie.

Wykres 5. Średnia zawartość polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn (DL-PCB) w badanych próbach mięsa (pg/g tłuszczu) w zależności od żywienia i płci



Mając powyższe na uwadze, całkowita suma dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn (PCDD/F-PCB-TEQ) była również zróżnicowana pomiędzy badanymi próbami mięsa, a jej wartość wahała się od 0,005 do 0,326 pg/g tłuszczu. Podobnie jak we wcześniejszych wynikach najwyższą średnią zawartością PCDD/F-PCB-TEQ charakteryzowało się mięso wieprzków z grupy A (wykres 6), chociaż ta różnica nie została potwierdzona statystycznie. Również i w tym przypadku uzyskane wartości dla obu badanych grup nie przekroczyły wartości 1,25 pg/g tłuszczu, która jest uznana za najwyższy dopuszczalny poziom (NDP) dla sumy dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) w mięsie wieprzowym (Dz.U. L320 z 02.12.2011 r.).

Wykres 6. Średnia suma dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn (PCDD/F-PCB-TEQ) w badanych próbach mięsa (pg/g tłuszczu) w zależności od żywienia i płci



Pozostałe polichlorowane bifenyle nie wykazują toksyczności podobnej do dioksyn, jednak mają inne właściwości toksykologiczne. Najwyższy dopuszczalny poziom dla sumy NDL-PCB: PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 i PCB180 (ICES-6) wynosi w przypadku wieprzowiny 40 ng/g tłuszczu (Dz.U. L320 z 02.12.2011 r.). Suma NDL-PCB w badanych próbach mięsa, niezależnie od żywienia i płci, była poniżej 0,6 ng/g tłuszczu. Stwierdzono 3 przypadki przekroczenia tej wartości: w grupie żywieniowej A u jednej loszki (1,47 ng/g tłuszczu) i jednego wieprzka (0,67 ng/g tłuszczu) oraz w grupie żywieniowej B u jednego wieprzka (1,97 ng/g tłuszczu). Żadna z badanych prób nie przekroczyła jednak wartości NDP dla sumy NDL-PCB określonej w Rozporządzeniu Komisji (WE) NR 12591/2011 z dnia 2 grudnia 2011 r. dla mięsa wieprzowego. Również badania przeprowadzone na terenie Niemiec wykazały, że zawartość dioksyn i DL-PCB oraz NDL-PCB w mięsie wieprzowym jest niższa od najwyższych dopuszczalnych poziomów (Ira i Schwind, 2007).

Nie wszystkie z pierwiastków śladowych w odpowiednio małych stężeniach są niezbędne dla prawidłowego rozwoju organizmu, a wręcz mogą być dla niego szkodliwe. W przypadku wieprzowiny dotyczy to głównie ołowiu i kadmu, a przy wyższych stężeniach także niklu, chromu, miedzi i cynku. Według

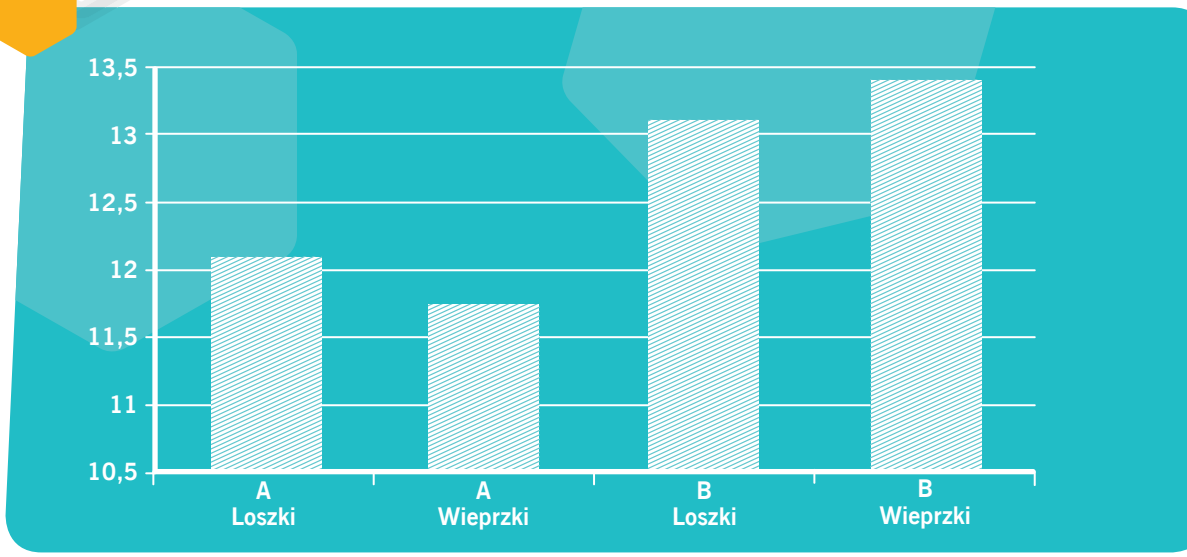
zaleceń Europejskiego Komitetu Ekspertów FAO/WHO ds. Żywności norma tygodniowego pobrania przez człowieka ołowiu z żywnością wynosi 0,025 mg/kg masy ciała zaś dla kadmu 0,007 mg/kg. W związku z powyższym ustalono najwyższe dopuszczalne poziomy (NDP) obu pierwiastków w mięsie wieprzowym,

które wynoszą odpowiednio dla ołowiu 0,1 mg/kg, zaś dla kadmu 0,05 mg/kg (Dz.U. L364 z 19.12.2006 r. z późn. zm.). Niezależnie od żywienia oraz płci we wszystkich próbach mięsa zawartość wyżej wymienionych metali ciężkich wynosiła poniżej wyznaczonych wartości NDP, odpowiednio 0,06 mg/kg dla ołowiu i 0,01 mg/kg dla kadmu. Wyniki badań zarówno pasz, jak i mięsa pochodzącego od trzody nimi karmionej potwierdzają założenie, że zawartość obu pierwiastków w mięsie nie powinna przekroczyć ustalonych dopusz-

czalnych poziomów, jeśli ich zawartość nie przekroczy w paszy odpowiednio 30 mg/kg s.m. dla ołowiu oraz 0,5 mg/kg s.m. dla kadmu (Hapke; 1996). Uzyskane niskie stężenia obu pierwiastków w mięśniach świń, nie przekraczające ich najwyższych dopuszczalnych poziomów są porównywalne z wynikami opublikowanymi w ostatnich latach w innych krajach EU (Larsen i wsp. 2002; González-Weller i wsp., 2006).

Z kolei cynk, który szybko ulega wydalaniu przez nerki oraz z kałem rzadko powinien ulegać przedawkowaniu. To samo dotyczy niklu. Potwierdzają to uzyskane w badaniu wyniki dla obu pierwiastków. Mimo, iż pasza B charakteryzowała się większą zawartością zarówno cynku, jak i niklu w porównaniu z paszą A, to ostatecznie, niezależnie od tego jaką mieszankę otrzymywały świnie, zawartość cynku we wszystkich próbach kształtowała się na poziomie od 11,73-13,37 mg/kg (wykres 7), zaś zawartość niklu określono na poziomie poniżej 0,05 mg/kg. Uzyskane różnice nie były istotne statystycznie.

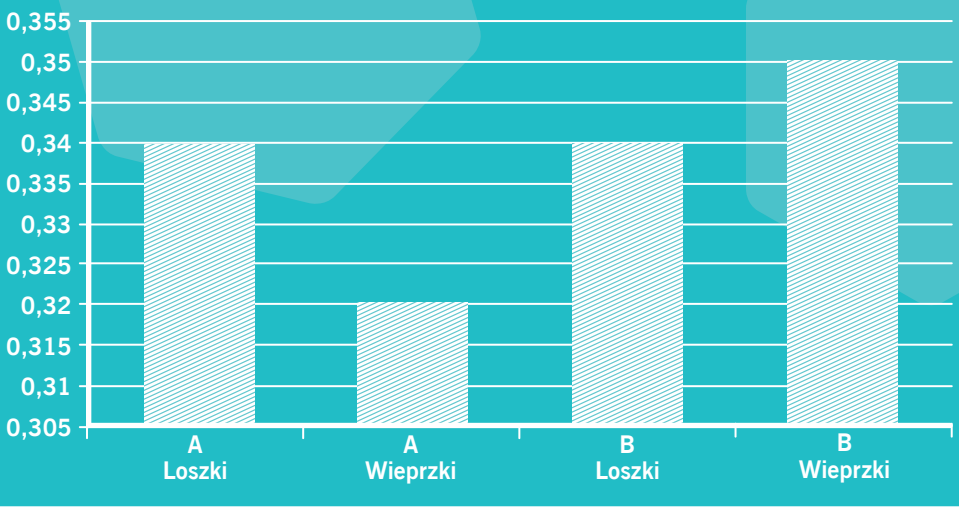
Wykres 7. Zawartość cynku (mg/kg) w badanych próbach mięsa w zależności od żywienia i płci



Dotychczas nie ustalono maksymalnych dawek spożycia chromu oraz miedzi, mimo iż mogą one akumulować się w organizmie. Większa zawartość obu pierwiastków w paszy B nie wpłynęła statystycznie istotnie na ich zawartość w mięsie pozyskanym od trzody nią skarmianą. We wszystkich badanych próbach za-

wartość chromu wynosiła poniżej 0,08 mg/kg, zaś zawartość miedzi mieściła się w przedziale od 0,32 do 0,35 mg/kg (wykres 8).

Wykres 8. Zawartość miedzi (mg/kg) w badanych próbach mięsa w zależności od żywienia i płci



Reasumując, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami żywieniowymi oraz płcią w odniesieniu do przebadanych metali ciężkich. Dodatkowo mięso pozyskane od zwierząt zarówno z grupy A, jak i B charakteryzowało się niską zawartością ołowiu, kadmu, niklu, chromu, miedzi i cynku, nie stwarzającą zagrożenia dla zdrowia ludzi.

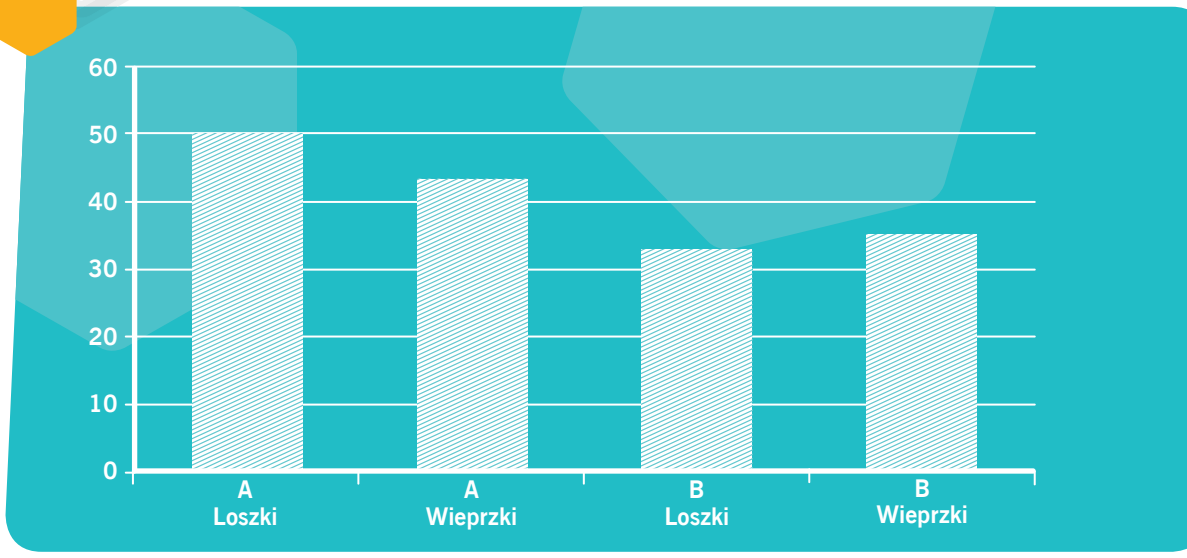
W związku ze zwiększającą się liczbą substancji powodujących różnego rodzaju uczulenia przypuszczać można, iż również w mięsie mogą znaleźć się tzw. ukryte alergeny będące wynikiem sposobu żywienia trzody chlewnej. Do głównych alergenów, które mogłyby znaleźć się w mięsie należą alergeny ryb, mleka, soi czy glutenu.

Za alergię na mięso ryb odpowiada w głównej mierze termostabilna parwalbumina (Cianferoni i Muraro, 2012). Według Migdała (2007) osoby posiadające alergię na ryby mogą reagować także na alergeny zawarte w mięsie pozyskanym od trzody chlewnej żywionej paszą z dodatkiem mączki rybnej. Zawartość alergenów ryb w badanych próbach mięsa wynosiła u loszek żywionych paszą A od $<1,4$ do 3,4 ppm, u wieprzków żywionych paszą A od $<1,4$ do 4,1 ppm, u lo-

szek żywionych paszą B od <1,4 do 5,8 ppm i wieprzków żywionych paszą B od <1,4 do 3,3 ppm (skrajny jeden przypadek 10,1 ppm). W przeprowadzonych badaniach nie można zatem potwierdzić tej zależności, gdyż zaobserwowane różnice między grupami nie były istotne.

Z kolei do najważniejszych alergenów mleka należą: α-laktoalbumina, β-laktoglobulina, albumina surowicy bydlęcej, immunoglobuliny bydlęce, alergeny kazeiny oraz laktoferyna bydlęca, przy czym dwa pierwsze białka stanowią około 75% białek serwatki (Baroglio i wsp., 1998; del Val i wsp., 1999; Fiocchi wsp., 2010). Również w badanych grupach stwierdzono obecność alergenów serwatki (wykres 9). Mięso loszek i wieprzków żywionych paszą A, z dodatkiem serwatki, charakteryzowało się wyższą ($P<0,05$) zawartością β-laktoglobuliny (odpowiednio 49,39 i 43,79 ppb) w porównaniu z mięsem od zwierząt z grupy B (31,07 i 34,38 ppb). Jednak należy wspomnieć, iż w grupie A odnotowano siedem przypadków, gdy zawartość β-laktoglobuliny była poniżej granicy wykrywalności (1,5 ppb), a w grupie B odnotowano dwa takie przypadki.

Wykres 9. Zawartość alergenów serwatki (ppb) w badanych próbach mięsa w zależności od żywienia i płci



Alergenem głównym mleka jest także termostabilna kazeina. Zawartość alergenów kazeiny w badanych próbach mięsa wynosiła poniżej 0,04 ppm, przy czym odnotowano pojedyncze przypadki przekroczenia tej wartości, tj. u loszek

grupy A trzy przypadki (wartość 0,13; 0,37 i 1,27 ppm), u wieprzków grupy A dwa przypadki (0,06 i 0,05 ppm), u loszek grupy B cztery przypadki (0,06; 0,07; 0,1 i 0,1 ppm) oraz u wieprzków grupy B pięć przypadków (0,05; 0,06; 0,07; 0,13 i 0,13 ppm).

Występować mogą również alergie krzyżowe między kazeiną a białkami soi, które same w sobie są alergenami. Za reakcje alergenne odpowiadają tu zapasowe białka soi, z których główne to: glicynina, β-konglicynina, inhibitor Bowmana-Birka oraz trypsynowy inhibitor Kunitza (L'Hocine i Boye, 2007; Platteau i wsp., 2011; Wilson i wsp., 2005). Zawartość alergenów soi w badanych próbach mięsa wynosiła poniżej 16 ppb, przy czym odnotowano pojedyncze przypadki przekroczenia tej wartości, tj. u loszek grupy B trzy przypadki (21,73; 20,17 i 18,8 ppb) i u wieprzków grupy B jeden przypadek (24,04 ppb).

Za właściwości alergenne glutenu odpowiadają natomiast krótkie, wysoce specyficzne sekwencje aminokwasów zidentyfikowane w polipeptydach białek prolaminowych (Tanabe S., 2001; Tanabe S. i Arai S. 2001). Ich zawartość była bardzo zróżnicowana w obrębie grup żywieniowych i płci, i wahała się od poniżej 0,3 ppm do 19,1 ppm u loszek grupy A, 6,16 ppm u wieprzków grupy A (skrajne dwa przypadki 36,26 i 123,64 ppm), 38,59 ppm u loszek grupy B i 9,59 ppm u wieprzków grupy B. Interpretacja średnich wyników zawartości alergenów glutenu jest trudna i niejednoznaczna. Warto jednak podkreślić fakt, iż u zwierząt żywionych paszą B ponad połowa badanych próbek mięsa miała zawartość alergenów glutenu poniżej 0,3 ppm (loszki 53%, wieprzki 67%), natomiast u zwierząt żywionych paszą A tylko 17 i 30% prób u loszek i wieprzków charakteryzowało się zawartością poniżej 0,3 ppm.

Aktualne przepisy wymagają deklarowania w krajach europejskich jedynie obecności alergenów, które celowo znajdują się w produkcie spożywczym (Dz. Urz. WE L 304 z 22.11.2011). Nie istnieją jednak tego typu wymogi w odniesieniu do alergenów, które dostały się do produktu na zasadzie zanieczyszczenia. Mimo to producenci coraz częściej dobrowolnie informują o niezamierzonych pozostałościach substancji alergennych. W przypadku wszystkich wyżej wymienionych alergenów pokarmowych, do tej pory nie ustalono dawek progowych wywołujących reakcje nadwrażliwości. Mogą one być odmienne dla poszczególnych osób, zaś uzyskane wartości, ograniczane limitami detekcji aktualnie stosowanych metod, dodatkowo utrudniają interpretację wyników. Według przyjętych przez EU-Vital poziomów działania poszczególnych alergenów opartych na progach określonych w badaniach klinicznych, żywność nie jest źródłem aler-

genu, jeśli został określony jego pierwszy poziom działania, odpowiednio dla: ryb poniżej 100 ppm, mleka poniżej 50 ppm, soi poniżej 25 ppm oraz glutenu poniżej 20 ppm. Jest to jednak tylko projekt propozycji, który ulega nieustannym aktualizacjom. W Szwajcarii obowiązuje przykładowo deklaracja obecności śladów alergenów od 1000 ppm (z wyjątkiem siarczynów, gdzie poziom wynosi 10 ppm oraz glutenu – 10 mg gliadyny/100 g s.m. produktu). W Japonii wymagane jest natomiast znakowanie jedynie pszenicy, gryki, jaj, mleka i orzechów od 10 ppm (Drażan, 2015). Na podstawie uzyskanych wyników oraz danych literaturowych można przypuszczać, że badane mięso jest produktem o kontrolowanej alergenności w odniesieniu do białek ryb, mleka oraz soi. Zastosowane dodatki mączki rybnej oraz serwatki nie miały bowiem znaczącego wpływu na wzrost zawartości poszczególnych alergenów. Ze względu na fakt, iż znaczną część pasz stanowią zboża, mięso może zawierać śladowe ilości alergenów glutenu. Duże zróżnicowanie w obrębie grup żywieniowych i płci utrudnia jednak jednoznaczną interpretację tego zjawiska i wymaga dalszych badań.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Badaniami objęto 120 świń żywionych paszami standardowymi (w oparciu o zboża i soję) uzupełnionymi serwatką lub mączką rybną w celu wprowadzenia z paszą potencjalnych alergenów.

W badanych próbkach paszy stwierdzono obecność azotanów, azotynów i fosforanów. W Planie Urzędowej Kontroli Pasz w roku 2016 brak jest jednak danych dotyczących norm zawartości azotanów i fosforanów w paszy. Natomiast dopuszczalna zawartość azotynów w mieszankach paszowych dla zwierząt gospodarskich wynosi 15 mg/kg.

Zawartość pestycydów fosforoorganicznych, pyretroidów, insektycydów, rodentycydów i karbaminianów w paszy była poniżej granicy oznaczalności, co wskazuje, że w obecnych czasach środki ochrony roślin, jeśli są stosowane zgodnie z zalecanymi, prowadzą z reguły do akumulacji w paszy znikomej zawartości pozostałości, w konsekwencji czego ich przeniesienie do żywności nie będzie znaczące.

Śladowe ilości dioksyn, dioksynopodobnych PCB oraz niedioksynopodobnych PCB w badanych paszach były wielokrotnie niższe od progów dopuszczalnych i nie powinny powodować przekroczenia najwyższych dopuszczalnych poziomów tych związków w mięsie wieprzowym.

Stwierdzono znacznie wyższą zawartość poszczególnych metali ciężkich w paszy uzupełnionej mączką rybną. Mimo zaobserwowanych różnic zawartość kadmu i ołowiu w paszach doświadczalnych była dużo niższa od ich dopuszczalnych poziomów. Pomimo zróżnicowanych składów pasz nie stwierdzono różnic w zawartości alergenów mleka, ryb, soi i glutenu. Obie pasze charakteryzowały się dość wysoką zawartością alergenów frakcji serwatkowej oraz soi i glutenu.

We wszystkich badanych próbach mięsa zawartość azotanów wyrażonych zarówno jako $NaNO_3$ oraz KNO_3 wynosiła poniżej 5 mg/kg, zaś zawartość azotynów wyrażona jako $NaNO_2$ wynosiła poniżej 1mg/kg. A zatem pobranie azotanów i azotynów z mięsem pochodzącym zarówno z grupy A jak i B nie powinno stanowić zagrożenia zdrowotnego, gdyż stanowi ono nieznaczną część dopuszczalnego dziennego spożycia.

Mięso od zwierząt obu grup żywieniowych charakteryzowało się stosunkowo niską zawartością fosforu ogólnego w przeliczeniu na P_2O_5.

W badanym mięsie, niezależnie od zastosowanego żywienia oraz płci zwierząt, nie stwierdzono obecności pozostałości insektycydów, pestycydów fosforoorganicznych, pyretroidów, karbaminianów i rodentycydów.

Dopuszczalne poziomy dioksyn, DL-PCB oraz NDL-PCB w mięsie wieprzowym wynoszą odpowiednio: 1,0 pg/g tłuszczu dla sumy dioksyn (WHO-PCDD/FTEQ), 1,25 pg/g tłuszczu dla sumy dioksyn i DL-PCB(WHOPCDD/F-PCB-TEQ) oraz 40 ng/g tłuszczu dla sumy NDL-PCB: PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 i PCB180 (ICES-6). We wszystkich badanych próbach nie przekroczono wyżej wymienionych wartości. Również pasze stosowane w żywieniu świń spełniały wymagania w zakresie występowania tych związków, co prawdopodobnie zapobiegło ich akumulacji w mięsie.

Niezależnie od żywienia oraz płci we wszystkich próbach mięsa zawartość badanych metali ciężkich wynosiła poniżej wyznaczonych wartości NDP. Mięso pozyskane od zwierząt zarówno z grupy A, jak i B charakteryzowało się niską zawartością ołowiu, kadmu, niklu, chromu, miedzi i cynku, nie stwarzającą zagrożenia dla zdrowia ludzi.

W związku ze zwiększającą się liczbą substancji powodujących różnego rodzaju uczulenia przypuszczać można, iż również w mięsie mogą znaleźć się tzw. ukryte alergeny będące wynikiem sposobu żywienia trzody chlewnej. Do głównych alergenów, które mogłyby znaleźć się w mięsie należą alergeny ryb, mleka, soi czy glutenu. W przypadku wszystkich wyżej wymienionych alergenów pokarmowych do tej pory nie ustalono dawek progowych wywołują-

cych reakcje nadwrażliwości, ponieważ mogą one być odmienne dla poszczególnych osób.

Niniejsze opracowanie miało na celu wykazanie, że w żywieniu trzody chlewnej w Polsce stosowane są niezanieczyszczone pasze i woda, co skutkuje brakiem kumulacji azotanów, azotynów, dioksyn i metali ciężkich w mięsie wieprzowym. Pojawiające się doniesienia w których sugeruje się, iż świnie intensywnie skarmiane paszami komercyjnymi, opartymi o soję, zboża i uzupełniane mączką rybną lub serwatką mogą stanowić potencjalne źródło alergenów dla ludzi spowodowały, iż kolejnym celem niniejszego opracowania było wykazanie, że polskie mięso wieprzowe jest wolne od alergenów.

Na podstawie uzyskanych wyników badań oraz danych literaturowych można przypuszczać, że badane mięso jest produktem bezpiecznym, o kontrolowanej alergenności w odniesieniu do białek ryb, mleka oraz soi, a zastosowane dodatki mączki rybnej oraz serwatki nie miały znaczącego wpływu na wzrost zawartości poszczególnych alergenów.

LITERATURA

1. Aaslyng, M.D., & Gade, P.B. (2001). Low stress pre-slaughter handling: Effect of lairage time on the meat quality of pork. Meat Science, 57, 87-92.
2. Alves, R.M.V, Van Dender, A.G.R, Jaime, S.B.M., & Moreno, I. (2002). Stability of "Requeijao cremoso" in different packages exposed to light. Poster, Congrilait, 26th International Dairy Conference, Paris, France, 24-27 wrzesień.
3. Amanatidou, A. (2001). High oxygen as an additional factor in food preservation. Ph.D. Thesis, Wageningen University, The Netherlands.
4. Andersen, H.J., Bertelsen, G., & Skibsted, L.H. (1989). Wavelength dependence on pigment oxidation investigated in model systems and under storage conditions. [W] Proceedings of the 35th International Congress of Meat Science and Technology. 20-25th August; Copenhagen. Roskilde, Danish Meat Institute, 454-458.
5. Armero, E., Flores, M., Toldra, F., Barbosa, J.A., Olivet, J., Pla, M., & Baselga, M. (1999). Effect of pig sire type and sex on carcass traits, meat quality and sensory quality of dry – cured ham. Journal of the Science of Food and Agriculture, 66, 297-282.
6. Asero, R., Mistrello, G., Roncarolo, D., & Amato, S. (2004). Walnut-induced anaphylaxis with cross-reactivity to hazelnut and Brazil nut. Journal of Allergy and Clinical Immunology,113, 358-360.
7. Ayuso, R., Lehrer, S.B., Tanaka, L., Ibañez, M.D., Pascual, C., Burks, A. W., Sussman, G.L., Goldberg, B., Lopez, M., & Reese, G. (1999). IgE antibody response to vertebrate meat proteins including tropomyosin. Annals of Allergy, Asthma & Immunology, 83(5), 399-405.
8. Baroglio, C., Giuffrida, M.G., Cantisani,A., Napolitano, L., Bertino, E., Fabris, C., & Conti, A. (1998). Evidence for a common epitope between bovine alpha-lactalbumin and beta-lactoglobulin. Biological Chemistry, 379, 1453-1456.
9. Barowicz, T. (2000). O wodzie w żywieniu świń - raz jeszcze. Trzoda Chlewna, 38 (08-09), 131-135.
10. Barski, D., & Spodniewska, A. (2014). Toksykologia weterynaryjna wybrane zagadnienia, Wyd. UWM, Warszawa.
11. Bejerholm, C., Tørngren, M.A., & Aaslyng, M.D. (2014). Cooking of meat. [W] Dikeman, M., & Devine C. (red.): Enclopedia of Meat Science, 2-nd Edition. Elsevier, 370-376.
12. Biller, E. (2011). Studia nad brązowieniem nieenzymatycznym i kształtowaniem cech smakowo-zapachowych w warunkach modelowych i w mięsie pieczonym. Wyd. SGGW, Warszawa.
13. Bingol, E.B., & Ergun, O. (2011). Effects of modified atmosphere packaging (MAP) on the microbiological quality and shelf life of ostrich meat. Meat Science, 88, 774-785.
14. Blakistone, B.A. (1999). Meat and poultry. [W] Blakistone, B.A. (red.): Principles and aplications of modified atmosphere packaging of food. Gaitherburg Maryland, Aspen Publishers, 240-290.
15. Blicharski, T., Książek, P., Pospiech, E., Migdał, W., Jóźwik, A., Poławska, E., & Lisiak D. (2013) Aktualna wartość dietetyczna wieprzowiny, jej znaczenie w diecie i wpływ na zdrowie konsumentów. Wyd. POLSUS, Warszawa.
16. Borzuta, K., & Pospiech, E. (1999). Analiza korzyści związanych ze wzrostem mięsności tuczników oraz strat spowodowanych pogorszeniem jakości mięsa. Gospodarka Mięsna, 9, 36-40.
17. Brody, A.L., Bugusu, B., Han, J.H., Koelsch, C., & McHugh, T.H. (2008). Innovative Food Packaging Solutions. Journal of Food Science, 8 (73), 107-116.
18. Buła, M.K. (2016). Wpływ jakości mięsa wieprzowego oraz warunków obróbki cieplnej na powstawanie heterocyklicznych amin aromatycznych (HAA) i potencjał antyoksydacyjny. Praca Doktorska, SGGW, Warszawa.
19. Burek R., & Grela E.R. (2004). Woda - niedoceniany składnik w żywieniu świń. Trzoda Chlewna, 42(02), 47-48.
20. Cayuela, J.M., Gil, M.D., Bañón, S., & Garrido, M.D. (2004). Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the quality of pork loin. European Food Research and Technology, 219, 316–320.

21. Cianferoni, A, & Muraro, A. (2012). Food-induced anaphylaxis. Immunology And Allergy Clinics of North America, 32, 165-95.
22. Cieślik, I., & Migdał, W. (2012). Dioksyny, furany i polichlorowane bifenyle-toksyczność i występowanie w środowisku. Inżynieria i Ochrona Środowiska, 15(3), 237-247.
23. Clausen, I., Jakobsen, M., Ertbjerg, P., & Madsen, N.T. (2009). Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation, myofibrillar fragmentation index and eating quality of beef. Packaging Technology Science, 22, 85-96.
24. Commins, S.P., Satinover, S.M., Hosen, J., Mozena, J., Borish, L., Lewis, B.D., Woodfolk J.A., & Platts-Mills, T.A. (2009). Delayed anaphylaxis, angioedema, or urticaria after consumption of red meat in patients with IgE antibodies specific for galactose-α-1, 3-galactose. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 123(2), 426-433.
25. Comstock, S.S., McGranahan G., Peterson, W.R., & Teuber, S.S. (2004). Extensive in vitro cross-reactivity to seed storage proteins is present among walnut (Juglans) cultivars and species. *Clinical* and Experimental *Allergy*, 34, 1583-1590.
26. Cooksey, K. (2007). Interaction of food and packaging contents. [W] Wilson, C.L. (red.): Intelligent and active packaging for fruits and vegetables. CRC Press, 201-237.
27. Correa, J.A., Torrey, S., Devillers, N., Laforest, J.P., Gonyou, H. W., & Faucitano, L. (2010). Effects of different moving devices at loading on stress response and meat quality in pigs. Journal of Animal Science, 88, 4086-4093.
28. Crespo, J.F., Pascual, C., Burks, A.W., Helm, R.M., & Esteban, M.M. (1995). Frequency of food allergy in a pediatric population from Spain. Pediatric Allergy and Immunology, 6, 39-43.
29. Cutter, C.N. (2002). Microbial control by packaging: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42(2), 151-161.
30. Czarniecka-Skubina, E. (2016). Proces grillowania. [W] Czarniecka-Skubna (red.): Technologia Gastronomiczna. Wyd. SGGW, Warszawa.
31. Czerniawski, B., & Kozłowska, J. (2008). Analiza i ocena specyficznych systemów pakowania żywności. Materiały Konferencyjne, Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Opakowań, Warszawa;
32. Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, Dondervan-van den Beuken, E., & Tobback, P. (2008). Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. Trends in Food Science and Technology, 19, 99-108.
33. Danyluk, B., & Pyrcz, J. (2011). Kontrola mikrobiologiczna mięsa i przetworów mięsnych. [W] Pisula A., & Pospiech, E. (red.): Mięso – podstawy nauki i technologii. Wyd. SGGW, Warszawa.
34. Day, B.P.F. (2003). Novel MAP applications for fresh-prepared produce. [W] Ahvenainen R. (red.): Novel food packaging techniques. Woodhead Publishing Limited, England.
35. del Val, G., Yee, B.C., Lozano, R.M., Buchanan, B.B., Ermel, R.W., Lee, Y.M., & Frick, O.L. (1999). Thioredoxin treatment increases digestibility and lowers allergenicity of milk. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 103, 690-697.
36. Docena, G.H., Femandez, R., Chirdo, F.G., & Fossali, C.A. (1996). Identification of casein as (the major allergenic and antigenic protein of cow's milk. Allergy, 51,412-416.
37. Dongyou, L. (2009). Molecular Detection of Foodborne Pathogens. [W] Dongyou L. (red.): Human Genetic Signatures, CRC Press, Australia.
38. Donnay, C., Barderas, R., Kopferschmitt, M.C., Pauli, G., & de Blay, F. (2006). Sensitization to pig albumin and γ-globulin responsible for occupational respiratory allergy. Allergy, 61, 143-147.
39. Drąg-Kozak, E., Łuszczek-Trojnar, E., & Popek, W. (2011). Koncentracja metali ciężkich w tkankach i organach pstrąga tęczowego (Oncorhynchus mykiss) w zależności od wieku i sezonu. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 48, 161-169.
40. Drażan, Ł. 2015. Alergeny: Ocena ryzyka dla alergenów – czas na zmiany? Forum Mleczarskie Biznes, 3(22), 1-4.
41. Dudka, J., Dawidek-Pietryka, K., Szczepaniak, S., Dudka, K. (1999). Methemoglobinemia oraz niektóre parametry biochemiczne związane z funkcja wątroby i nerek u szczurów podczas łącznego subchronicznego narażenia na ołów i azotyny. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 32(3), 253-257.
42. Dyrektywa Rady nr 2002/99/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. ustanawiająca przepisy sanitarne regulujące produkcję, przetwarzanie, dystrybucję oraz wprowadzanie produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do spożycia przez ludzi.
43. Edberg, S.C.L., Rice, E. W., Karlin, R.J., & Allen, M.J. (2000). Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, 29, 106S-116S.
44. Ehn, B.M., Ekstrand, B., Bengtsson, U., & Ahlstedt, S. (2004). Modification of ige binding during heat processing of the cow's milk allergen beta-lactoglobulin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 1398-1403.
45. European Food Safety Authority. (2004a). Opinion of the Scientific Panel on Contamination in the Food Chain on a request from the Commission related to cadmium as undesirable substance in animal feed (Request no EFSA-Q-2003-033), The EFSA Journal, 72, 1-24.
46. European Food Safety Authority. (2004b). Opinion of the Scientific Panel on Contamination in the Food Chain on a request from the Commission related to lead as undesirable substance in animal feed (Request no EFSA-Q-2003-032), The EFSA Journal, 71, 1-20.
47. Eurostat. (2017). http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do#.
48. FAO/WHO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization). 2003a. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). WHO Food Additive series 50, Geneva: World Health Organisation.

49. FAO/WHO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization). 2003b. Nitrite (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). WHO Food Additive series 50, Geneva: World Health Organisation.
50. Faucitano, L. (2010). Effects of lairage and slaughter conditions on animal welfare and pork quality. Canadian Journal of Animal Science, 90, 461–469.
51. Ferguson, L.R. (2010). Meat and cancer. Meat Science, 84, 308-313.
52. Fernandez-Lopez, J., Jimenez, S., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., & Perez-Alvarez J.A. (2006). Quality characteristics of ostrich (Struthio camelus) burgers. Meat Science, 73, 295-303.
53. Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Munoz, T., Sendra, E., Navarro, C., & Perez-Alvarez J.A. (2008). Effect of packaging conditions on shelf life of ostrich steaks. Meat Science, 78, 143-152.
54. Fernandez-Rivas, M., Barreales, L., Mackie, A.R., Fritsche, P., Vazquez-Cortes, S., Jedrzejczak-Czechowicz, M., Kowalski, M.L., Clausen, M., Gislason, D., Sinaniotis, A., Kompoti, E., Le, T-M., Knulst, A.C., Purohit, A., de Blay, A., Kralimarkova, T., Popov, T., Asero, R., Belohlavkova, S., Seneviratne, S.L., Dubakiene, R., Lidholm, J., Hoffmann-Sommergruber, K., Burney, P., Crevel, R., Brill, M., Fernandez-Perez, C., Vieths, S., Clare, Mills E.N., van Ree, R., & Ballmer-Weber, B.K. (2015). The EuroPrevall outpatient clinic study on food allergy: background and methodology. Allergy, 70, 576–584.
55. Fiocchi, A., Schünemann, H.J., Brozek, J. Restani, P., Beyer, K., Troncone, R., Martelli, A., Terracciano, L., Bahna, S.L., Rancé, F., Ebisawa, M., Heine, R.G., Assa'ad, A., Sampson, H., Verduci, E., Bouygue, G.R., Baena-Cagnani, C., Canonica, W., & Lockey, R.F. 2010. Diagnosis and Rationale for Action Against Cow's Milk Allergy (DRACMA): a summary report. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 126, 1119-28.
56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). Handbook on Food Labelling to Protect Consumers, ISBN: 978-92-5-109547-8.
57. Friedrich, M. (2008). Prozdrowotne właściwości żywności tradycyjnej i regionalnej. [W] Dolatowski, Z.J., & Kołożyn-Krajewska D. (red.): Tradycyjne i regionalne technologie oraz produkty w żywieniu człowieka. Wyd. Naukowe PTTŻ, Kraków.
58. Furman, M., Malovrh, S., Sever, S., & Kovač, M. (2007). The effect of genotype and sex on pork quality. Poljoprivreda, 13 (1), 51-54.
59. Gade, P. B. (2004). Pre-slaughter handling. [W] Klinth Jensen W. (red.), Encyclopedia of meat sciences, Elsevier, Oxford.
60. Garcia-Esteban, M., Ansoren, D., & Astiasaran, I. (2004). Comparison of modified atmosphere vaccum packaging for long period storage of dry-cured ham: effect of colour, texture and microbiological quality. Meat Science, 67, 57-63.
61. Gibis M., & Weiss J. (2015): Impact of precursors creatine, creatinine and glucose on the formation of heterocyclic aromatic amines in grilled patties of various animal species. Jounal of Food Science, 80(1), 2430-2439.
62. Gilbert. J. (2005). Environmental contaminants and pesticides in Animal feed and meat. [W] Sofos J.N. (red.): Improving the safety of fresh meat. CRC Press.
63. Gill, O., & Gill, C.O. (2005). Preservative packaging for fresh meats, poultry, and fin fish. [W] Jung H. Han (red.): Innovations in Food Packaging, Elsevier Ltd.
64. Główny Inspektorat Weterynarii. (2016). PLAN URZĘDOWEJ KONTROLI PASZ NA ROK 2016, Warszawa.
65. Goetz, D.W., Whisman, B.A., & Goetz, A.D. (2005). Cross-reactivity among edible nuts: double immunodiffusion, crossed immuno-electrophoresis, and human specific igE serologic surveys. Annals of Allergy, Asthma and Immunology, 95, 1-52.
66. González-Weller, D., Karlsson, L., Caballero, A., Hernández, F., Gutiérrez, A., González-Iglesias, T., Marino, M., Hardisson, A. 2006. Lead and cadmium in meat and meat products consumed by the population in Tenerife Island, Spain. Food Additives & Contaminants, 23(8), 757-63.
67. Gosalvez, L. F., Averos, X., Valdelvira, J. J., & Herranz, A. (2006). Influence of season, distance and mixed loads on the physical and carcass integrity of pigs transported to slaughter. Meat Science, 73, 553–558.
68. Grześkowiak, E., Fabian, M., & Lisiak, D. 2011. Ocena zawartości fosforu oraz jakości mięsa i przetworów mięsnych dostępnych na rynku krajowym. ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2 (75), 160-170.
69. Hansen, S., Ertbjerg, P., Hviid, M.S., & Karlsson, A.H. (2008). Does modified atmosphere packaging affect particle sizes and hardness of pork? International Conference of Meat Science and Technology, Kapsztad, RPA.
70. Hapke, H.J. (1996). Heavy metal transfer in the food chain to humans. [W] C. Rodriguez-Barrueco, C. (red.): Fertilizers and Environment, Springer Netherlands.
71. Hilger, C., Fischer, J., Swiontek, K., Hentges, F., Lehners, C., Eberlein, B.,Morisset M., Biedermann T., & Ollert, M. (2016). Two galactose-α-1, 3-galactose carrying peptidases from pork kidney mediate anaphylactogenic responses in delayed meat allergy. Allergy, 71, 711–719.
72. Hyla-Klekot, L., Pulcer, B., & Kokot, F. (2007). Układ renina–angiotensyna-aldosteron (RAA)-nowe aspekty patogenetyczne i lecznicze. Część I. Prorenina-renina i jej receptory, konwertaza 2 angiotensyny-1-10, angiotensyna-1-7 i jej receptor, trzewna tkanka tłuszczowa jako źródło syntezy ogniw układu RAA. Nadciśnienie Tętnicze, 11(3), 242-241.
73. Ira, W., Schwind, K.-H. (2007). Dioxins and PCBs in German meat and meat products – Results of a monitoring study with a specific focus on poultry meat. [W] Jira, K.-H. (red.): Schwind Federal Research Centre for Nutrition and Food, Location Kulmbach, Institute for Chemistry and Physics, Germany.

74. Ismail, S.A., Deak, T., El−Rahman, H.A., Yassien, M.A. & Beuchat, L.R. (2000). Presence and changes in populations of yeasts on raw and processed poultry products stored at refrigeration temperature. International Journal of Food Microbiology, 62, 113–121.
75. Jan, J.H., Zhang, Y., & Buffo, R. (2005). Surface chemistry of food, packaging and biopolymer materials. [W] Han, J.H. (red.): Innovations in food packaging, Elsevier Academic Press, Amsterdam.
76. Jancewicz, A., Dmitruk, U., Kwiatkowska, A. (2011). Badania zawartości wybranych substancji halogenoorganicznych (AOX) w wodzie i ściekach. Ochrona środowiska, 33, 25-29.
77. Janoszka, B. (2006). Heterocykliczne aminy aromatyczne w żywności: Wpływ antyoksydantów i dodatków pochodzenia roślinnego na stężenie aminoazaarenów w żywności wysokobiałkowej, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, XXXiX, 4, 353-360.
78. Janoszka, B. (2010). Heterocyclic amines and azaarenes in pan-fried meat and its gravy fried without additives and in the presence of onion and Garlic. Food Chemistry, 120, 463 – 473.
79. Janoszka, B., Błaszczyk, U., Damasiewicz-Bodzek, A., & Sajewicz, M. (2009). Analysis of heterocyclic amines (Has) in pan-fried pork meat and its gravy by liquid chromatography with diode array detection. Food Chemistry, 113, 1188-1196.
80. Jarosz, M., Szponar, L., Rychlik, E., & Wierzejska, R. (2012). Woda i elektorlity. [W] Jarosz, M. (red.): Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja, Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa.
81. Jaworska, D., & Czarniecka-Skubina, E. (2016). Wykorzystanie mięsa wieprzowego do przygotowania potraw. [W] Czarniecka-Skubina, E. (red.). Technologia Gastronomiczna. Wyd. SGGW, Warszawa.
82. Jaworska, D., & Przybylski, W. (2014). The effect of selected factors on sensory quality of pork. ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 5(96), 21-35.
83. Jeremiah, L.E. (2001). Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term distribution. Food Research International, 34, 749-772.
84. Jeremiah, L.E., Penney, N., & Gill, C.O. (1992) The effects of prolonged storage under vacuum or CO_2 on the flavor and texture profiles of chilled pork. Food Research International, 25 (1), 9-19.
85. Kaczmarczyk, S., Chojecka, K., Jaworska, D., Gębski, J., Ostrowska, A., & Przybylski, W. (2016). Zależność pomiędzy cechami mikrostruktury a jakością mięsa wieprzowego. XLV Dni Przemysłu Mięsnego pt. "Substancje dodatkowe w przetwórstwie mięsa" oraz Sympozjum Naukowo-Techniczne pt. "Postęp w Technologii Mięsa. Nauka – Praktyce 2016", Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. W. Dąbrowskiego Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu, Warszawa 19 maja 2016 r., Mat. Konf., s.55.
86. Kajak, K., Przybylski, W., Jaworska, D., & Rosiak, E. (2007). Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH. ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 1(50), 26-34.
87. Kajak-Siemaszko, K., Aubry, L., Peyrin, F., Bax., M.L., Gatellier, P., Astruc, T., Przybylski, W., Jaworska, D., Gaillard-Martinie, B., & Santé-Lhoutellier, V. (2011). Characterisation of protein aggregates following a heating and freezin proces. Food Research International, 44, 3160-3166.
88. Kanny, G., Puygrenier, J., Beaudoin, E., & Moneret-Vautrin, D. A. (1994). Alimentary anaphylactic shock: implication of penicillin residues. Allergie et immunologie, 26(5), 181-183.
89. Karwacka, A., Dullin, P., Galbas, M. (2014). Skutki niedoboru selenu u zwierząt. Postępy Biochemii, 60, 365-370.
90. Kędzior, W. (2005). Wpływ obróbki termicznej na zawartość składników odżywczych w mięsie jagniąt. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, 678, 129-140.
91. Kim, M.K., Kim, D-G, Choi, S-W, Guerrero, P., Norambuena, J., Chung, G-S. (2011). Formation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDD/Fs) from a refinery process for zinc oxide used in feed additives: A source of dioxin contamination in Chilean pork. Chemosphere 82, 1225–1229.
92. Kleine-Tebbe, J., Vogel, L., Crowell, D.N., Haustein, U.F., Vieths, S. (2002). Severe oral allergy syndrome and anaphylactic reactions caused by a Bet v 1- related PR-10 protein in soybean, SAM22. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 110, 797-804.
93. Kołacz, R. (2008). Rola wody i pojenie świń. Trzoda Chlewna, 46(07), 70-73.
94. Kołacz, R., & Kupczyński, R. (2016). Terms of farming nd animal welfare and meat quality. [W] Przybylski W. & Hopkins, D. (red): Meat quality – genetic and environmental factors. CR,C Press Taylor & Francis Group, Boca Raton London New York.
95. Kołożyn-Krajewska, D. (2007). Higiena produkcji żywności. Wyd. SGGW, Warszawa.
96. Kołożyn-Krajewska, D., & Sikora, T. (2010). Zarządzanie bezpieczeństwem żywności. Teoria i praktyka. Wyd. C.H. Beck, Warszawa.
97. Kondjoyan, A., Chevolleau, S., Portanguen, S., Molina, J., Ikonic, P., Clerjon, S., Debrauwer, L. (2016). Realation between crust development and heterocycic aromatic amine formation when air-roasting a meat cylinder. Food Chemistry, 213, 641-646.
98. Korczak, J., & Kmiecik, D. (2016). Proces smażenia. [W] Czarniecka-Skubina E. (red.): Technologia Gastronomiczna, Wyd. SGGW, Warszawa.
99. Koutsoumanis, K.P., Starnatiou, A.P., Drosinos, E.H., & Nychas, G.J.E. (2008). Control of spoilage microorganisms in minced pork by a self-developed modified atmosphere induced by the respiratory activity of meat microflora. Food Microbiology, 25, 915-921.

100. Kowalska, A., Walkiewicz, K., Kozieł, P. & Muc-Wierzgoń, M. (2017). Aflatoksyny – charakterystyka i wpływ na zdrowie człowieka. Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej (online), 71, 315-327.
101. Kristensen, D., Orhen, V, Mortensen, G., Brockhoff, P., & Skibsted, L. H. (2000). Light induced oxidation in sliced Havarti cheese packaged in modified atmosphere. International Dairy Journal, 10, 95-103.
102. Kropf, D.H. (2004) Packaging. [W] Jensen W.K., Devine C., & Dikeman M. (red.): Encyclopedia of meat science, Elsevier, New York.
103. L'Hocine, L., Boye, J.I. (2007). Allergenicity of soybean: New development in identification of allergenic proteins, cross-reactivities and hypoallergenization Technologies. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47(2), 127-143.
104. Lampe, J.F., Baas, T.J., Mabry, J.W. (2006). Comparison of grain sources for swine diets and their effect on meat and fat quality traits. Journal Animal Science, 84, 1022-1029.
105. Lara-Villoslada, F., Olivares, M., & Xaus, J. (2005). The balance between caseins and whey proteins in cow's milk determines its allergenicity. Journal of Dairy Science, 88, 1654-1660.
106. Larsen, E.H., Andersen, N.L., Møller, A., Petersen, A., Mortensen, G.K., & Petersen, J. (2002). Monitoring the content and intake of trace elements from food in Denmark. Food Additives and Contaminants, 19, 33-46.
107. Latorre, M.A., Lazaro, R., Gracia, M.I., Nieto, M., & Mateos, G.G. (2003). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 177 kg body weight. Meat Science, 65(4). 1369-1377.
108. LeDoux, M. (2011). Analytical methods applied to the determination of pesticide residues in foods of animal origin: A review of the past two decades. Journal of Chromatography, 1218, 1021–1036.
109. Lee, K.T., Kim, Y.S., Kim, J.Y., & Song, Y.H., (2001). Effect of muscle pH and display conditions on surface color in Hanwoo (Korean native Cattle) Beef. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 14, 365-371.
110. Lund, M.N., Lametsch, R., Hviid, M.S., Jensen, O.N., & Skibsted, L.H. (2007). High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage. Meat Science, 77, 295-303.
111. Majcherczyk, J., & Surówka, K. (2015): Heterocykliczne aminy aromatyczne jako zagrożenie chemiczne w produktach mięsnych poddawanych obróbce termicznej. ŻYWNOŚĆ. Nauka.Technologia. Jakość, 1(98), 16-34.
112. Mancini, R.A. & Hunt, M.C. (2005). Current research in meat color. Meat Science, 71, 100-121.
113. Mancini, R.A., Hunt, M.C., Hachmeister, K.A., Kropf, D.H., & Johnson, D.E. (2005). Exclusion of oxygen from modified atmosphere packages limits beef rib and lumbar vertebrae marrow discoloration during display and storage. Meat Science, 69, 493-500.
114. Marcinkowska-Lesiak, M., Poławska, E., & Wierzbicka, A. (2017a). The effect of different gas permeability of packaging on physicochemical and microbiological parameters of pork loin storage under high O_2 MAP conditions. Food Science and Technology International, 23, 2, 174-184.
115. Marcinkowska-Lesiak, M., Poławska, E., Półtorak, A., & Wierzbicka, A. (2017b). The effect of varying gas headspace to meat ratio on the quality of pork loin stored in high O_2 modified atmosphere. CYTA – Journal of Food, 15(2), 226-233.
116. Marcinkowska-Lesiak, M., Poławska, E., Stelmasiak, A., & Wierzbicka A. (2017c). Shelf life of pork loin stored under different light intensity. CYTA –Journal of Food, 15(3), 336-343.
117. Marsh, K., & Bugusu, B. (2007). Food packaging – Roles, materials, and environmental issue. Food Science, 72(3), 39-55.
118. Martinez, L., Djenane, D., Cilla, I., Beltran, J.A., & Roncales, P. (2005). Effect of different concentrations of carbon dioxide and low concentration of carbon monoxide on the shelf-life of fresh pork sausage packaged in modified atmosphere. Meat Science, 71, 563-570.
119. McMillin, K.W. (2008). Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. Meat Science, 80, 43-65.
120. Meinert, L., Andersen, L.T., Bredie, W.L.P., Bjergegaard, C. & Aaslyng, M.D. (2007). Chemical and sensory characterisation of pan-fried pork flavour: Interactions between raw meat quality, ageing and frying temperature. Meat Science, 75, 229-242.
121. Michalska-Pożoga, I. (2008). Barierowość materiałów polimerowych, metody i technika ich badań. Teka Kom. Bud. Ekspl. Masz. Elektrotech. Bud. – OL PAN, 107-110.
122. Migdał, W. (2007). Spożycie mięsa a choroby cywilizacyjne. ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 6(55), 48-61.
123. Monaci, L., Tregoat, V., van Hengel, A.J., & Anklam, E. (2006). Milk allergens, their characteristics and their detection in food: A review. European Food Research and Technology, 223, 149-179.
124. Morais, S., Dias, E., & Pereira, M.L. (2012). Carbamates: human exposure and health effects. [W] Jokanovic, M. (red.): The Impact of Pesticides, WY Academy Press, Cheyenne.
125. Mortensen, G., Sorensen, J., & Stapelfeldt, H. (2002). Light-induced oxidation in semihard cheeses. Evaluation of methods used to determine levels of oxidation. Journal of Agricultural Food Chemistry, 50, 4364-4370.
126. Nataro J.P. & Kaper J.B. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. Clinical Microbiology Reviews 11, 142-201.
127. Necoechea, R., Roldan-Santiago, P., & Mota-Rojas, D. (2010). Changes in blood constituents of swine transported for 8 or 16 h to an abattoir. Meat Science, 86, 945-948.

128. Nold, R.A., Romans, J.R., Costello, W.J., & Libal. G.W. (1999). Characterization of muscles from boars, barrows and gilts slaughtered at 100 and 110 kilograms: Differences in fat, moisture, color, water-holding capacity, and colagen. Journal Animal Science, 77, 1746-1754.
129. Nowicki, L. (1976). Wpływ zmęczenia potransportowego świń rzeźnych na stan zakażenia bakteryjnego ich tusz oraz narządów wewnętrznych. Medycyna Weterynaryjna, 22, 664.
130. Ouali, A., & Talmant A. (1990). Calpains and Calpastatin Distribution in Bovine, Porcine and Ovine Skeletal Muscle. Meat Science, 28, 331-348.
131. Pałka, K. (2004). Heat effect on meat. In: Enclopedia of Meat Science. Elsevier, 567-570.
132. Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny w Wąbrzeźnie (2016). Stan Bezpieczeństwa Sanitarnego Powiatu Wąbrzeskiego w 2016 roku. www.Bip17pwisbydgoszcz.pl.
133. Pegg, R.B., Shahidi, F., & Fox, J.B. (1997). Unraveling the chemical identity of meat pig ments. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 37(6), 561–589
134. Pejsak, Z., & Truszczyński, M. (2006). Przyczyny i konsekwencje wprowadzenia zakazu stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu u świń oraz możliwości przeciwdziałania negatywnym skutkom ich wycofania. Życie Weterynaryjne, 81(6), 380-383.
135. Peters, R.L., Allen, K.J., Dharmage, S.C., Lodge, C.J., Koplin, J.J., Ponsonby, A.L., Wake, M., Lowe, A.J., Tang, M.L.K, Matheson, M.C., & Gurrin, L. C. (2015). Differential factors associated with challenge-proven food allergy phenotypes in a population cohort of infants: a latent class analysis. Clinical & Experimental Allergy, 45(5), 953-963.
136. Platteau, C., Cucu, T., De Meulenaer, B., Devreese, B., De Loose, M., Taverniers, I. (2011). Effect of protein glycation in the presence or absence of wheat proteins on detection of soybean proteins by commercial ELISA. Food Additives Contamination, 28(2), 127-135.
137. PN-EN ISO. (2015) Mikrobiologia łańcucha żywnościowego -- Pobieranie próbek z tusz do badań mikrobiologicznych, 17604:2015-10
138. Polak, T., Došler, D., Žlender, B. & Gašperlin, L. (2009). Heterocyclic amines in aged and thermally treated pork longissimus dorsi muscle of normal and PSE quality. Food Science and Technology, 42, 504-513.
139. Pospiech, E., Iwanowska A., & Montowska M. (2011). Mięso – podstawy nauki i technologii. Wady mięsa i możliwość ograniczenia ich negatywnego wpływu na jakość. Wyd. SGGW, Warszawa.
140. Pospiech, E., (2000). Diagnozowanie odchyleń jakościowych mięsa. Gospodarka Mięsna, 4, 68-71.
141. Przeniosło-Siwczyńska, M., Kwiatek, K. (2013). Dlaczego zakazano stosowania w zywieniu zwierząt antybiotykowych stymulatorów wzrostu? Życie Weterynaryjne, 88(2), 104-108.
142. Przybylski, W. (2015). Walory kulinarne polskiej wieprzowiny. Gospodarka Mięsna, 5, 29-31.
143. Przybylski, W. (2016). Postawy konsumentów wobec wieprzowiny i wyzwania dla producentów. Info POLSUS, 20, 26-28.
144. Przybylski, W. (2016). Spożycie mięsa wieprzowego a zdrowie konsumentów. Gospodarka Mięsna 5, 12-13.
145. Przybylski, W., Jaworska, D., Boruszewska, K., Borejko, M., & Podsiadły, W. (2012). Jakość technologiczna i sensoryczna wadliwego mięsa wieprzowego. ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 1(80), 116-127.
146. Przybylski, W., Regenstein, J.M., Zybert, A. (2016). Slaughter-line operations and their effects on meat quality. [W] Przybylski, W. & Hopkins D. (red.): Meat quality – genetic and environmental factors. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton London New York.
147. Rabaste, C., Faucitano, L., Saucier, L., Mormède, P., Correa, J. A., Giguère, A., & Bergeron, R., (2007). The effects of handling and group size on welfare of pigs in lairage and their influence on stomach weight, carcass microbial contamination and meat quality Canadian Journal of Animal Science, 87(1), 3-12,
148. Rakowska, R., Sadowska, A., Batogowska, J., & Waszkiewicz-Robak, B. (2013). Wpływ obróbki termicznej na zmiany wartości odżywczej mięsa. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 113-117.
149. Raport Komisji Europejskiej. (2002). Preparatory actions in the field of dioxin and PCBs. Final Report, Annex Chapter 9-5: Detailed results for all samples. http://ec.europa.eu/environment/archives/dioxin/pdf/prepactfinrept.pdf.
150. Refaat, M., Kamal, A., Fares, M., Ossman, E., Attia, M., & Elokda, A. (2011). Beef meat allergy in cow's milk allergic adults. Food and Nutrition Sciences, 2(8), 891.
151. Restani, P., Gaiaschi, A., Plebani, A., Beretta, B., Cavagni, G., Fiocchi, A., Poiesi C., Velona I., Ugazio M.,Galli, C. L. (1999). Cross-reactivity between milk proteins from different animal species. Clinical and experimental allergy, 29, 997-1004.
152. Rolland, J. M., Varese, N., Zubrinich, C. M., & O'Hehir, R. E. (2013). Intractable shellfish anaphylaxis: sensitization by cross-reactive substances in a complementary "immune stimulant" and acrylic nails. Annals of Allergy, Asthma & Immunology, 110(3), 211-212.
153. Rozporządzenia (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiającego ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołującego Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiającego procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (Dz. Urz. WE L 31z 01.02.2002, str. 1, z późn. zm.; Dz. Urz. Polskie wydanie specjalne, rozdz. 15, t. 6, str. 463, z późn. zm.)
154. Rozporządzenie (WE) nr 396/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 lutego 2005 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów w żywności i paszy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego oraz na ich powierzchni, zmieniające dyrektywę Rady 91/414/EWG.

155. Rozporządzenie (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych (z późn. zm.).
156. Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.
157. Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.
158. Rozporządzenie (WE) nr 854/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące organizacji urzędowych kontroli w odniesieniu do produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do spożycia przez ludzi.
159. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1259/2011 z dnia 2 grudnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów dioksyn, polichlorowanych bifenyli o działaniu podobnym do dioksyn i polichlorowanych bifenyli o działaniu niepodobnym do dioksyn w środkach spożywczych (Dz.U. L320 z 02.12.2011 r.).
160. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1441/2007 z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.
161. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1441/2007 z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.
162. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 277/2012 z dnia 28 marca 2012 r. zmieniające załączniki I i II dyrektywy 2002/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do maksymalnych poziomów i progów podejmowania działań w przypadku dioksyn i polichlorowanych bifenyli (Dz.U. L91 z 28.03.2012 r.).
163. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 października 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków i sposobu transportu zwierząt Dz.U. 2003 nr 185 poz. 1809
164. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 lutego 2010 r. w sprawie wymagań i sposobu postępowania przy utrzymywaniu gatunków zwierząt gospodarskich, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej (Dz.U. Nr 56 poz. 344 z późn. zm.).
165. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 sierpnia 2014 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zawartości substancji niepożądanych w paszach, Dz.U. z 11.09.2014, poz. 1213.
166. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13.11.2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. (Dz.U. poz. 1989).
167. Rozporządzenie Rady (WE) nr 1/2005 z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie ochrony zwierząt podczas transportu i związanych z tym działań oraz zmieniające dyrektywy 64/432/EWG i 93/119/WE oraz rozporządzenie (WE) nr 1255/97.
168. Rozporządzenie Rady (WE) nr 1099/2009 z dnia 24 września 2009 r. w sprawie ochrony zwierząt podczas ich uśmiercania.
169. Rozporządzenie Rady (WE) nr 1099/2009 z dnia 24 września 2009 r. w sprawie ochrony zwierząt podczas ich uśmiercania.
170. Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 września 202 r. w sprawie sposobu badania zwierząt rzeźnych i mięsa tych zwierząt oraz mięsa zwierząt łownych. Dz.U. Nr 155, poz. 1296.
171. Sajilata, M.G., Savitha, K., Singhal, R.S., & Kanetkar, V.R. (2007). Scalping of flavors in packaged foods. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 6, 17-35.
172. Sapek, A. (2009). Współczesne źródła chlorków w środowisku wód śródlądowych. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 40, 455-464.
173. Ščetar, M., Kurek, M., & Galić, K. (2010). Trends in meat and meat products packaging – a review, Croat. Jouranl of Food Science and Technology, 2 (1), 32-48.
174. Schäfer, T., Böhler, E., Ruhdorfer, S., Weigl, L., Wessner, D., Heinrich, J., Filipiak B., Wichmann H.E., &Ring, J. (2001). Epidemiology of food allergy/food intolerance in adults: associations with other manifestations of atopy. Allergy, 56(12), 1172-1179.
175. Schönfeldt, H.C., & Strydom, P.E. (2011). Effect of age and cut on tenderness of South African beef. Meat Science, 3(87), 206-218.
176. Schwind, K. H., Dänicke, S., Jira, W. (2010). Survey of dioxins, dioxin-like PCBs and marker PCBs in German feeds of plant origin. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 5, 413-420.
177. Sicherer, S.H., Furlong, T.J., Munoz-Furlong, A., Burks, A.W., & Sampson, H.A. (2001). A voluntary registry for peanut and tree nut allergy: characteristics of the first 5149 registrants. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 108, 128-132.
178. Singh, R.K., & Singh, N. (2005). Quality of packaged foods. [W] Han J.H. (red.): Innovations in food packaging, Elsevier Academic Press, Amsterdam.
179. Smulders, F.J.M., Hiesberger, J., Hofbauer, P., Dögl, B., & Dransfield, E. (2006). Modified-atmosphere storage under subatmospheric pressure and beef quality: II. Color, drip, cooking loss, sarcomere length, and tenderness. Journal of Animal Science, 84, 2456-2462.
180. Sowińska, J. (2007). Woda dla świń. Farmer 13, http://www.farmer.pl/produkcja-zwierzeca/trzoda-chlewna/woda-dla-swin,5071,2.html.
181. Støier, S., Aaslyng, M. D., Olsen, E. V., & Henckel, P. (2001). The effect of stress during lairage and stunning on muscle metabolism and drip loss in Danish pork. Meat Science, 59 127–131.

182. Støier, S., Larsen, H.D., Aaslyng, M.D., & Lykke, L. (2016). Improved animal welfare, the right technology and increased business. Meat Science, 120, 71-77.
183. Strydom, P.E., Jaworska, D., & Kołożyn-Krajewska, D. (2016). Meat quality of slaughter animals. [W] Przybylski, W. & Hopkins, D. (red.): Meat quality – genetic and environmental factors. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton London New York.
184. Šuput, Z.D., Lazić, L.V., Lević, B.L., Pezo, L.L., Tomović, M.V., & Hromiš, M.N. (2013). Effect of specific packaging conditions on myoglobin and meat color. Food & Feed Research, 40 (1), 1–10.
185. Świderski, F. (2010). Towaroznawstwo żywności przetworzonej z elementami technologii. Wyd. SGGW, Warszawa.
186. Szczawiński, J. (2011). Podstawy nadzoru sanitarno-weterynaryjnego. [W] Pisula, A., & Pospiech, E. (red.): Mięso – podstawy nauki i technologii, Wyd. SGGW, Warszawa.
187. Szterk, A., Roszko, M., Małek, K., Kurek, M., Zbieć, M, & Waszkiewicz-Robak, B. (2012). Profiles and concentrations of heterocyclic aromatic amines formed In beef Turing various heat treatments depend on the time of ripening and muscle type. Meat Science, 92, 587-595.
188. Szulc, K., Skrzypczak, E. (2015). Jakość mięsa polskich rodzimych ras świń. Wiadomości Zootechniczne, 53(1).
189. Tanabe, S. (2001). Identification of wheat allergens. Internet Symposium of Food Allergens, 3, 163-170.
190. Tanabe, S., Arai, S., & Yanagihara, Y. (2001). A major wheat allergen has a gln-gln-gln-pro-pro motiv identified as an IgE-binding epitope. Biochemical and Biophysical Research Communications, 219, 290-293.
191. Teuber, S.S., Brown, R.L., & Haapanen, L.A. (1997). Allergenicity of gourmet nut oils processed by different methods. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 99, 502-507.
192. Theler, B., Brockow, K., & Ballmer-Weber, B. K. (2009). Clinical presentation and diagnosis of meat allergy in Switzerland and Southern Germany. Swiss Medical Weekly, 139(17-18), 264-270.
193. Tikk, K., Lindahl, G., Karlsson, A.H., & Andersen, H.J. (2008). The significance of diet, slaughter weight and aging time on pork colour and colour stability. Meat Science, 79, 806–816
194. Trafiałek, J., & Przybylski, W. (2011). analysis of risk exposure to carcinogenic diseases from pork meat. Fleischwirtschaft, 4.
195. Ustawa z dnia 16 grudnia 2005 r. o produktach pochodzenia zwierzęcego, tekst jednolity Dz.U. 2017 poz. 242
196. Viana, E.S., Gomide, L.A.M., & Vanetti, M.C.D. (2005). Effect of modified atmospheres on microbiological, color and sensory properties of refrigerated pork. Meat Science, 71, 696-705.
197. Wal, J.M. (1998a). Cow's milk allergens. Allergy, 53, 1013-1022.
198. Wal, J.M. (1998b). Immunochemical and molecular characterization of milk allergens. Allergy, 53, 114-117.
199. Wal, J.M. (2004). Bovine milk allergenicity. Ann Allergy Asthma Immunology 93(5 Suppl 3), S2-11.
200. Walsh, H.M. & Kery, J.P. (2002). Meat Packaging. [W] Kerry, J., Kerry, J., & Ledward, D. (red.): Meat Processing. Improving quality. CRC Press.
201. Warriss, P. D., Brown, S. N., Knowles, T. G., Edwards, J. E., Kettlewell, P. J., & Guise, H. J. (1998). The effect of stocking density in transit on the carcass quality and welfare of slaughter pigs: 2. Results from the analysis of blood and meat samples. Meat Science, 50, 447–456.
202. Werfel, S. J., Cooke, S. K., & Sampson, H. A. (1997). Clinical reactivity to beef in children allergic to cow's milk. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 99(3), 293-300.
203. Wilkinson, B.H.P., Janz, J.A.M., Morel, P.C.H., Purchas, R.W., & Hendriks, W.H. (2006). The effect of modified atmosphere packaging with carbon monoxide on the storage quality of master-packaged fresh pork. Meat Science, 73, 605-610.
204. Wilson, S. Blaschek, K., & de Mejia E. (2005). Allergenic proteins in soybean: processing and reduction of P34 allergenicity. Nutrition Reviews, 63, 47-58.
205. Wojtyła-Buciora, P. & Marcinkowski, J.T. (2010). Szacowanie ryzyka zdrowotnego wynikającego z występowania przekroczeń parametrów chemicznych w wodzie przeznaczonej do spożycia. Problemy Higieny i Epidemiologii, 91, 137-142.
206. World Health Organisation/International Union of Immunological Societies. (2017). Allergen Nomenclature Sub-Committee. http://www.allergen.org/.
207. World Health Organization. (2015). WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. http://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/ferg/en/
208. Yamamoto, T., Kanda, T., Nishihara, Y., Ooshima, T., & Saito, Y. (2009). Correlation study among oxygen permeability, molecular mobility, and amorphous structure change of poly (ethylene-vinylalcohol copolymers) by moisture. Journal of Polymer Science, 47, 1181-1191.
209. Yman, I. M., Eriksson, A., Everitt, G., Yman, L., & Karlsson, T. (1994). Analysis of food proteins for verification of contamination or mislabelling. Food and Agricultural Immunology, 6(2), 167-172.
210. Zhou, G.H., Xu, X.L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat – A review. Meat Science, 86, 119-128.
211. Zielińska, D., & Przybylski W. (2013). Jakość produktu a pracownik. Polskie Mięso, 8, 18-20.
212. Zintegrowany System Rolniczej Informacji Rynkowej. (2016). Rynek wieprzowiny. http://www.minrol.gov.pl/Rynki-rolne/Zintegrowany-System-Rolniczej-Informacji-Rynkowej/Biuletyny-Informacyjne/Rynek-wieprzowiny.

Egzemplarz bezpłatny

POLSKI ZWIĄZEK HODOWCÓW I PRODUCENTÓW TRZODY CHLEWNEJ
POLSUS

Sfinansowano ze środków
Funduszu Promocji Mięsa Wieprzowego

KRIR

Polskie Mięso

UPEMI

STOWARZYSZENIE 1922 RZEŹNIKÓW I WĘDLINIARZY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

RZEMIOSŁO Związek Rzemiosła Polskiego

KRAJOWY ZWIĄZEK GRUP PRODUCENTÓW ROLNYCH

FEDERACJA BRANŻOWYCH ZWIĄZKÓW PRODUCENTÓW ROLNYCH

CNMA