

UNIwersytet WarMińsko - Mazurski w Olsztynie

Wydział Nauki o Żywności

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności



**„CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE SKŁAD KWASÓW
TŁUSZCZOWYCH I WYBRANYCH KSENOBIOTYKÓW
W TŁUSZCZU MIĘSA RYB SŁODKOWODNYCH”**

JAROSŁAW PAROL

Praca dysercyjny na stopień
doktora nauk ekonomicznych
w zakresie Towaroznawstwa
Wydział Towaroznawstwa
Uniwersytetu Ekonomicznego
w Poznaniu

Promotor: prof. dr hab. Stefan Smoczyński

OLSZTYN - POZNAŃ 2010

Panu prof. dr hab. Stefanowi Smoczyńskiemu za współpracę, pomoc i cenne wskazówki udzielone w czasie realizacji poniższej pracy składam serdeczne podziękowania.

Niniejszą pracę dedykuję

MAMIE

SPIS TREŚCI

	strona
1. Wstęp.....	7
2. Zagadnienia w świetle piśmiennictwa.....	9
2.1. Rynek ryb i przetworów rybnych w Polsce.....	9
2.1.1. Systematyka produktów przetwórstwa rybnego.....	9
2.1.2. Spożycie ryb i przetworów rybnych w Polsce na przestrzeni ostatnich lat ze szczególnym uwzględnieniem pstrąga tęczowego.....	11
2.1.3. Produkcja, import oraz eksport ryb i przetworów rybnych w Polsce w ostatnich latach ze szczególnym uwzględnieniem pstrąga z akwakultury.....	14
2.1.4. Charakterystyka polskiego rynku przetwórstwa rybnego.....	19
2.2. Charakterystyka wybranych substancji chemicznych występujących w rybach.....	24
2.2.1. Skład chemiczny mięsa ryb.....	24
2.2.2. Kwasy tłuszczowe obecne w tłuszczu ryb i ich właściwości.....	29
2.2.3. Chemiczne potencjalnie szkodliwe substancje obce występujące w tłuszczu mięsa ryb.....	31
2.2.3.1. Insektycydy chloroorganiczne DDT, DDE, DDD i γ -HCH – analiza chemiczno-toksykologiczna oraz występowanie.....	32
2.2.3.2. Polichlorowane bifenyleny (PCB) – analiza chemiczno- toksykologiczna i występowanie.....	36
2.2.3.3. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) – analiza chemiczno-toksykologiczna i występowanie.....	41
3. Hipoteza badań i cele pracy.....	44
4. Część doświadczalna.....	46
4.1. Przebieg doświadczenia.....	46
4.2. Materiał badany.....	47
4.2.1. Ryby świeże.....	47
4.2.2. Ryby mrożone.....	47
4.2.3. Ryby wędzone.....	47
4.3. Metody analityczne.....	48

4.3.1.	Oznaczanie zawartości i składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mięsa ryb objętych doświadczeniem.....	48
4.3.1.1.	Oznaczanie zawartości tłuszczu.....	48
4.3.1.2.	Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych.....	48
4.3.1.2.1.	Wydzielenie tłuszczu i przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.....	48
4.3.1.2.2.	Chromatograficzny rozdział estrów metylowych kwasów tłuszczowych.....	49
4.3.2.	Oznaczanie zawartości insektycydów chloroorganicznych (DDT, DDE, DDD i γ -HCH) oraz polichlorowanych bifenyli.....	49
4.3.2.1.	Wydzielenie tłuszczu z badanych próbek mięsa ryb.....	49
4.3.2.2.	Wyodrębnianie insektycydów chloroorganicznych z tłuszczu.....	50
4.3.2.3.	Chromatograficzny rozdział, identyfikacja i ilościowe oznaczanie insektycydów chloroorganicznych.....	50
4.3.2.4.	Oznaczanie zawartości polichlorowanych bifenyli.....	50
4.3.2.4.1.	Przygotowanie ekstraktów insektycydowych do oznaczania polichlorowanych bifenyli.....	50
4.3.2.4.2.	Chromatograficzny rozdział, identyfikacja oraz ilościowe oznaczanie polichlorowanych bifenyli.....	51
4.3.3.	Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.....	51
4.3.3.1.	Przygotowanie próbek do badań WWA.....	51
4.3.3.2.	Chromatograficzny rozdział, identyfikacja i ilościowe oznaczanie wybranych WWA.....	52
4.4.	Metody statystyczne.....	52
5.	Wyniki i ich omówienie.....	54
5.1.	Skład kwasów tłuszczowych oraz zawartość insektycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenyli w tłuszczu mięsa pstrąga tęczowego z rynku olsztyńskiego (pozyskanego od różnych producentów).....	54
5.1.1.	Tłuszcz mięsa ryb świeżych objętych doświadczeniem.....	54
5.1.1.1.	Zawartość i skład kwasów tłuszczowych.....	54
5.1.1.2.	Zawartość insektycydów chloroorganicznych.....	58
5.1.1.3.	Zawartość polichlorowanych bifenyli.....	63
5.1.2.	Tłuszcz mięsa ryb mrożonych objętych doświadczeniem.....	66

5.1.2.1.	Zawartość i skład kwasów tłuszczowych.....	66
5.1.2.2.	Zawartość insektycydów chloroorganicznych.....	71
5.1.2.3.	Zawartość polichlorowanych bifenyli.....	75
5.1.3.	Tłuszcz mięsa ryb wędzonych objętych doświadczeniem.....	78
5.1.3.1.	Zawartość i skład kwasów tłuszczowych.....	78
5.1.3.2.	Zawartość insektycydów chloroorganicznych.....	87
5.1.3.3.	Zawartość polichlorowanych bifenyli.....	95
5.2.	Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w mięsie różnego asortymentu pstrąga tęczowego pozyskanego od różnych producentów.....	101
6.	Podsumowanie i wnioski.....	108
7.	Bibliografia.....	110
8.	Załączniki.....	117

1. WSTĘP

Obecna na niespotykaną dotychczas skalę intensyfikacja produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz dynamiczny rozwój gospodarki, którym towarzyszy coraz większe zanieczyszczenie środowiska naturalnego poprzez odpady, ścieki i nawożenie stosowane w nowoczesnym rolnictwie powoduje chemiczne skażenia gleby, wody i powietrza. Pozyskane z takiego środowiska surowce do produkcji żywności muszą więc siłą rzeczy zawierać substancje obce. Z tego właśnie powodu istnieje konieczność skrupulatnych i dogłębnych badań jakości tych produktów i ich przydatności jako surowców do produkcji żywności o wysokiej jakości zdrowotnej. Istotny, obok kontroli higienicznej tych produktów, staje się nadzór toksykologiczny, gdyż to właśnie chemiczne skażenia żywności stanowią największy problem nowoczesnej gospodarki żywnościowej.

Równie ważna jest ocena procesów przetwórczych, gdyż niewłaściwa technologia dodatkowo może wprowadzać lub powodować powstawanie w żywności związków szkodliwych, a nawet toksycznych. Substancje celowo dodawane do żywności muszą znajdować w badaniach potwierdzenie pełnego bezpieczeństwa produktów z ich zawartością. W dobie globalizacji i potrzeby transportu żywności na wielkie odległości dodatkowej kontroli wymaga technologia przechowywania surowców do produkcji żywności, jak również procesy przetwórcze, ponieważ w niewłaściwych warunkach poza rozwojem mikroflory, do produktów gotowych mogą przedostawać się związki szkodliwe dla zdrowia człowieka.

Do najbardziej szkodliwych, wymagających absolutnej identyfikacji związków należą metale ciężkie (ołów, kadm, rtęć, miedź, cynk), radionuklidy (jod, stront, cez), azotany i azotyny, insektycydy chloroorganiczne (DDD, DDE, DDT, γ -HCH), polichlorowane bifenyle (PCB), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), mikotoksyny oraz dioksyny.

W przypadku wyżej wymienionych związków bardzo ważne, oprócz jakościowej identyfikacji, jest ich ilościowe oznaczenie. Wiadomo bowiem, że do pewnego określonego poziomu zawartość większości tych substancji najprawdopodobniej nie stanowi zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka, gdyż funkcjonują w przyrodzie od zawsze, tak jak ich obecność w żywności. Wyjątkiem są insektycydy chloroorganiczne oraz polichlorowane bifenyle wprowadzone do środowiska przez człowieka w ostatnich latach i odnośnie tych substancji ilościowe

oznaczenie nabiera szczególnego znaczenia, ponieważ związki te kumulują się w organizmach żywych zgodnie z funkcjonowaniem łańcucha pokarmowego.

Badania jakości ryb nabiera dodatkowo szczególnego znaczenia, gdyż dieta w nie bogata zalecana jest wszystkim, a szczególnie: osobom starszym, z niedoczynnością układu krążenia, osobom z problemami układu pokarmowego, nerwowego oraz kobietom w ciąży. To właśnie tym produktom przypisuje się wspomaganie w zapobieganiu, a nawet leczeniu, niektórych schorzeń, jak również utrzymaniu zdrowej kondycji fizycznej i psychicznej. Ryby i produkty przetwórstwa rybnego, wykazują udokumentowane korzystne działanie na zdrowie człowieka, głównie poprzez obecne w lipidach wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz inne związki chemiczne będące naturalnym składnikiem ich mięsa, skóry i kości, dlatego też często określane są mianem żywności funkcjonalnej. Natomiast obecność obcych związków szkodliwych w mięsie ryb może nie tylko obniżać ich pozytywne oddziaływanie na organizm człowieka, lecz nawet dodatkowo go zatruwać.

O jakości zdrowotnej ryb i przetworów rybnych decyduje suma wszystkich składników chemicznych w nich obecnych. Substancje naturalnie występujące w mięsie ryb są dla organizmu człowieka niezbędne do właściwego funkcjonowania. Jednak zdarza się, że poprzez intensyfikację produkcji, zastosowane pasze, systemy nawietrzania, recyrkulacje wody czy jakość środowiska życia ryb (czystość pobieranej wody, basenów produkcyjnych, zastosowanych narzędzi odłowu) do mięsa przedostają się związki niepożądane lub nawet toksyczne dla człowieka. Sytuacja taka może mieć miejsce w przypadku intensywnego chowu, drugiej po karpniu najczęściej hodowanej na polskim rynku ryby, pstrąga tęczowego.

Zmiany zachodzące obecnie w produkcji ryb pozwalają na lepszą identyfikację potencjalnych błędów zagrażających bezpieczeństwu żywności tego pochodzenia. Dogłębne badania pasz stosowanych przy intensywnym chowie pozwalają na modyfikację składu chemicznego mięsa ryby, natomiast badania wód otwartych pozwalają na wykluczenie z gospodarowania obszarów połowowych o szczególnie wysokich stężeniach zanieczyszczeń.

Uzasadniona jest więc możliwość zmian jakościowych i ilościowych związków chemicznych obecnych w mięsie ryb. Główną uwagę należałoby zwrócić na rozpuszczalne w tłuszczach chlorowane węglowodory, polichlorowane bifenyle oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne.

2. ZAGADNIENIA W ŚWIETLE PIŚMIENICTWA

2.1. RYNEK RYB I PRZETWORÓW RYBNYCH W POLSCE

2.1.1. SYSTEMATYKA PRODUKTÓW PRZETWÓRSTWA RYBNEGO

Funkcjonującymi w słownictwie synonimami zagadnienia produkt są: wytwór, wyrób, towar, artykuł, fabrykat, przetwór, robota, surowiec, dobro, materiał, wyrób finalny.¹

Produktem według „Słownika Języka Polskiego” jest nie tylko dobro powstałe w procesie produkcji, ale jest nim również dzieło, wytwór, rezultat twórczości artystycznej, działalności społecznej, pracy umysłu. Wyrób natomiast to pojęcie zawężone, a mianowicie jest to przedmiot stanowiący końcowy produkt pracy rzemieślnika. Towarem nazywamy wytwór pracy ludzkiej zaspokajający jakąś potrzebę człowieka, produkowany na sprzedaż, mający wartość rzeczową i użytkową. Dobra to produkty lub usługi uzyskane dzięki nakładom pracy, służące zaspokajaniu ludzkich potrzeb.²

W naukach ekonomicznych produktem jest każda rzecz, zaspokajająca potrzeby i oczekiwania potencjalnych konsumentów, oferowana w procesie wymiany i wartościowana przez rynek docelowy ze względu na korzyści i satysfakcję, jakiej dostarcza, odnosi się zarówno do rzeczy fizycznych, jak również usług, miejsc, ludzi i idei. Produktem jest wszystko to, co można zaoferować na rynku w celu zwrócenia uwagi, nabycia, użytkowania lub konsumpcji i co może zaspokoić pragnienia lub potrzebę.³

W rachunkowości funkcjonują następujące pojęcia odnoszące się bezpośrednio do produktu (wyrobu, towaru): produkt gotowy, produkcja nie zakończona oraz towar. Produktem gotowym nazywamy wytworzone przez jednostkę produkty zakończone oraz usługi zaakceptowane przez kontrolę techniczną, przeznaczone do sprzedaży. Natomiast produkcją niezakończoną określamy wyroby lub usługi jeszcze niezakończone, wytworzone przez jednostkę, które w zależności od stopnia ich przetworzenia podczas procesu produkcji przybierają postać robót w toku

¹ Komputerowy Słownik Wyrazów Bliskoznacznych PWN 2002

² Komputerowy Słownik Języka Polskiego PWN 2002

³ „Zarządzanie produktem” Praca zbiorowa pod redakcją Bogdana Sojkina PWE 2003 s. 19

i półfabrykatów. Z kolei towary to wytworzone przez inne jednostki gospodarcze wyroby nabywane przez jednostkę i przeznaczone do odsprzedaży w niezmienionej postaci.⁴

Nauki towaroznawcze definiują produkt jako pojęcie czysto marketingowe, dopiero takie synonimy jak towar (wytwór pracy, efekt działalności produkcyjnej przeznaczony do sprzedaży) oraz wyrób (końcowy efekt określonego procesu produkcyjnego) mówią o istocie produktu.

Produkt przez przedsiębiorcę powinien być traktowany jako zespół cech i wartości oferowanych dla satysfakcjonującego zaspokajania potrzeb i pragnień w procesie doprowadzania do wymiany. W strukturze produktu można wyróżnić trzy poziomy produktu: istotę (rdzeń) produktu, postrzeganie produktu (produkt rzeczywisty) i korzyści dodatkowe (produkt poszerzony). Koncepcja poziomów produktu po raz pierwszy została przedstawiona przez T. Levitt'a w 1980 r. wyróżniając pięć poziomów produktu.⁵ W poziomie centralnym produktu mieści się jego istota, zwana także rdzeniem produktu. Składają się nań podstawowe korzyści, które konsument otrzymuje, nabywając dane dobro lub usługę, w przypadku przetworów rybnych jest to artykuł spożywczy. Z kolei cechy i elementy tworzące produkt rzeczywisty decydują o sile postrzegania produktu przez potencjalnych klientów, a także przez dostawców i konkurentów, wpływają na nią między innymi: cena, jakość, opakowanie, styl, marka, znak handlowy, kontakt z nabywcą, wygląd i zachowanie sprzedawców, materiał (surowiec), model, cecha. Obecnie obserwujemy kreowanie marki i pozytywnego postrzegania produktów rybnych. Trzeci poziom to produkt poszerzony (wzbogacony), czyli korzyści dodatkowe. Jego cechy i elementy tworzą warstwę otaczającą dwa poprzednie poziomy, a ich kompozycja i zakres w dużym stopniu decydują o przewadze konkurencyjnej na rynku i oferują klientom dodatkowe korzyści. Produkt poszerzony obejmuje te jego cechy, w których zakresie działania konkurencyjne firm są najbardziej widoczne, gdyż firmy robią wszystko, aby uczynić swój produkt bardziej atrakcyjnym dla klienta. Wybór produktu jest dokonywany przez klientów przede wszystkim z punktu widzenia korzyści, jakie są dołączane do jego istoty. Atrybutami produktów rybnych na tym poziomie są ich wartości zdrowotne (zawartość kwasów tłuszczowych

⁴ J. Matuszewicz, P. Matuszewicz, „Rachunkowość od podstaw” Finans Servis 1999 s. 19-20

⁵ „Leksykon marketingu”, Warszawa, Studio EMKA, 1997 s. 252-253

omega-3), niepowtarzalność (np. produkty regionalne), przedłużona trwałość (np. konserwy rybne), dostawa do domu, gwarancja jakości, instrukcje oraz uniwersalność.⁶

Podziałem produktów konsumpcyjnych jest również ich klasyfikacja z punktu widzenia zachowań konsumenta, która obejmuje produkty częstego zakupu, produkty wybieralne, produkty specjalne oraz produkty niepostrzegane.⁷

Biorąc pod uwagę różne klasyfikacje ryby i produkty przetwórstwa rybnego można zakwalifikować do nietrwałych konsumpcyjnych produktów częstego zakupu, zaspokajających potrzebę zdrowego jedzenia, przeznaczonych dla finalnego konsumenta do użytkowania osobistego, bądź zużytkowania w gospodarstwie domowym.

Podstawowy podział ryb oparty jest na rodzaju środowiska wodnego, w jakim żyją i są to ryby słodkowodne i słonowodne, choć oczywiście występują w naturze ryby dwuśrodowiskowe (np. węgorz). Również ze względu na zawartość tłuszczu w mięsie ryby dzielimy na chude, średniotłuste, tłuste i pełnotłuste. Natomiast podział produktów rybnych jest już zdecydowanie bardziej skomplikowany i obejmuje: ryby świeże, chłodzone i mrożone, ryby suszone, solone, wędzone (całe, patroszone, tusze, odgłowione, w kawałkach), paluszki rybne, wątróbki rybne, ikra, kawior, mączka rybna oraz bardzo szeroka gama produktów przetworzonych i zakonserwowanych. Pstrąg tęczowy jest rybą słodkowodną, średniotłustą, która jest oferowana na rynku głównie w formie: świeżej, patroszonej, wędzonej, mrożonej i filetów.

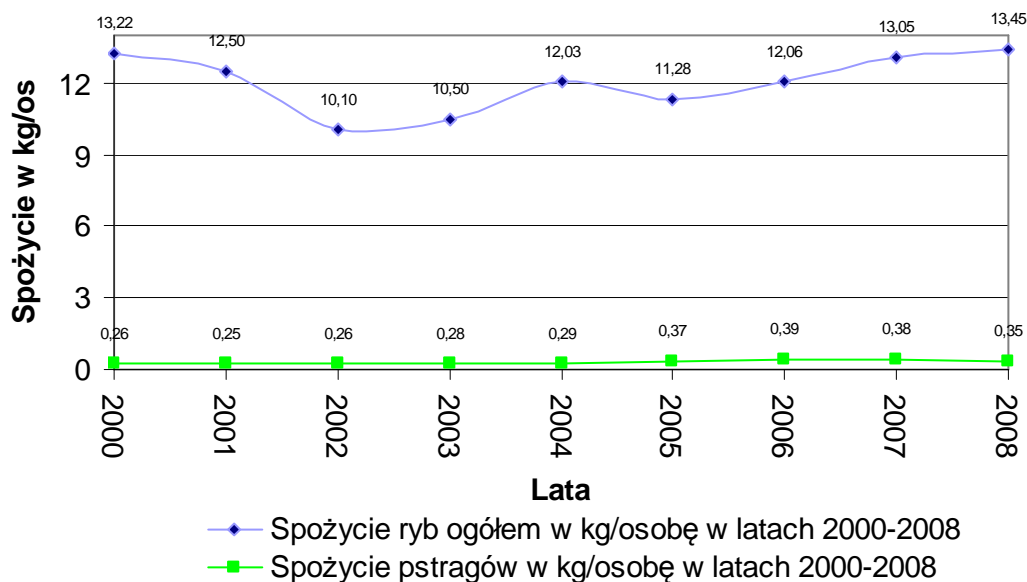
2.1.2. SPOŻYCIE RYB I PRZETWORÓW RYBNYCH W POLSCE NA PRZESTRZENI OSTATNICH LAT ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM PSTRĄGA TĘCZOWEGO

Średnie spożycie ryb, przetworów rybnych i owoców morza wyniosło w 2008 roku 13,45 kg (w żywej masie) na 1 mieszkańca Polski, z czego 0,35 kg przypada na spożycie pstrąga i jego przetworów. W strukturze spożycia dominują ryby morskie, które stanowią 69% ogółu spożycia. Dostawy na rynek krajowy przetworów rybnych określone na podstawie wielkości średniego spożycia ryb na 1 mieszkańca (bez połowów wędkarskich) szacuje się na około 286,5 tys. ton.

⁶ Sz. Figiel, W. Kozłowski, S. Pilarski, „Marketing w agrobiznesie. Marketing produktów spożywczych” tom I i II, wyd. Olsztyn UWM 2001 s. 88

⁷ Ph. Kotler „Marketing - podejście europejskie”, PWE 2002 s. 615 - 621

Badania ankietowe ujawniły, że blisko 75% Polaków chętnie konsumuje ryby wędzone (statystyczny Polak zjada ich rocznie 0,5 kg – około 4% całej konsumpcji ryb), z czego makrele stanowią 64% dostaw, szproty 18%, a łososie wędzone na zimno 13%.⁸



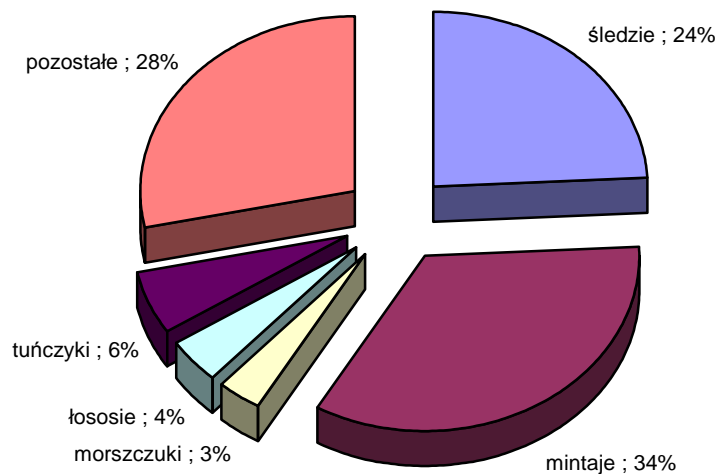
Rysunek 1. Spożycie ryb (w masie żywej ryby) w Polsce w latach 2000-2008 w kg/osobę

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Przemysł Spożywczy nr 6/2001 s. 3, J. Okrzesik „Przetwórstwo Rybne” Boss Gospodarka nr 4/2001, nr 27/2002, nr 41/2003, Morska Gospodarka Rybna w latach 2003-2008 Wyd. MIR

Na rysunkach numer 2 i 3 przedstawiono charakterystykę spożycia ryb w Polsce w roku 2008 z podziałem na poszczególne rodzaje ryb w procentach w przeliczeniu na kilogramy masy żywej na osobę. Na uwagę zasługuje fakt spożywania przez Polaków głównie ryb morskich (69% ogółu spożycia ryb), ryby słodkowodne stanowią dużo mniejszy udział w konsumpcji (29%) i są spożywane głównie w okresach świątecznych, konsumpcja egzotycznych owoców morza (krewetek i mięczaków) stanowi znikomy udział w ogólnym spożyciu ryb i przetworów rybnych (2%).

Do najczęściej spotykanych ryb morskich na polskich stołach należą śledzie i mintaje, stanowią one ponad połowę ryb morskich spożywanych przez Polaków. Wśród ryb słodkowodnych najpopularniejsza stała się w ostatnich latach (2005-2008) importowana głównie z Wietnamu hodowlana panga, której w roku 2008 sprowadzono do Polski ponad dwukrotnie więcej niż wynosi cała krajowa produkcja akwakultury. Spożycie pangi osiągnęło w 2008 roku zawrotne 2,62 kg na osobę, natomiast karpia jedyne 0,46 kg na osobę, a pstrąga 0,35 kg na osobę.

⁸ P. J. Bykowski „Szanse i zagrożenia dla polskiego przetwórstwa rybnego wynikające z akcesji do Unii Europejskiej” Magazyn Przemysłu Rybnego nr 3/2003 s. 24

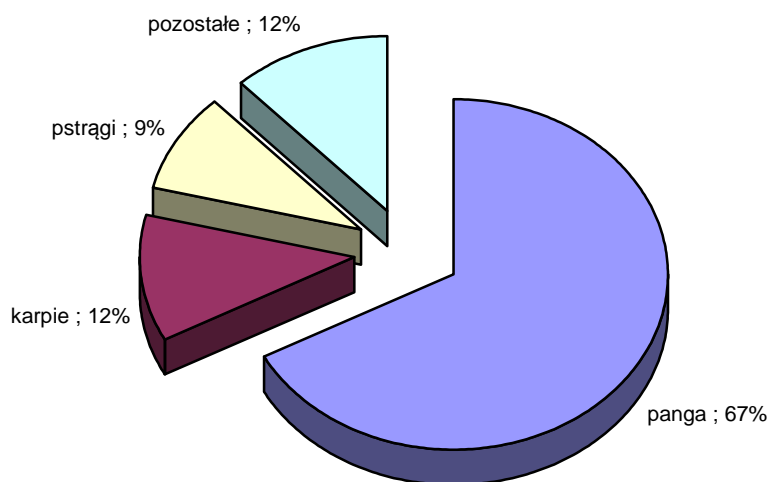


Rysunek 2. Struktura gatunkowa spożycia ryb morskich w ujęciu procentowym w Polsce w roku 2008

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MIR, IERiGŻ

W 2006 roku polscy konsumenci zjedli około 14,9 tys. ton pstrągów w wadze ryb złowionych, na co wydali około 285 mln zł (różnica pomiędzy kwotą wpływu do gospodarstw 160 mln zł, a kwotą zapłaconą przez konsumenta to wartość dodana handlu, gastronomii i przetwórstwa rybnego). Statystyczny Polak (po odjęciu z populacji najmniejszych dzieci oraz emigrantów) zjadł przez cały 2006 rok niewiele więcej niż jednego pstrąga (350 g), którego najpopularniejsze formy to ryby patroszone, świeże oraz świeże filety rybne. Produkty o dużym potencjale to z całą pewnością pstrąg wędzony, produkty mrożone oraz zapakowane porcje konsumenckie i dania gotowe, bazujące na pstrągu. Pstrągi są ulubioną rybą dla 10% konsumentów, przy czym szczególnie chętnie sięgają po nie osoby z wykształceniem wyższym (w tej grupie jest to ulubiona ryba aż 17,5% konsumentów). Daje to z jednej strony możliwość zwiększania konsumpcji poprzez kanały sklepów wielkopowierzchniowych w dużych miastach oraz przez sektor HoReCa, ale z drugiej strony powoduje duże zagrożenia ze strony innych ryb łososiowatych i gatunków „egzotycznych” (tilapia, labraks, dorada, tuńczyk) oraz skorupiaków i mięczaków.⁹

⁹ Raport numeru – Pstrąg – Rynek Rybny nr 10 (122)/2007 s. 3-4



Rysunek 3. Struktura gatunkowa spożycia ryb słodkowodnych w ujęciu procentowym w Polsce w roku 2008

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MIR, IERiGŻ

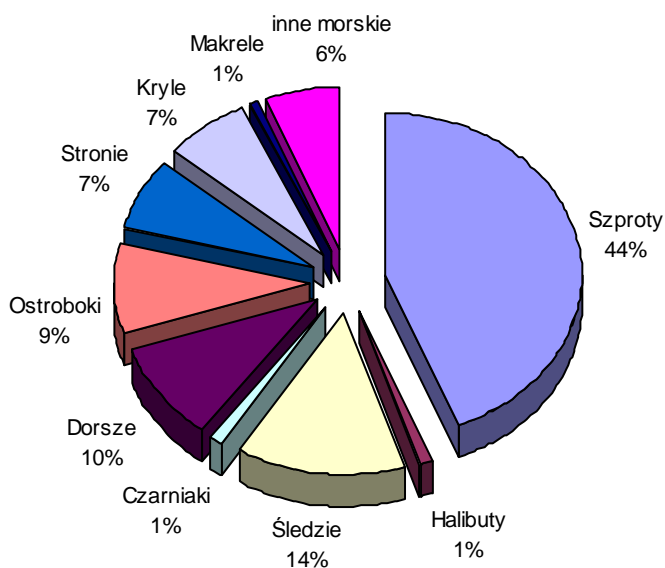
Polacy wciąż spożywają mało ryb, gdyż uważają je za drogie i nie przywiązują zbytnej wagi do racjonalnego żywienia. Wszystko jednak wskazuje na to, że to ryby w najbliższych latach staną się podstawą naszego zdrowego żywienia, podobnie zresztą jak jest w krajach zachodnich. Zgodnie ze światowymi trendami, zwiększy się zapotrzebowanie na ryby świeże, filety oraz dania gotowe. Pozytywny wpływ na rozwój sektora miała choroba wściekłych krów (BSE), pryszczycza, czy choroby drobiu oraz bardzo intensywne w ostatnich latach kampanie promujące spożywanie ryb oraz ich wartości odżywcze.

2.1.3. PRODUKCJA, IMPORT ORAZ EKSPORT RYB I PRZETWORÓW RYBNYCH W POLSCE W OSTATNICH LATACH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM PSTRĄGA Z AKWAKULTURY

W 2008 roku pozyskano 126,2 tys. ton. ryb z polskich połowów morskich, było to o 7,2 tys. ton mniej (5,4%) w porównaniu z rokiem 2007, połowy bałtyckie spadły o 13,2 tys. ton (12,2%) do poziomu 94,6 tys. ton, a dalekomorskie wzrosły o 5,9 tys. ton (23%) w porównaniu do roku ubiegłego. W strukturze gatunkowej połowów

dalekomorskich w 2008 roku dominowały ostroboki, (37,1% całości), a na drugie miejsce spadły kryle (26,7%). Mniejszą rolę odgrywały sardynki (9,5%), dorsze (6,7%), makrele (5,5%) halibuty (5%) i czarniaki (4,7%). W strukturze gatunkowej połowów bałtyckich dominowały szproty (58,6% udziału), następnie śledzie (18%), dorsze (10,7%) i stornie (9,6%). Połowy wszystkich głównych gatunków ryb były w 2008 roku niższe niż przed rokiem: szprotów o 4,7 tys. ton (7,8%), śledzi o 5,1 tys. ton (23,1%), dorszy o 0,9 tys. ton (8%) i storni o 1,6 tys. ton (15%). Połowy innych gatunków ryb również zmniejszyły się łącznie o 25%. Wśród nich połowy troci spadły o 73,7%, łososi o 52,5%, leszczy o 16,9%, płoci o 14,3%, okoni o 13,8% i sandaczy o 33,7%. Wyższe były tylko połowy turbotów o 21,7%, a połowy węgorzy utrzymały się na takim samym poziomie.

Reasumując wśród złowionych przez polskie rybołówstwo ryb i organizmów morskich największy udział miały w 2008 roku szproty (43,9%), kolejne miejsca zajęły połowy śledzi (13,5%), dorszy (9,7%), ostroboków (9,3%) i storni (7,2%). Zwiększył się w połowach udział kryli, z 5,9% w 2007 roku do 6,7%. Pięć głównych gatunków stanowiło razem 83,6% całkowitych połowów morskich (rysunek 4).



Rysunek 4. Polskie połowy morskie w roku 2008 według głównych gatunków

Źródło: Morska gospodarka rybna w 2008 roku. – Morski Instytut Rybacki w Gdyni, Zakład Ekonomiki Rybackiej 2008.

Polska akwakultura dostarcza na krajowy rynek od 32,8 do 35 tys. ton hodowlanych ryb słodkowodnych. Produkcja ta skupiona jest głównie wokół dwóch gatunków ryb: ciepłolubnego karpia oraz żyjącego w zimnej bieżącej wodzie pstrąga tęczowego. W naszym kraju jest około 600 podmiotów prowadzących chów i hodowlę ryb, z czego 200 specjalizuje się w produkcji pstrąga tęczowego.

Wielkość produkcji w przypadku pstrąga tęczowego uzależniona jest od wielu czynników, takich jak rodzaj i temperatura wody, wielkość i rozkład opadów czy choroby ryb. W latach 2006 – 2007 roczna produkcja pstrąga tęczowego przewyższyła produkcję karpia, jednak w roku 2008 zaobserwowano 9% spadek produkcji tej ryby (Tabela 1).

Produkcja ryb słodkowodnych w akwakulturze w tys. ton (bez materiału zarybieniowego)				
Rok	Karpie	Pstrągi	Pozostałe	Razem
2002	20,10	11,80	2,00	33,90
2003	19,50	13,50	1,93	35,00
2004	18,30	14,60	1,81	34,80
2005	18,30	15,70	2,04	36,10
2006	15,60	17,10	1,96	34,60
2007	15,50	16,60	2,00	35,00
2008	15,60	15,1	2,01	35,50

Tabela 1. Produkcja ryb słodkowodnych w akwakulturze w tys. ton w Polsce w latach 2002-2008

Źródło: Pstrągarstwo Hodowla, manipulacje genetyczne, zagadnienia prawne, ochrona zdrowia pod redakcją H. Kuźmińskiego, IRŚ Olsztyn 2006, dane IRŚ, Komunikaty Rybackie Nr 4(111)/2009 s.8-17

Większość gospodarstw prowadzących chów i hodowlę pstrąga tęczowego zlokalizowana jest w północnych rejonach naszego kraju, głównie na terenach zasobnych w czystą, bieżącą i zimną wodę rzek i potoków. W produkcji wykorzystuje się zarówno tradycyjne, jak i nowoczesne metody hodowli. Hodowla odbywa się zarówno w stawach ziemnych, betonowych, jak również w pojemnikach z tworzyw sztucznych wyposażonych w różne metody uzdatniania, napowietrzania czy recyrkulacji wody, a do karmienia wykorzystuje się specjalnie skomponowane granulowane pasze.

Produkcja pstrąga w roku 2008 wyniosła około 15,1 tys. ton i była niższa niż w roku ubiegłym. Powodem recesji w hodowli jest rosnący koszt utrzymania obiektów oraz koszty wytworzenia produktu końcowego. Również wymierne straty spowodował zakaz stosowania na którymkolwiek z etapów produkcji zieleni malachitowej (środku

bakteriobójczego), co automatycznie przełożyło się na większą śmiertelność, zarówno wśród wylęgu, narybku, jak i ryby handlowej. Największymi producentami pstrąga w Polsce są ZHP Zapora-Mylof o produkcji rzędu 816 ton rocznie, GR Łupawa 606 ton/rok, OHP Jeżyczki 535 ton/rok oraz PPH Aquamar 506 ton/rok.

Sprzedaż pstrągów w roku 2008 wyniosła łącznie 18092,5 ton, w tym 17116,1 ton ryby towarowej i 976,4 ton narybku. W stosunku do sprzedaży ryby towarowej w roku poprzednim (18289,7 ton) zmniejszyła się o 1173,6 ton (6,4% spadek). Ze sprzedanych 17116,1 ton ryby towarowej wyeksportowano łącznie 6605,9 ton (w tym 2799,5 ton w eksporcie bezpośrednim), co stanowi 38,6% ogólnej sprzedaży. W stosunku do roku poprzedniego eksport spadł jednak o 22,9%. Warto również zauważyć, że Polska jest w Unii Europejskiej drugim, zaraz po Danii, producentem pstrąga wędzonego o wolumenie produkcji sięgającym 4,5 tys. ton rocznie, co stanowi 28% produkcji pstrąga wędzonego w całej Wspólnocie Europejskiej.¹⁰ W 2006 roku Polska wyeksportowała około 3 tys. ton produktów z pstrągów, co odpowiadało 6,21 tys. ton ryb żywych. Zdecydowaną większość eksportu (90%) stanowią wędzone pstrągi eksportowane do Niemiec, eksport ten przyniósł 130 mln zł przychodów. Około 33% eksportu stanowił reeksport sprowadzonych do Polski pstrągów zagranicznych, w tym pstrągów z Ameryki Południowej. Sygnalizuje się jednak znaczący spadek importu surowca pstrągowego, co może wskazywać na nastawienie się przetwórców na surowiec krajowy, a to być może spowoduje zmniejszenie podaży tego surowca na rynek krajowy.¹¹ Właśnie w 2009 roku spadek podaży spowodował wzrost ceny jednostkowej kilograma świeżej ryby, co spowodowało zwiększenie optymizmu hodowców i ożywienie w tym sektorze.

W porównaniu z rokiem 2007 odnotowano znaczny wzrost ilości pozyskanej ikry pstrąga do 30090 litrów w 2008 roku. Po raz pierwszy wykazano eksport ikry pstrąga tęczowego na kawior (z 300 ton samic pozyskano gonady o masie 29 ton), które w specjalnych pojemnikach i odpowiednich warunkach zostały przetransportowane do Japonii, co stanowi ciekawy kierunek w gospodarce pstrąkowej.¹²

Import do Polski pstrągów tęczowych prowadzony jest głównie na potrzeby przetwórstwa. W 2008 roku sprowadzono do polski 318 ton pstrągów żywych, 11 ton pstrągów świeżych (spadek o 210 ton w stosunku do 2007 roku), 1800 ton pstrągów

¹⁰ „Liderzy w wędzeniu pstrąga i łososia” Magazyn Przemysłu Rybnego nr 6 (72)/2009 s. 6

¹¹ Raport numeru – Pstrąg – Rynek Rybny nr 10 (122)/2007 s. 3-4

¹² Bontemps S. „Analiza produkcji i sprzedaży pstrągów tęczowych w 2008 r.” Komunikaty Rybackie Nr 4(111)/2009 s.8-17,

mrożonych (300 ton mniej niż w 2007 roku) oraz 48 ton mrożonych filetów z pstrąga, co stanowiło około 12% ogółu podaży (w kilogramach świeżej ryby).¹³

Wartość światowej hodowli pstrąga, której wielkość przekracza 560 tys. ton rocznie, szacowana jest na 500 milionów dolarów. Największym eksporterem pstrągów na świecie w roku 2005 było Chile, które wyeksportowało 47 tys. ton pstrąga o rynkowej wartości 179 mln USD, stanowiło to aż 47,7% globalnego eksportu pstrąga. Głównymi odbiorcami były Stany Zjednoczone, Japonia oraz Unia Europejska. Na drugim miejscu wśród producentów i eksporterów znalazła się Norwegia. Z tego kraju wyeksportowano 27,5 tys. ton pstrąga, co wygenerowało przychód na poziomie 124 mln USD i 32,9% udziale w światowym eksporcie pstrąga.¹⁴

W 2008 roku przywieziono do Polski 417,6 tys. ton ryb, o 10,7% więcej niż rok wcześniej, natomiast wzrost wartościowy był znacznie większy i wyniósł 25,6%. W imporcie dominowały (249,7 tys. ton) surowce oraz półprodukty rybne przeznaczone do dalszego przetworzenia. W odniesieniu do roku 2007 wzrósł import surowców rybnych ilościowo o 4,7%, wartościowo o 19,3%, a import ryb świeżych wartościowo wzrósł o 36,8%. Podobną dynamiką wzrostu wartości (niemal 40%) zanotowano w przypadku ryb przetworzonych i konserwowanych oraz przetworzonych mięczaków i bezkręgowców. Głównym krajem, z którego importowano przede wszystkim surowce rybne była Norwegia, ale największą dynamikę wzrostu miał import z Hiszpanii, który wartościowo i ilościowo był ponad dwukrotnie większy niż w roku 2007, również wartościowo o 80% wzrósł import z USA, a o 40% z Danii i Niemiec. Z krajów azjatyckich (Chiny, Wietnam) zaimportowano łącznie 21,4% całego importu.

W strukturze gatunkowej importu w roku 2008 dominowały śledzie i łososie, tych drugich zaimportowaliśmy o 18,5% więcej niż w roku 2007, a śledzi tyle samo. W ujęciu wartościowym łososie stanowiły 31% całego importu, śledzie tylko 13%.

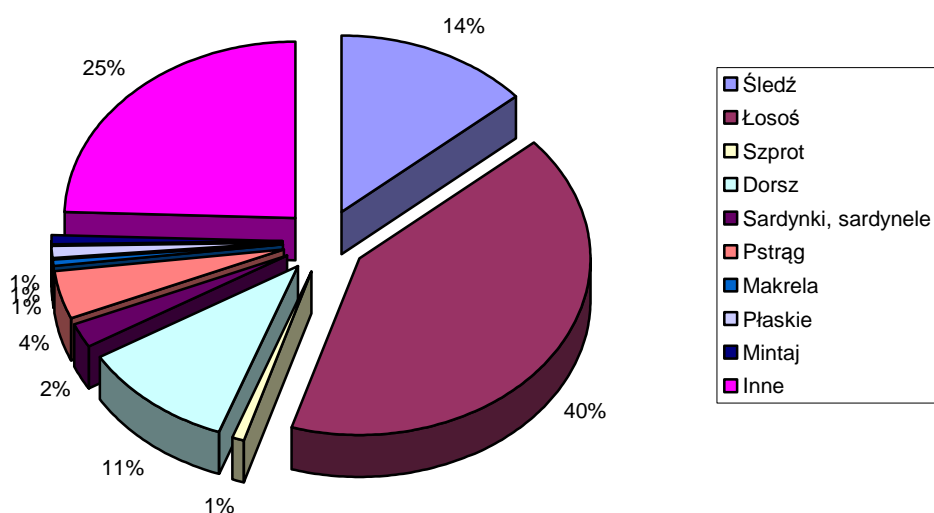
Eksport ryb wyniósł w 2008 roku 257,3 tys. ton (wzrost o 5,7%), a jego wartość osiągnęła 204,7 mln USD (wzrost o 21,2%). Największą dynamikę wzrostu ilości eksportu zanotowały ryby mrożone oraz konserwy i marynaty, natomiast największy spadek odnotowały ryby świeże. W strukturze wartości eksportu dominującą rolę odgrywają ryby wędzone (34,5%), głównie łosoś i pstrąg, wyprzedzając konserwy

¹³ „Krajowa produkcja i rynek pstrąga” – Magazyn Przemysłu Rybnego nr 5(71)/2009 s. 19

¹⁴ Aguirre G. „Produkcja i eksport pstrąga w Chile, Peru i Norwegii” Magazyn Przemysłu Rybnego Nr 5/2007 s. 46-47

i marynaty (30,5%). Analizując wyłącznie eksport ryb wędzonych, w ujęciu ilościowym łosoś stanowił 85% ogółu eksportu, natomiast wędzony pstrąg 10,5%.¹⁵

W strukturze gatunkowej eksportu w ujęciu wartościowym pierwsze miejsce zajął łosoś (478,6 mln USD), kolejnym gatunkiem był śledź (160,6 mln USD), następnie dorsz (126,9 mln USD) oraz pstrąg (51,5 mln USD).



Rysunek 5. Struktura gatunkowa eksportu ryb z Polski w 2008 r. w ujęciu wartościowym w procentach

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MIR

W porównaniu z rokiem poprzednim rok 2008 przyniósł pogorszenie się bilansu handlu zagranicznego rybami, gdyż przyrost wartości importu był o 24,6% wyższy od przyrostu wartości eksportu. Ujemne saldo wymiany handlowej w 2008 roku wyniosło 81,5 mln USD i było aż o 50,3 mln USD gorsze niż rok wcześniej.¹⁶

2.1.4. CHARAKTERYSTYKA POLSKIEGO RYNKU PRZETWÓRSTWA RYBNEGO

W 2009 roku liczba zakładów przetwórstwa rybnego uprawnionych do wprowadzania swoich wyrobów na rynek Unii Europejskiej sięgała 246, z czego 142 zakłady znajdowały się w regionie nadmorskim (województwo Pomorskie i Zachodniopomorskie), 20 na Warmii i Mazurach, 21 w Wielkopolsce, po 11 na Mazowszu i Śląsku.

¹⁵ Kulikowski T. „Polskie dobro eksportowe: ryby wędzone” Magazyn Przemysłu Rybnego Nr 2 (68)/2009 s. 27

¹⁶ „Morska Gospodarka Rybna w 2008 r.” MIR Gdynia czerwiec 2009

Zaobserwowano bardzo dużą dynamikę wzrostu, podwojenie w stosunku do roku 2007, ilości zakładów przetwórczych dopuszczonych do sprzedaży przetworów rybnych na rynki lokalne w kraju. W 2008 roku funkcjonowało 112 takich zakładów zajmujących się głównie sprzedażą ryb świeżych i żywych, jak również wędzeniem i soleniem ryb.

W sektorze rybnym prace znajduje około 26 tys. osób, z czego w przetwórstwie ryb zatrudnionych jest około 17 tysięcy ludzi.

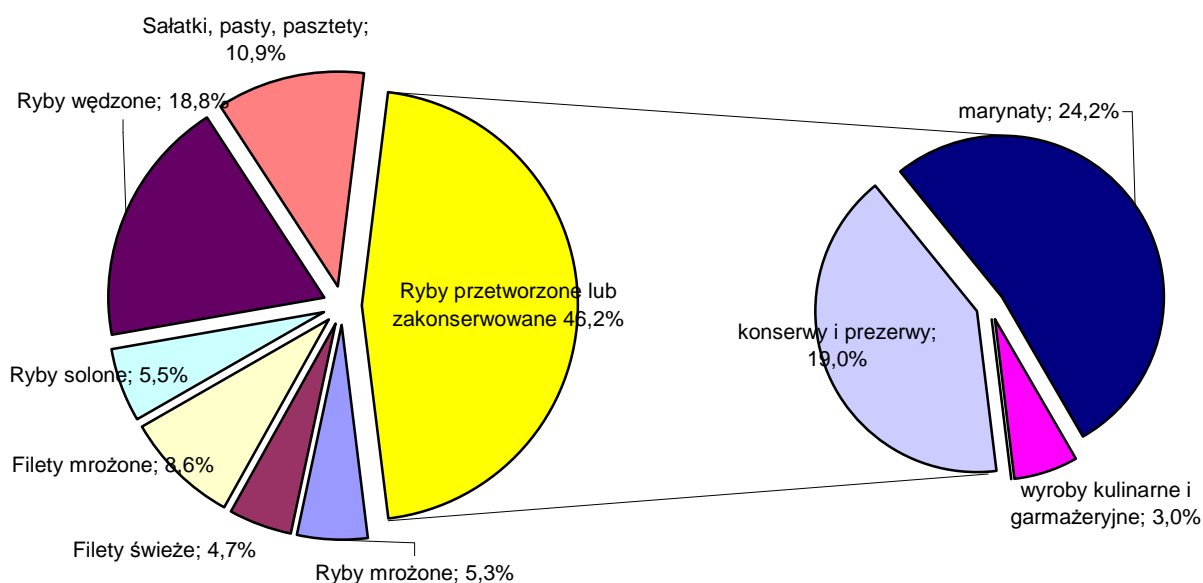


Rysunek 6. Rozmieszczenie zakładów przetwórstwa rybnego w Polsce w 2008 roku dopuszczonych do wprowadzania swoich produktów na teren UE oraz zakładów zakwalifikowanych do sprzedaży bezpośredniej na rynki lokalne (liczba w nawiasie).

Źródło: opracowanie na podstawie danych MIR

Wielkość całkowitej produkcji wyrobów konsumpcyjnych dużych przetwórnictwa rybnych, zatrudniających 50 pracowników i więcej w 2008 roku wyniosła 271,4 tys. ton (spadek o 1,1 tys. ton, czyli o 0,4% w stosunku do 2007 roku). Odnotowano natomiast duże zmiany w wielkości produkcji poszczególnego asortymentu w stosunku do roku 2007, a mianowicie spadek produkcji filetów mrożonych o 52,3% a ryb solonych o

5,2%, natomiast największy ilościowy wzrost do 51 tys. ton (o 13%) dotyczył produkcji ryb wędzonych. Szacuje się, że w 2008 roku całkowita wielkość produkcji przetwórstwa rybnego w Polsce wyniosła około 345 tys. ton wyrobów konsumpcyjnych, co w porównaniu z rokiem poprzednim oznaczałoby spadek o 1,4%. Wzrosła natomiast w granicach 8% wartość produkcji finalnej, którą oszacowano na około 4,6 mld zł.



Rysunek 7. Struktura produkcji przetwórstwa rybnego wg wyrobów w zakładach zatrudniających powyżej 49 osób w 2008 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MIR

Polski rynek przetworów rybnych w przypadku produktów nisko przetworzonych (ryby świeże, patroszone, solone czy wędzone) jest silnie rozdrobniony, natomiast produkty wysoko przetworzone (konserwy, marynaty, mrożone ryby i dania z ryb) są domeną kilku największych przetwórców. Do wiodących firm tego sektora zalicza się: Wilbo (Neptun), Lisner, Rieber Foods (Delecta), Graal (razem z Superfish) oraz Łosoś. Znaczący udział w rynku mają również mniejsze firmy takie jak Frosta, Seko, Polarica, Dega, Proryb.

Graal S.A. z Wejherowa jest obecnie najbardziej ekspansywną spółką w branży rybnej. Przejęła udziały w firmach Polinord, Syrena Rogal, a ostatnio nawet Superfish

oraz rozpoczęła budowę linii technologicznej tuńczyka. Konserwy są sprzedawane pod kilkoma markami między innymi: „Graal”, „Black Rose” oraz „Meg”.

Wilbo S.A. skupia się na produkcji i sprzedaży konserw rybnych i mięsnych, owoców morza oraz wysoko przetworzonych ryb mrożonych. Główne marki konserw to: „Neptun” – najbardziej rozpoznawalna marka w Polsce wśród konserw rybnych oraz „Taaka Ryba”. Wilbo produkuje też konserwy dla sieci handlowych pod markami własnymi.

Do wiodących firm działających w segmencie produkcji marynat i przetworów rybnych należy Lisner. Obecnie zakład ten wchodzi w skład brytyjskiego koncernu Uniq plc. Lisner produkuje przetwory rybne w nowoczesnej fabryce w Poznaniu. Konsekwentne pozycjonowanie pozwoliło zbudować silną pozycję marki na rynku przetworów rybnych ze śledzia, jako produktów wysokiej jakości, do których konsumenci mają duże zaufanie. Warto dodać, że znajomość marki Lisner jest najwyższa wśród wszystkich marek produktów rybnych. Firma uzyskała w Polsce w 2007 roku 30% udziału w rynku przetworów rybnych (sama marka Lisner 24,5% rynku). Jednocześnie firma zapewniła sobie pozycję lidera na rynku past rybnych (73%, marka wiodąca Pastella osiągnęła 56%). W sektorze sałatek firma kontroluje około 14% polskiego rynku. Poznański Lisner sprzedał w 2007 roku przetwory rybne o wartości około 290 mln, dodatkowe 100 mln zł uzyskał ze sprzedaży past i sałatek.¹⁷

Kolejnym dostawcą konserw na rynek krajowy jest spółka Rieber Foods Polska S.A., posiadająca zakład produkcyjny w Gniewinie. Najistotniejszy jest dla tej firmy rynek eksportowy, choć w Polsce dostarcza 1/4 krajowego spożycia konserw. Specjalizacją zakładu są konserwy produkowane ze szprotów norweskich. Na polskim rynku koncern lokuje 8% całej sprzedaży. Dwie podstawowe marki to „King Oskar” i „Big Fish”. Sprzedaż konserw rybnych King Oscar w Polsce wzrosła w 2006 roku o 4% w stosunku do sprzedaży w roku 2005, a mimo to jej udział w rynku konserw rybnych w Polsce spadł z 15% do 13% w 2006 roku.

Przetwórstwo Ryb Łosoś z Włynkówka koło Słupska od czasu przeniesienia produkcji z Ustki do nowoczesnego zakładu na terenie słupskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej, dynamicznie zwiększa produkcję. W 2008 roku firma zwiększyła o 12% sprzedaż krajową oraz o 10% eksport w porównaniu z rokiem poprzednim.

¹⁷ „Lisner deklaruje ponad 30% udział w rynku ryb” Magazyn Przemysłu Rybnego 4(64)/2008 s. 6

W 2007 roku przedsiębiorstwo Łosoś wprowadziło na rynek krajowy konserwy o wartości 45,5 mln zł.

Rynek konserw rybnych w Polsce stanowi około 20% rynku produktów rybnych i rozwija się w tempie 2-4% rocznie. Charakteryzuje się on dużym nasyceniem, silną konkurencją oraz koncentracją produkcji. Cztery największe spółki: Wilbo (Neptun), Graal, Rieber Foods oraz Łosoś kontrolują około 60% dostaw na rynek wewnętrzny.^{18 19}

Akcesja Polski do Unii Europejskiej pozwoliła na ekspansję naszych bardzo nowoczesnych zakładów wędzarniczych na rynki wspólnotowe. Staliśmy się jednym z ważniejszych centrów wędzenia ryb w Europie, głównie za sprawą rosnącej produkcji ryb łososiowatych oraz przeznaczonego na eksport węgorza.

Około 75 - 80% polskiego eksportu ryb wędzonych realizuje sześć największych firm tego sektora: Morpol (Lider na rynku Unii Europejskiej z produkcją ponad 10 tys. ton ryb wędzonych), Suempol (przychody w 2007 roku przekroczyły 160 mln zł), Koral (produkcja łososia wędzonego na poziomie 1,6 tys. ton), Excelsior Delikatesy (wyspecjalizowany producent wędzonego pstrąga - 900 ton w 2007 roku, który całość produkcji przeznacza na eksport), Ternaeben-PL i Pommernfisch (produkcja węgorza i pstrąga tradycyjnymi metodami).

Pozostała część eksportu ryb wędzonych (20%) przypada na producentów, dla których rynek krajowy jest głównym rynkiem zbytu, a produkcja obejmuje przede wszystkim gatunki takie jak makrele i szprot, wyjątkiem jest Almar lider krajowego rynku łososia wędzonego.

Na krajowym rynku funkcjonuje kilku głównych producentów ryb wędzonych, których roczna produkcja przekracza 1 tys. ton, zajmują się one głównie wędzeniem makreli (tuszki, filety), choć w ich produkcji z roku na rok zwiększa się udział wędzonego na zimno i gorąco łososia. Przedsiębiorstwo Kari jest liderem krajowego rynku makreli wędzonej, a jego produkcja zbliża się do 2,8 tys. ton, natomiast przychody ze sprzedaży ryb wędzonych osiągnęły 25 mln zł. Firma SoNa, której oferta ryb wędzonych (głównie makrele, łosoś, pstrąg, halibut i węgorz) znana jest od 18 lat na rynku krajowym, uzyskała w 2007 roku ponad 26 mln zł ze sprzedaży ryb wędzonych. Seamor International Ltd. to firma, która obok ryb mrożonych sprzedaje bardzo bogaty asortyment ryb wędzonych, a wielkość jej produkcji zbliża się do 1,8 tys. ton ryb

¹⁸ Kulikowski T. „Rynek konserw rybnych w Polsce na przełomie lat 2007/2008” – Magazyn Przemysłu Rybnego Nr 1 (61) 2008 s. 19

¹⁹ „Rynek Ryb. Stan i perspektywy” Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Warszawa 2005

wędzonych rocznie. Kolejne duże przedsiębiorstwo na tym rynku to Proryb, firma, która kojarzona jest (oprócz cenionych marynat rybnych) głównie z produkcją wędzonej makreli, oferuje bardzo bogaty asortyment ryb wędzonych. Rafa jest lokalnym liderem produkcji ryb wędzonych z Władysławowa, oferujący obok ryb krajowych (łosoś bałtycki, śledź) także klasyczny asortyment pozostałych ryb wędzonych na gorąco (łosoś hodowlany, halibut, ryba maślana, makrela). Firma wraz ze sprzedażą ryb świeżych i mrożonych uzyskała w 2006 roku ponad 28,8 mln zł przychodów. Warto również wymienić firmę Ryb-Hand, która oferuje zróżnicowany asortyment produktów rybnych oraz jest dużym producentem ryb wędzonych (1,9 tys. ton w 2006 roku). Big Fish to spółka z Katowic, która dostarcza, głównie na rynek regionalny około 1 tys. ton ryb wędzonych, w tym duże ilości makreli i szprota.

Rosnąca siła nabywcza polskich konsumentów to dobry znak dla wędzonych produktów delikatesowych takich jak łosoś, węgorz, halibut, czy pstrąg. Pozostałe produkty wędzone (makrela, szprot) powinny sprzedawać się dość stabilnie. Koncentracja handlu i rosnąca pozycja sklepów dyskontowych to zdecydowanie zła informacja dla małych oraz średnich producentów, którzy nie są w stanie wytrzymać wymagań logistycznych i finansowych dużych sieci²⁰.

2.2. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH SUBSTANCJI CHEMICZNYCH WYSTĘPUJĄCYCH W RYBACH

2.2.1. SKŁAD CHEMICZNY MIĘSA RYB

Wartość energetyczna produktów rybnych, z wyjątkiem ryb bardzo tłustych, jest niższa niż innych produktów pochodzenia zwierzęcego (mięsa zwierząt rzeźnych, drobiu), gdyż zawierają więcej wody i mniej białek tkanki łącznej. Nieduża zawartość kolagenu i śladowe ilości elastyny sprawiają, że mięso ryb jest strawne w 97% i szybciej uzyskuje gotowość kulinarną. Porcja 100 g ryby, w zależności czy jest to ryba chuda (np. szczupak) czy tłusta (np. węgorz), może w dużym stopniu pokryć dzienne zapotrzebowanie człowieka na składniki odżywcze. Produkty rybne mają niską wartość energetyczną, gdyż zależy ona praktycznie od zawartości lipidów i jest względnie stała w grupie ryb chudych i bezkręgowców, a najbardziej waha się w grupie tłustych ryb

²⁰ Kulikowski T. „Rynek ryb wędzonych – wzrost w eksporcie i na papierze?” – Magazyn Przemysłu Rybnego Nr 2 (62)/2008 s. 23-26

morskich. Przykładem może być wartość energetyczna 100 g fileta z dorsza, która wynosi 75 kcal, a śledzia waha się od 80 do 280 kcal, ponieważ wykazuje on duże zmiany sezonowe zawartości lipidów w mięsie (od 3 do 20%). Porcja 100 g ryby dostarcza od 1 do około 300 kcal.²¹

Podstawowy skład chemiczny mięsa ryb:

- 63-78% wody (w rybach morskich nawet do 93%),
- 15-19% białka,
- 1-20% tłuszczu (lipidy),
- 0,1% sacharydów (głównie glikogen).

Wahania zawartości lipidów zależą od gatunku i czynników biologicznych. Pod względem zawartości tłuszczu w mięsie, wyróżniamy cztery grupy ryb (tabela 2).²²

Zawartość lipidów w mięsie ryb chudych jest stosunkowo stała, gdyż ryby te magazynują je głównie w wątrobie, zaś w mięsie ryb tłustych, które magazynują lipidy pod skórą i w mięśniach „czerwonych”, ich zawartość ulega dużym wahaniom w zależności od okresu połowu. Głównym składnikiem tłuszczu ryb tłustych są triacyloglicerole, natomiast ryb chudych fosfolipidy.²³

Kategoria	Zawartość lipidów, %	Typowe gatunki
Chude	0,2-2	dorsz, łupacz, czarniak, witlinek, morszczuk, mintaj, błękitek
Średniotłuste	2-7	płastugi, troć, pstrąg, tuńczyk
Tłuste	7-15	śledź, szprot, sardynka, makrela, ostrobok, łosoś, karp
Bardzo tłuste	Ponad 15	węgorz, gromadnik

Tabela 2. Podział ryb ze względu na zawartość tłuszczu w mięsie

Źródło: Z. E. Sikorski Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie właściwości i przetwarzanie WN-T Warszawa 2004 s. 76

Kolejnym składnikiem mięsa ryb są sterole, głównie cholesterol, jednakże ryby średnio zawierają go od kilku do kilkudziesięciu razy mniej niż żółtko jaja czy masło. Należy jednak w tym miejscu zwrócić szczególną uwagę na niektóre skorupiaki

²¹ A. Kołakowska, E. Kołakowski „Szczególne właściwości żywieniowe ryb” Przemysł spożywczy nr 6/2001 s. 10-13

²² Sikorki Z. E. „Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie” WNT 2004 s. 62

²³ Brzozowska E. „Ryby – wartość odżywcza i przydatność kulinarna.” Przemysł Spożywczy 7/1998 s. 37-38

i mięczaki, jak na przykład ostryga czy kalmar, które zawierają bardzo duże ilości cholesterolu.²⁴

Zawartość białka w mięsie ryb jest zbliżona do mięsa zwierząt rzeźnych czy drobiu. Ze względu na jego udział w mięsie wyróżniamy cztery grupy ryb: 10%, 10-15%, 15-20%, ponad 20% zawartości białka. Ilość białka w mięsie ryb ulega wahaniom w rocznym cyklu dojrzewania i odżywiania ryb. Produkty rybne są najlepszym źródłem białka spośród produktów pochodzenia zwierzęcego, gdyż wraz z niewielką ilością energii dostarczają dużo białka. Informuje o tym wskaźnik jakości żywieniowej (INQ), który dla ryb i ich przetworów wynosi 7,61 i jest wyższy niż jaj oraz dwukrotnie wyższy niż produktów mięsnych i mleczarskich.²⁵

Skład aminokwasowy białka mięsa ryb jest bardzo korzystny z punktu widzenia żywieniowego i charakteryzuje się wysoką wartością ich wykorzystania, nawet w postaci przetworów. Zawiera wszystkie niezbędne aminokwasy w ilościach nawet przekraczających zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia. Białko ryb z powodzeniem może być wykorzystane do uzupełniania składu białek mniej wartościowych, np. roślinnych.²⁶

Dość często w mięśniach ryb występuje tauryna, w mięśniach białych w ilości kilkudziesięciu miligramów na 100 g mięśni, a w mięśniach czerwonych, sercu i wątrobie nawet do 1g na 100 g produktu.

Produkty rybne zawierają przeciętnie tyle samo witamin ile mięso zwierząt lądowych. Tłuste ryby wyróżniają się dużą zawartością witaminy grupy A (średnio około 60% A₁ i 40% A₂) oraz witaminy D. Mięso tych ryb zawiera średnio 40 µg/100 g witaminy A i 15 µg/100 g witaminy D. Wskaźnik INQ witaminy D w przypadku popularnych ryb tłustych: śledzia, szprota, makreli i łososia wynosi średnio 38. Wątroba ryb zawiera o wiele więcej witamin niż ich mięso (100 g wątroby dorsza zawiera 10-15 mg witaminy A i około 200 µg witaminy D). Kilkakrotnie bogatsza w witaminy niż mięso jest ikra ryb. W przypadku ikry dorsza zawartość witaminy A waha się w granicach 100-200 µg, a witaminy D w ilości 60-100 µg. Oleje z wątrób rybich (trany) są tak bogate w witaminę A (1,8-90 mg/100 g) i witaminę D (1,5-15 mg/100 g), że często są stosowane jako preparaty lecznicze.

²⁴ Bieniarz K., Kordas M.: „Kwasy tłuszczowe i cholesterol w mięsie ryb” Komunikaty Rybackie 6/2000 s.25-29

²⁵ Czerwińska D. „Samo zdrowie.” Przegląd Gastronomiczny 7/2003 s.10-11

²⁶ Sikorki Z. E. „Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie” WNT 2004 s. 65

Również zawartość witamin grupy B i organicznie związanego z nią kobaltu pozytywnie wyróżnia mięso ryb, gdyż kobalt w tej formie jest łatwo przyswajalny. Mięso ryb zawiera czterokrotnie więcej witamin grupy B niż wołowina i 5 razy więcej niż wieprzowina. Porcja 25-50 g mięsa ryb morskich i 100-200 g mięsa ryb słodkowodnych w pełni pokrywa dzienne zapotrzebowanie na witaminy grupy B.

Średnia zawartość niacyny (wit. B₃), kwasu pantotenowego (wit. B₅), pirydoksyny (wit. B₆), ryboflawiny (wit. B₂), tiaminy (wit. B₁) i cyjanokobalaminy (wit. B₁₂) w mięsie ryb tłustych wynosi odpowiednio: 6,3; 0,65; 0,57; 0,22, 0,11 i 0,01-0,35 mg/100 g, a w mięsie ryb chudych odpowiednio: 3,1; 0,26; 0,17; 0,01 i 0,05 mg/100 g. Różnica ta wynika z obecności w rybach tłustych dużej ilości mięśni ciemnych, które zawierają kilka razy więcej (2,5 mg/100 g) witamin grupy B (z wyjątkiem niacyny) niż mięśnie jasne (0,5 mg/100 g).^{27 28}

Ryby dostarczają człowiekowi znaczne ilości makro- i mikroelementów, a pod względem zawartości niektórych składników mineralnych znacznie przewyższają inne surowce mięsne i roślinne. Zawartość wapnia w częściach jadalnych ryb świeżych nie jest zbyt duża (5-42 mg/100 g mięsa), gdyż około 99% wapnia i większość fosforu występuje w kościach w postaci soli nieorganicznych. Z tego powodu najczęściej wapnia zawierają konserwy z drobnych ryb całych (szprot, sardynka) oraz marynaty i ryby solone. Pod względem zawartości fosforu mięso ryb przewyższa wołowinę i wieprzowinę o około 15%, w 100 g fileta znajduje się około 370-750 mg fosforu. Średnio w 100 g mięsa ryb znajduje się 100-300 mg siarki, 60-250 mg chloru, 280-400 mg potasu, 70-110 mg sodu, 25-30 mg magnezu i 0,5-1,2 mg żelaza.

Wszelkie zwierzęta morskie są jednym z najlepszych źródeł jodu, selenu, fluoru, cynku, miedzi i manganu. Zawartość jodu w filetach ryb morskich kształtuje się w zakresie 12-92 µg/100 g, średnio 30 µg/100 g, a w krewetkach średnio 90 µg/100 g, podczas gdy w wołowinie nie przekracza 5 µg/100 g. Skóra ryb zawiera prawie dwukrotnie więcej jodu niż tkanka mięśniowa. Bardzo bogatym źródłem jodu jest również olej z wątrób rybich (tran), chociaż ryby tłuste (np. śledź) zawierają 2-3 razy mniej jodu niż ryby chude (np. dorsz). Zawartość jodu w mięsie ryb słodkowodnych jest 5-10 razy mniejsza niż w mięsie ryb morskich. Zawartość selenu w rybach waha się od 10 do 35 µg/100 g i średnio wynosi 25 µg/100 g. Ryby są ważnym źródłem selenu

²⁷ Kołakowska A., Kołakowski E. „Szczególne właściwości żywieniowe ryb” Przemysł spożywczy nr 6/2001 s. 10-13

²⁸ Sikorki Z. E. „Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie” WNT 2004 s. 74, 82-86

w diecie człowieka, ponieważ mięso zwierząt rzeźnych zawiera go znacznie mniej (wołowina 2-5 µg/100 g). Również dzięki wysokiej zawartości fluoru, ryby i inne zwierzęta wodne mogą stanowić dobre źródło uzupełnienia niedoborów tego pierwiastka w rejonach, gdzie jego stężenie w wodzie lub glebie jest zbyt małe. Fluor zlokalizowany jest głównie w kościach i skórze, więc filety bez skóry zawierają go stosunkowo mało. Mięso ryb zawiera od 0,7 do 21,5 mg fluoru na 1 kg s.m., przy czym mięso ryb morskich zawiera więcej tego pierwiastka niż mięso ryb słodkowodnych. Z innych mikroelementów na uwagę zasługują mangan, którego zawartość w 100 g mięsa ryb wynosi do 0,4 mg, miedź 0,1-3,3 mg oraz cynk 0,8-1,9 mg.^{29 30 31 32}

Porcja 100 g surowego fileta z pstrąga tęczowego dostarcza energii w ilości 136 kcal, a w jego skład wchodzi 72 g wody, 19 g białka, 1,4 g sacharydów, 1,3 g popiołu oraz 6,06 g tłuszczów, wśród których 2824 mg to wielonienasycone kwasy tłuszczowe (omega-3 1718 mg w tym 369 mg EPA i 776 mg DHA, omega-6 1026 mg). Udział nasyconych kwasów tłuszczowych w lipidach pstrąga kształtuje się na poziomie 20%, jednonienasyconych na poziomie 46%, a wielonienasycone stanowią 34% ogółu kwasów tłuszczowych. Porcja 100 g mięsa pstrąga tęczowego zawiera średnio następujące ilości mikroelementy: 34 mg sodu oraz 398 mg potasu, 11,4 mg wapnia i 27,1 mg magnezu, 0,34 mg żelaza, mniej niż 0,1 mg miedzi i manganu, cynku 0,38 mg, fosforu 184 mg, jodu 12 µg, a seleniu 9 µg. Mięso pstrąga zawiera również witaminy (średnio na 100 g) - witamina A (17,1 µg), E (2,44 mg), D (5,25 µg), B₁ (0,13 mg), B₂ (0,1 mg), B₅ (1,59 mg), B₆ (0,38 mg), witamina PP (5,8 mg) oraz B₁₂ (2,5 µg)^{33 34 35 36}

Skład chemiczny 100 g pstrąga wędzonego jest następujący: 23,34 g stanowią białka, 6,06 g lipidy, woda to 68,28%, popiół 2,71 g, chlorek sodu 1,84 g. Porcja ta dostarcza energii w ilości 146,8 kcal. Wśród mikro- i makroelementów obecnych w pstrągu wędzonym na uwagę zasługują (w 100 g produktu): wapń 46,2 mg, fosfor 246,5 mg, magnez 35,7 mg, potas 418 mg, cynk 0,67 mg, żelazo 0,44 mg, fluor 0,32 mg,

²⁹ Kołakowska A., Kołakowski E. „Szczególne właściwości żywieniowe ryb” Przemysł spożywczy nr 6/2001 s. 10-13

³⁰ Czerwińska D. „Samo zdrowie”. Przegląd Gastronomiczny 7/2003 s.10-11

³¹ „Towaroznawstwo. Produkty spożywcze”, red. A. Lempka PWE 1985 s. 410-411

³² „Towaroznawstwo żywności przetworzonej” red. F. Świdorski SGGW 2003 s. 247

³³ Guziur J., Wiśniewska A. „Panga (nareszcie) na cenzurowanym” Magazyn Przemysłu Rybnego nr 6(72)/2009

³⁴ Cieśla M. „Czy każda ryba dobrze wpływa na wszystko? Prozdrowotne walory najbardziej popularnych ryb pochodzących z akwakultury.” Magazyn Przemysłu Rybnego nr 3(69)/2009 s. 7

³⁵ Nutritional contents of aquatic products project - www.nutraqua.com

³⁶ „Żywienie człowieka. Podstawy Nauki o żywieniu” red. J. Gawęcki. L. Hryniewiecki PWN 2000 s. 318

miedź 30,3 µg, chrom 14 µg, jod 975 µg, mangan 7,56 µg oraz selen 12,9 µg. Dodatkowo w 100 g produktu obecne są witaminy: A₁ 28 µg, D₃ 5,9 µg oraz E w ilości 1330 µg.³⁷

2.2.2. KWASY TŁUSZCZOWE OBECNE W TŁUSZCZU RYB I ICH WŁAŚCIWOŚCI

Lipidy rybne odróżniają się wyraźnie od lipidów zwierząt lądowych składem kwasów tłuszczowych. Ogólna zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych (saturated fatty acids SFA) w tłuszczu ryb kształtuje się na poziomie 24-38 %, monoenowych (monoenoic fatty acids MFA) 21-42 % i polienowych (polienoic fatty acids PEFA) 26-45%. Ryby chude zawierają większy procent kwasów polienowych, a ryby tłuste kwasów monoenowych. Charakterystyczną cechą lipidów rybnych jest obecność w nich długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych, a głównie kwasu eikozapentaenowego 20:5 (EPA), dokozaheksaenowego 22:6 (DHA) i występującego w niewielkich ilościach kwasu dokozapentaenowego 22:5 (DPA).³⁸ Zawartość LC PEFA zależy od gatunku ryby i szeregu czynników biologicznych, najwięcej jest ich w lipidach ryb morskich, zwłaszcza zimniejszych wód, mniej w słodkowodnych, a najmniej w rybach hodowlanych. Postęp w akwakulturze pozwala obecnie na znaczną poprawę składu kwasów tłuszczowych na drodze żywieniowej. Przykładem może być pasza dla łososi, która zawiera mniej składników pochodzenia morskiego, a mimo to ryby nią karmione zawierają porównywalne, wysokie zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (EPA, DHA), co ryby karmione standardową paszą zawierającą jako główny składnik mączkę rybną.³⁹ Dodatkowo uważa się, że największy wpływ na wartość żywieniową ryb hodowlanych mają: temperatura i skład wody, w której żyją, przestrzeń życiowa, stres, jakiemu są poddawane oraz dostarczane pożywienie.⁴⁰ W przypadku kwasów EPA i DHA w rybach słodkowodnych największą zawartością względną w tłuszczu charakteryzują się ryby drapieżne, takie jak sandacz, szczupak,

³⁷ Usydus Z., Szlinder-Richert J., Polak-Juszczak L., Komar K., Adamczyk M., Malesa-Cieciewicz M., Ruczynska W. "Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants" *Chemosphere* 74 (2009) 1420-1428

³⁸ Kołakowska A., Olley J., Dunstan G.A.: Fish lipids. In: *Chemical and functional properties of food lipids*. Ed. Z. E. Sikorski, A. Kołakowska. Boca Raton, CRC Press 2002, s. 224

³⁹ "Salmon yield more fish protein than they consume." *Eurofish magazine* nr 6/2008 s.53-55

⁴⁰ Barrado E., Jimenez F., Prieto F., Nuevo C. „The use of fatty-acid profiles of the lipids of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to differentiate tissue and dietary feed" *Food chemistry* 81 (2003) s. 13-20

sieja, czy miętus. Jednak to węgorz, sum i pstrąg zawierają ich najwięcej w 100 g, analizując bezwzględną zawartość tych kwasów tłuszczowych w porcji.^{41 42}

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe dzielą się na dwie grupy omega-3 i omega-6 odgrywające bardzo ważną rolę w rozwoju i prawidłowym funkcjonowaniu naszego organizmu. Do grupy omega-3 zalicza się obecne w rybach EPA, DHA i DPA. Kwas eikozapentaenowy jako składnik fosfolipidów błon komórkowych jest materiałem do syntezy eikozanoidów, które biorą udział w sygnalizacji międzykomórkowej, pełniąc role regulacyjne. Wpływają one na pracę układu sercowo-naczyniowego, ciśnienie krwi, tworzenie się skrzepów wewnątrz naczyń krwionośnych, stężenie tłuszczu we krwi, proliferację komórek, czynności hormonów i neuroprzekaźników. Jednak eikozanoidy powstające z kwasów omega-6 na drodze cyklooksygenacji i lipooksygenacji mają działanie często odwrotne, a nawet szkodliwe. Ważna jest więc odpowiednia proporcja między kwasami omega-3 i omega-6, których pożądany stosunek w żywieniu powinien wynosić około 1:4-5. Polacy spożywają bardzo dużo kwasów omega-6 (szczególnie w margarynach, olejach roślinnych oraz mięsie zwierząt rzeźnych), stąd też niezbędne jest uzupełnianie naszej diety w produkty rybne bogate w kwasy omega-3. Kolejnym pozytywnym oddziaływaniem kwasów omega-3 jest hamowanie rozwoju niektórych nowotworów i cukrzycy typu II, niwelowanie reakcji zapalnych i alergicznych, regulowanie funkcjonowania centralnego układu nerwowego oraz przeciwdziałanie przedwczesnym porodom i depresji.^{43 44 45}

Przeprowadzone w Hiszpanii badania profilu kwasów tłuszczowych surowego pstrąga tęczowego nie wykazały statystycznie istotnych różnic w stosunku do wieku ryby. Wszelkie zanotowane różnice w ilości i składzie kwasów tłuszczowych obecnych w pstrągach wynikały z ich pochodzenia, obiektu hodowlanego, z których każdy różnił się rodzajem podawanego rybom pożywienia.⁴⁶

Tłuszcze ryb mrożonych utleniają się wskutek autooksydacji oraz w wyniku reakcji enzymatycznych, a ich stopień i szybkość zależą od zawartości oraz składu

⁴¹ Bienkiewicz G., Domiszewski Z., Kuszyński T. „Ryby słodkowodne jako źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT.” *Magazyn przemysłu rybnego* nr 3 (63)/2008 s. 58-59

⁴² Bieniarz K., Kordas M. „Kwasy tłuszczowe i cholesterol w mięsie ryb.” *Komunikaty Rybackie* 6/2000 s. 25-29

⁴³ Kołakowska A., Olley J., Dunstan G.A.: Fish lipids. In: *Chemical and functional properties of food lipids*. Ed. Z. E. Sikorski, A. Kołakowska. Boca Raton, CRC Press 2002, s. 249-251

⁴⁴ Usydus Z., Kanderska J. „Konsery rybne jako źródło nienasyconych kwasów tłuszczowych” *Wiadomości Rybackie* 9-10(06) s.7

⁴⁵ Arens U.: “Fish and heart disease” *Coronary Health Care* (1997) 1, s. 79-82

⁴⁶ Barrado E., Jimenez F., Prieto F., Nuevo C. „The use of fatty-acid profiles of the lipids of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to differentiate tissue and dietary feed” *Food chemistry* 81 (2003) s. 13-20

lipidów w tkankach, od stanu odżywienia ryb przed połowem, w tym ilości antyoksydantów pobranych przez ryby wraz z pożywieniem, od świeżości surowca, od sposobu obróbki przed mrożeniem, od skuteczności zabezpieczenia przed sublimacją lodu i dostępem powietrza oraz od temperatury przechowywania. Uważa się, że dodatek karotenoidów do paszy ryb hodowlanych (również do paszy pstrąga tęczowego dla uzyskania różowego koloru mięsa) może hamować utlenianie lipidów.⁴⁷

W czasie wędzenia największy wpływ na lipidy ryb ma temperatura tego procesu. Wędzenie ryb na zimno trwa nawet kilkadziesiąt godzin, jednak temperatura kształtuje się na poziomie 20-30°C. Wędzenie ryb na gorąco trwa krócej (3-5h), lecz temperatura tego procesu osiąga nawet 100°C. Wiadomo również, że wysoka temperatura przyspiesza hydrolizę i utlenianie lipidów, choć zawartość kwasów tłuszczowych n-3 PEFA w tuńczyku nie zmieniła się w trakcie ogrzewania do 65°C (w najgrubszej części) przez okres 90 minut. Stwierdzono również, że suszenie oraz smażenie nie wpływa na zmniejszenie zawartości kwasów EPA i DHA w tłuszczu ryb.⁴⁸

2.2.3. CHEMICZNE POTENCJALNIE SZKODLIWE SUBSTANCJE OBCE WYSTĘPUJĄCE W TŁUSZCZU MIĘSA RYB

Poważnym problemem w trosce o utrzymanie bezpieczeństwa zdrowotnego organizmów wodnych staje się chemiczne, przemysłowe zanieczyszczenie wód, które naruszając panujące stosunki pomiędzy środowiskiem wodnym a rybami wpływa na wszystkie etapy ich cyklu życia, powodując zmianę fizycznych i chemicznych właściwości wody, jak również wywiera bezpośrednie działanie na ichtiofaunę. Niektóre związki chloroorganiczne (np. DDT) oraz polichlorowane bifenyle pomimo wycofania z użytku nadal „krążą” w środowisku kumulując się w rybach drapieżnych, starszych i tłustych, wskutek funkcjonowania łańcucha pokarmowego, przy czym odkładają się głównie w wątrobie i tkance tłuszczowej.⁴⁹

⁴⁷ Mortensen A., Skibsted L.H.: “Antioxidant activity of carotenoids in muscle food. In: Antioxidants in muscle food. Nutritional strategies to improve quality.” Eds. E. Kecker, C. Faustman, C.J. Lopez-Bote. New York, Wiley Interscience 2000 s. 357-388

⁴⁸ Sikorki Z. E. „Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie” WNT 2004 s. 179

⁴⁹ W. I. Łukjanienko „Toksykologia ryb” PWRiL 1974 s. 16-17

2.2.3.1. INSEKTYCYDY CHLOROORGANICZNE DDT, DDE, DDD I γ -HCH – ANALIZA CHEMICZNO-TOKSYKOLOGICZNA ORAZ WYSTĘPOWANIE

Insektocydy chloroorganiczne to grupa związków (węglowodorów chlorowanych) używanych do niszczenia owadów, szkodników upraw rolnych i leśnych, insektów w akcjach sanitarnych ludzi i zwierząt oraz dezynsekcji budynków. Charakterystyczną cechą tych związków jest ich trwałość w środowisku (czas rozkładu w 95% γ -HCH to okres od 3 do 10 lat)⁵⁰. Bardzo trudno ulegają rozkładowi pod wpływem warunków atmosferycznych, biochemicznych oraz w organizmach żywych. Insektocydy chloroorganiczne różnią się budową i zawartością chloru w cząsteczce, a przez to właściwościami toksycznymi, fizycznymi i chemicznymi. Związki te są dobrze rozpuszczalne w lipidach, kumulują się w wątrobie, nerkach, mózgu i sercu, wykazując dużą odporność na czynniki detoksykacyjne.⁵¹

Dichlorodifenylotrichloroetan (DDT) został po raz pierwszy zsyntetyzowany w 1847 roku przez Zeidlera, jako związek krystalizujący w postaci trwałych igieł, bez smaku i zapachu, nierozpuszczalny w wodzie, trudno w alkoholu, dobrze rozpuszczalny w rozpuszczalnikach organicznych oraz w lipidach. Był szeroko stosowany w walce przeciw owadom przenoszącym choroby, jednak wysokie stężenia tego związku i jego metabolitów w tkankach ludzi i zwierząt na całym świecie (nawet tam gdzie nigdy nie był używany) oraz potwierdzone szkodliwe działanie na organizm człowieka spowodowały prawny zakaz stosowania DDT.⁵² Produktem odchlorowania DDT jest DDE (1,1-dichloro-2,2-di-(p-chlorofenylo)etylen), natomiast w wyniku redukcji i dehalogenacji z DDT powstaje DDD (1,1-dichloro-2,2-di-(p-chlorofenylo)etan). Przemiany te obserwowane są w czasie procesów technologicznych przy zastosowaniu wysokich temperatur (smażenie, pieczenie). W powierzchniowych warstwach gleby i wody zachodzi fotolityczny rozpad DDT do DDE, a w mniejszym stopniu do DDD.⁵³ W środowisku głównym produktem przemiany DDT jest DDE, która zachodzi pod wpływem enzymu dehydrochlororynazyny, drugim metabolitem jest DDD, który

⁵⁰ Dojlido J. „Chemia wód powierzchniowych” Białystok WEiŚ 1995 s. 56

⁵¹ Juszcak L. „Chemiczne zanieczyszczenia żywności i metody ich oznaczania” Laboratorium 3/2008 s. 41

⁵² Eichler W. „Trucizny w naszym pożywieniu” PZWL 1989 s. 38-39

⁵³ „Pestycydy w środowisku” red. White-Stevens R. PWRiL 1977 s. 195-200

powstaje dzięki drobnoustrojom wodnym. Wszystkie te związki rozpuszczają się w tłuszczach i są bardzo wolno wydalane z organizmu człowieka.⁵⁴

W Polsce preparaty zawierające DDT wycofano w 1976 roku, jednak sam DDT i jego metabolity stale krążą w środowisku i ulegają biokumulacji w poszczególnych ogniwach łańcucha pokarmowego. Jest to związek o dużej masie cząsteczkowej i niskiej prężności par, okres jego półtrwania w środowisku wynosi 60 lat, a w organizmie człowieka 7 lat. Podstawową drogą wchłaniania DDT do organizmu człowieka jest przewód pokarmowy, a tylko 5% przez drogi oddechowe i skórę.⁵⁵

Heksachlorocykloheksan (HCH) to mieszanina kilku izomerów przestrzennych, z których najbardziej toksyczny to γ -HCH (lindan), charakteryzuje się słabym aromatycznym zapachem, jest odporny na działanie ciepła, światła i utlenianie. Oznaczany był w glebie nawet po ponad 4 latach od zastosowania. Łatwo ulega degradacji w środowisku zasadowym (w glebach wapiennych), tworząc głównie 1,2,4-trichlorobenzen oraz chlorowodór.⁵⁶ W krajach UE stosowanie HCH jako pestycydu zawierającego poniżej 99% γ -HCH zakazano od 1981 roku, a całkowity zakaz stosowania γ -HCH jako substancji czynnej obowiązuje od 2002 roku. W Polsce zakaz stosowania lindanu wprowadzono w latach 1988-1990.⁵⁷

Uważa się, że związki te (lindan, DDT i jego metabolity) stanowią małe zagrożenie toksyczności ostrej, jednak charakteryzują się dużym zagrożeniem przewlekłym. To właśnie chlorowane węglowodory są przyczyną wielu zmian chorobowych u ludzi i zwierząt, choć jak dotąd nie udało się jednoznacznie stwierdzić, aby związki te skumulowane w tkance tłuszczowej wywierały wpływ teratogeny, mutageny czy kancerogeny. Zwraca się uwagę na prawdopodobne działanie DDT na poziomie molekularnym uszkodzające połączenia międzykomórkowe, które mogą prowadzić do utraty kontroli nad wzrostem i różnicowaniem się komórek. Stwierdzono, że DDT wywiera wpływ na szpik kostny, elementy morfotyczne krwi oraz układy odpornościowy i nerwowy. Mechanizm działania neurotoksycznego związany jest przypuszczalnie z regulacją hormonalną. Zdarza się, że zmienia elektrofizjologiczne i enzymatyczne właściwości błon komórkowych, komórek nerwowych, niszcząc

⁵⁴ Starek A. „Toksykologia związków chloroorganicznych w zarysie” Rocznik PZH 1996 (47) s.1-9

⁵⁵ Czaja K. „Aspekty toksykologiczne i aktualny stan narażenia populacji generalnej na DDT” Związki chloroorganiczne w środowisku i żywności. DDT obecny stan wiedzy. Konferencja Olsztyn 18 grudnia 1996 s. 3-4

⁵⁶ Smoczyński S., Amarowicz R. „Chemiczne skażenia żywności” WNT 1988 s. 87

⁵⁷ Niewiadowska A., Semeniuk S., Żmudzki J. „Pozostałości pestycydów w żywności pochodzenia zwierzęcego w latach 1997-2006 w Polsce” Medycyna weterynaryjna 2008, 64 (10)

receptory estrogenowe w układzie hormonalnym człowieka. Akceptowalne dzienne spożycie (ang. ADI) dla DDT (sumy metabolitów) wynosi 20 µg/kg m.c./dzień, a dla HCH (sumy izomerów) 8 µg/kg m.c./dzień.⁵⁸

Pestycydy stanowią grupę związków bardzo często występujących w wodach powierzchniowych i gruntowych. Największe stężenia tych związków obserwuje się w okresach wykonywania zabiegów agrochemicznych, jak również w czasie roztopów i spływu wód. Dodatkowo opady atmosferyczne mogą przenosić insektycydy na duże odległości od miejsc stosowania (stwierdzono obecność pestycydów na terenach okołobiegunowych). Również wszelkiego rodzaju umyślnie i przypadkowe skażenia wód wprowadzały pestycydy do środowiska wodnego. Zdarzało się więc, że w zlewniach terenów intensywnie wykorzystywanych rolniczo i zanieczyszczonych ściekami stężenia pestycydów w wodzie sięgały 7,895 µg DDT /litr, 1,282 µg DDE /litr, 1,765 µg DDD /litr, czy 6,016µg γ-HCH /litr. Jednak brak obecności pestycydów w wodzie nie musi świadczyć o czystości danego zbiornika, gdyż kumulują się one głównie w osadach dennych oraz organizmach wodnych, szczególnie ryby pobierają pozostałości pestycydów chloroorganicznych bezpośrednio z wody w trakcie procesu oddychania oraz z pożywieniem.⁵⁹ Woda rzek nieznacznie zanieczyszczonych zawierała średnio 0,06 mg/l DDT, kiedy osady denne zawierały aż 900 mg/kg DDT.⁶⁰ W latach 80-tych XX wieku w ogrodzie zoologicznym w Los Angeles padły wszystkie mewy i większość kormoranów, sekcje zwłok tych ptaków ujawniły zabójcze stężenia DDT w wątrobie i mózgu. DDT wykryto w głównym pożywieniu tych ptaków, rybach, złowionych w okolicy Palos-Verbes. W odległości 20 km od niego wypływały ścieki już od 6 lat wolne od DDT, lecz skażone wcześniej osady denne stale oddawały truciznę rydom. W ten oto sposób nawet dziś konsument może być narażony na DDT pobierany z produktami przetwórstwa rybnego. Ryby, szczególnie drapieżne, są najbardziej podatne na intensywne wzbogacanie ich organizmów w insektycydy chloroorganiczne na drodze funkcjonowania łańcucha pokarmowego. Jeżeli zostanie oznaczony ślad insektycydu w wodzie, to w planktonie następuje dziesięciokrotna jego kumulacja („10x”), pięćdziesięciokrotne wzbogacenie w kielżach („50x”), w drobnych rybach

⁵⁸ Czaja K. „Aspekty toksykologiczne i aktualny stan narażenia populacji generalnej na DDT” Związki chloroorganiczne w środowisku i żywności. DDT obecny stan wiedzy. Konferencja Olsztyn 18 grudnia 1996 s. 5-6

⁵⁹ Sahagun A. M., Teran M. T., Garcia J.J., Sierra M., Fernandez N., Diez M. J. „Organochlorine Pesticide Residues in Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*, taken from four fish farms in Spain” Bull. Environ. Contam. Toxicol (1997) 58:779-786

⁶⁰ Żelechowska A., Makowski Z. „Monitoring pestycydów w wodach powierzchniowych” Warszawa Biblioteka Monitoringu Środowiska 1993

pięciokrotne („5x”), a w rybach drapieżnych dwukrotne wzbogacenie („2x”), co razem oznacza 5000 razy więcej insektycydu w dużych rybach drapieżnych niż obserwowany jego ślad w wodzie.⁶¹ W środowisku jeziora Michigan mokra masa przydenne mułu zawierała DDT w ilości 0,014 µg/litr, w skorupiakach żerujących przy dnie 0,41 µg/kg, w rybach (węgorzyca, jaź) 3-6 µg/kg, a w tkance tłuszczowej rybożernych mew przekraczało 2400 µg/kg.⁶²

W tłuszczu węgorza i szprota pozyskanych z Zatoki Puckiej i na bliskich łowiskach Morza Bałtyckiego stwierdzono 2 mg/kg DDT, wątroba dorsza zawierała od 8,4 do 34 mg/kg, a tran od 6 do 20 mg/kg DDT. Badania prowadzone w 1981 roku wykazały obecność 20 mg/kg γ -HCH oraz 120 mg/kg Σ DDT w tkance mięśniowej śledzi pozyskanych z Bałtyku, również mięso szprota bałtyckiego zawierało 20 mg/kg γ -HCH oraz 110 mg/kg Σ DDT. Dodatkowo wykrywano pozostałości DDT i PCB w paszach produkowanych z dodatkiem mączki rybnej, a takie pasze używa się do karmienia pstrąga tęczowego w intensywnym tuczu.⁶³ Mięśnie ryb z zalewu szczecińskiego w 1996 roku zawierały średnio 1,5-2,0 ng/g lindanu i 3,5-15,3 ng/g Σ DDT.⁶⁴ Ryby badane w 1992 roku w Grenlandii zawierały średnio 1,5-6,2 ng lindanu/g tłuszczu oraz 70-1446 ng Σ DDT/g tłuszczu.⁶⁵ W badaniach przeprowadzonych w Państwowym Instytucie Weterynaryjnym w Puławach w 2006 roku przebadano pod kątem obecności pozostałości pestycydów 66 prób ryb hodowlanych (pstrąga i karpia), średnia zawartość Σ DDT w tych produktach wyniosła 0,12 mg/kg tłuszczu, warto zwrócić uwagę na fakt, że 14 (tj. 21,2 %) próbek było wolnych od pozostałości DDT.⁶⁶

W Polsce dopuszczalna zawartość sumy DDT (DDT+DDD+DDE) w tłuszczu ryb wynosi 1,0 mg/kg, natomiast lindanu (γ -HCH) 0,02 mg/kg tłuszczu ryby.⁶⁷ Natomiast zawartości pozostałości pestycydów wymagające działania określone przez

⁶¹ Eichler W. „Trucizny w naszym pożywieniu” PZWL 1989 s. 45-46

⁶² „Pestycydy występowanie, oznaczanie i unieszkodliwianie” pod red. Biziuka M. WNT 2001 s.69

⁶³ Smoczyński S., Amarowicz R. „Chemiczne skażenia żywności” WNT 1988 s. 128

⁶⁴ Kurpios M., Nowosielski A. „Pozostałości chlorowych pochodnych węglowodorów w organizmach trzech gatunków ryb z Zalewu Szczecińskiego” Bromat. Chem. Toksykol. 1999 vol. 32 s. 87

⁶⁵ Berg V., Karl I. Uglund, Nils R. Hareide, Paul E. Aspholm, Anuschka Polder, Janneche Utne Skaare „Organochlorine contamination in deep-sea fish from the davis strait” Mar. Environ. Res. 1997 vol. 44 s. 135-148

⁶⁶ Niewiadowska A., Semeniuk S. Żmudzi J. „Pozostałości pestycydów w żywności pochodzenia zwierzęcego w latach 1997-2006 w Polsce” Medycyna Wet. 2008, 64 (10)

⁶⁷ Dz. U. z dnia 04 lipca 2007r. Nr 119 Poz. 817 Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 maja 2007 roku w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni

Główny Inspektorat Weterynaryjny w mięśniach ryb wynoszą dla DDT i jego metabolitów 500 ng/g, a γ -HCH 50 ng/g.⁶⁸

2.2.3.2. POLICHLOROWANE BIFENYLE (PCB) – ANALIZA CHEMICZNO-TOKSYKOLOGICZNA I WYSTĘPOWANIE

Polichlorowane bifenylo to grupa syntetycznych, aromatycznych, związków, które naturalnie nie występują w środowisku. Produkcja tych substancji rozpoczęła się w 1929 roku, lecz dopiero w 1966 roku opublikowano pierwsze doniesienie o ich toksyczności i uciążliwości dla środowiska naturalnego. Ze względu na ich niskie przewodnictwo elektryczne oraz wysoką odporność na rozkład temperaturowy wykorzystywano je jako izolatory w transformatorach, kondensatorach, jako plastyfikatory do farb, tworzyw sztucznych, farb drukarskich, papieru, również jako ciecze chłodzące i składniki płynu hydraulicznego turbin gazowych oraz pomp próżniowych. Zdumiewająca trwałość, rozprzestrzenianie w ekosystemach w skali całego świata, przenikanie do żywności, obecność wysokich stężeń w organizmach zwierząt stanowiących końcowe ogniwa łańcucha pokarmowego oraz udowodniona wysoka toksyczność spowodowały stopniowe wycofywanie i zakaz produkcji PCBs.⁶⁹

Cząsteczka chlorobifenylo zbudowana jest z dwóch połączonych ze sobą pierścieni fenolowych, w których jeden lub wszystkie dziesięć atomów wodoru zostało podstawionych chlorem. W zależności od zawartości chloru PCBs mają postać od mało lepkiej cieczy, poprzez gęsty olej, do białych kryształów i twardej żywicy. Wszystkie PCBs są substancjami lipofilnymi, dobrze rozpuszczalnymi w niepolarnych rozpuszczalnikach organicznych, olejach i tłuszczach.⁷⁰

Preparaty techniczne PCBs były mieszaninami różnych kongenerów (izomerów położenia) chlorobifenyli, choć teoretycznie możliwych jest 209 kongenerów to w praktyce używano 185. W celu uproszczenia prac nad PCB wprowadzono numerację od 1 do 209 (obecna numeracja IUPAC), które mogą zastępować wzór lub nazwę

⁶⁸ „Krajowy program badań kontrolnych obecności substancji niedozwolonych oraz pozostałości chemicznych, biologicznych i produktów leczniczych u zwierząt i w żywności pochodzenia zwierzęcego” GIW, MRiRW marzec 2008 s. 34

⁶⁹ Eichler W. „Trucizny w naszym pożywieniu” PZWL 1989 s. 51-52

⁷⁰ Falandysz J. „Polichlorowane bifenylo (PCBs) w środowisku: chemia, analiza, toksyczność, stężenia i ocena ryzyka Gdańsk 1999 s. 5-6, 19-21

chemiczną określonych PCBs. Szacuje się, że na całym świecie wyprodukowano 1 mln 500 tys. ton różnych mieszanin PCBs.⁷¹

Odporność na rozkład pod wpływem czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych wraz z niską prężnością par, lipofilnością i stosowaniem na masową skalę spowodowało, że związki te, podobnie jak pestycydy chloroorganiczne, są łatwo rozprzestrzeniane w środowisku oraz przenoszone i kumulowane w kolejnych ogniwach zależności troficznych.

Najbardziej toksycznymi kongenerami okazały się non-orto chloro podstawione PCB (nr 77, 126 i 169). Wymienione koplanarne PCB są analogami przestrzennymi 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioksyny (TCDD), która jest najbardziej toksycznym związkiem wśród halogenowych węglowodorów aromatycznych, a jej współczynnik toksyczności (ang. Toxicity Equivalency Factor – TEF) wynosi „1”. Poza czterema non-orto koplanarnymi PCB strukturę zbliżoną do płaskiej i w budowie przestrzennej przypominającą TCDD mają osiem mono-orto i trzynaście di-orto podstawione kongenery PCB.^{72 73 74} Jednak zróżnicowany skład preparatów handlowych zawierających PCB (nawet tych o takiej samej nazwie handlowej) oraz trudności w ich rozdzieleniu i indywidualnym oznaczaniu spowodowało arbitralne wybranie siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB (tzw. PCB₇), trwałych i dominujących w różnorodnym materiale środowiskowym, których oznaczanie w żywności jest wymagane obecnie przez wiele państw Unii Europejskiej, a są to kongenery PCB o numerach IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180.⁷⁵ Uważa się, że wyniki pozostałości PCB wyrażone jako ΣPCB₇ nie powinny przekraczać poziomu 0,2 mg/kg w mięsie i produktach mięsnych w przeliczeniu na tłuszcz.⁷⁶ Monitoring zawartości ΣPCB₇ prowadzony przez Główny Inspektorat Weterynaryjny za wartość wymagającą

⁷¹ Juszczak L. „Chemiczne zanieczyszczenia żywności i metody ich oznaczania” Laboratorium 3/2008 s. 41

⁷² Starek A. „Ocena narażenia łącznego - koncepcja równoważników toksyczności.” Mat. Konf.: Dioksyny w przemyśle, Kraków 23-24 września 1999, s. 22-28.

⁷³ Falandysz J., Brudnowska B., Iwata H., Tanabe S. „Pestycydy chloroorganiczne i polichlorowane bifenyle w wodzie wiślanej.” Roczn. PZH 1999, 50, s. 123-130.

⁷⁴ Van den Berg, Bimbam L., Bosveld A.T.C. Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife“ Environ. Health. Perspec., 1998, 106, s. 775-792

⁷⁵ Falandysz J. „Polichlorowane bifenyle (PCBs) w środowisku: chemia, analiza, toksyczność, stężenia i ocena ryzyka Gdańsk 1999 s. 70

⁷⁶ Niewiadowska A. „Badania pozostałości polichlorowanych bifenyli (PCB) w żywności zwierzęcego pochodzenia” Materiały konferencyjno-szkoleniowe programu PCB STOP Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju 2001.

działania od roku 2009 uważa 0,2 mg/kg mięsa ryb.⁷⁷ Przy wynikach przekraczających wymienione poziomy konieczne są badania zawartości dioksyn.⁷⁸ Jednak zarówno w Polsce, jak i na poziomie Unii Europejskiej lub Kodeksu Żywnościowego nie ma przepisów regulujących najwyższe dopuszczalne poziomy PCB w żywności. Chociaż w niektórych europejskich krajach (np. Niemcy, Holandia) ustalono najwyższą dopuszczalną zawartość PCB w żywności zwierzęcego pochodzenia, które kształtują się na poziomie setnych i dziesiątych części mg/kg. Od 2007 roku, w ramach Komitetu Ekspertów „Trwałe zanieczyszczenia organiczne w żywności”, trwają prace nad ustaleniem i uzgodnieniem dopuszczalnych limitów PCB w żywności i paszach w krajach UE. W ostatnim projekcie wartości limitów sumy sześciu kongenerów PCB (28, 52, 101, 138, 153 i 180) oscylują od 75 ng/g mięsa ryb do 200 ng/g produktu dla węgorka i wątroby ryb.⁷⁹

Zagrożenie jakie niesie ze sobą PCBs w stosunku do ludzi uwidoczniło się po tzw. incydencie Yusho w Japonii w 1968 roku, gdzie 1600 ludzi zachorowało na skutek spożycia oleju ryżowego zanieczyszczonego tymi związkami oraz w 1979 roku na Tajwanie (choroba Yu-Cheng).⁸⁰ W przypadku ssaków wywołują patologiczne zmiany w śledzionie i skórze, uszkadzają układ immunologiczny, trawienny, nerwowy, rozrodczy oraz sprzyjają powstawaniu wielu chorób nowotworowych.⁸¹ Z innych objawów ostrego zatrucia PCBs należy wymienić powiększenie tarczycy, zapalenie oskrzeli, uszkodzenie wątroby, upośledzenie odporności komórkowej, wzrost podatności na choroby infekcyjne, obwodową neuropatię czuciową oraz zaburzenia miesiączkowania u kobiet. U noworodków kobiet zatrutych PCBs, obserwowano obniżoną masę urodzeniową ciała, przebarwienie skóry i błon śluzowych, obrzęk twarzy, przerost dziąseł, wytrzeszcz oczu oraz upośledzenie procesu mineralizacji kości czaszki.⁸² PCBs są również łatwo wchłanianie przez rośliny, skorupiaki i ryby,

⁷⁷ „Krajowy program badań kontrolnych obecności substancji niedozwolonych oraz pozostałości chemicznych, biologicznych i produktów leczniczych u zwierząt i w żywności pochodzenia zwierzęcego” GIW, MRiRW 2009 s. 34

⁷⁸ Niewiadowska A. Semeniuk S. „Monitoring zawartości kongenerów polichlorowanych bifenyli w tkankach i produktach zwierzęcych” Roczn. PZH Supplement 2003, 54 s. 93-94

⁷⁹ Niewiadowska A. „Ocena narażenia na pestycydy chloroorganiczne i polichlorowane bifenyle pobierane z żywnością pochodzenia zwierzęcego” – rozprawa habilitacyjna, PIWet, Puławy, 2007

⁸⁰ Falandysz J. „Polichlorowane bifenyle (PCBs) w środowisku: chemia, analiza, toksyczność, stężenia i ocena ryzyka” Gdańsk 1999 s. 155

⁸¹ Wójtowicz A.K., Gregoraszczyk E.L., „Polichlorowane bifenyle jako czynniki zaburzające procesy endokrynne w jajniku”, Dioksyny w przemyśle i środowisku, Kraków 21-22 czerwca 2001

⁸² Starek A. „Polichlorowane bifenyle – toksykologia – ryzyko zdrowotne” Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju 2007

zmniejszając fotosyntezę, wstrzymują wzrost roślin i ryb, zmniejszając zdolność rozrodczą organizmów wodnych i zwiększając śmiertelność larw.⁸³

Organizm człowieka wykazuje dużą wrażliwość na PCB i spożycie nawet małych dawek (0,07 mg/kg masy ciała na dzień) tych związków może wywołać wiele niekorzystnych efektów zdrowotnych. Narażenie na PCB rozpoczyna się już w okresie życia płodowego w wyniku ich przenikania przez barierę łożysko-krew i dalej kontynuowane jest przez całe życie, na drodze środowiskowej ekspozycji. Żywność jest głównym źródłem (95%) pobrania przez człowieka PCB, z czego większa część dostarczana jest właśnie z pożywieniem pochodzenia morskiego i słodkowodnego.⁸⁴ Jednak ryby charakteryzują się mniejszą wrażliwością na wysoce toksyczne dla człowieka non-orto i mono-orto kongenery PCB. Wynika z tego, że oznaczone w rybach koncentracje poszczególnych związków PCB mogą być dla nich bezpieczne, a dla konsumentów stanowić zagrożenie.⁸⁵ Uważa się, że ryby i ich przetwory charakteryzują się wyższą toksycznością niż mięso i tłuszcz innych zwierząt.⁸⁶

Zawartość ΣPCB₇ w kilkudziesięciu próbkach z osadów dorzecza Odry pobranych po powodzi w sierpniu 1997 roku wahały się od wartości poniżej granicy oznaczalności (0,05 ng/g s.m.) do 420 ng/g s.m. (średnio 42,46 ng/g s.m.). Dopuszczalna zawartość sumy wymienionych PCBs w osadach z obszarów chronionych (20ng/g s.m.) została przekroczona w 23,6 % badanych próbek.⁸⁷ Analizowano osady denne zbiornika piętrzącego we Włocławku, gdyż część zanieczyszczeń trafiających do Wisły z Górnego Śląska, aglomeracji warszawskiej i Płocka zostaje właśnie w nim zatrzymana. Zawartość 7 kongenerów wskaźnikowych w osadach zbiornika wahała się od poniżej 0,07 do 28,53 ng/g s.m., najwyższe wyniki przekraczały dopuszczalny poziom 20 ng/g suchej masy.⁸⁸

⁸³ Sapota G. „Bioakumulacja węglowodorów chlorowanych w sieci troficznej Zatoki Gdańskiej.” Gdynia 2000

⁸⁴ Safe S. “Polychlorinated biphenyls (PCBs) environmental impact, biochemical and toxic responses, and implication for risk assessment.” CRC Crit. Rev. Toxicol. 1994, 24, s. 87-149

⁸⁵ Tomza-Marciniak A., Ciereszko W. „Wpływ zawartości dioksynopodobnych kongenerów PCB w mięsie ryb pochodzących z Międzyodrza na stopień zagrożenia toksykologicznego konsumentów” Medycyna Wet. 2008, 64 (2) s. 190

⁸⁶ Grochowalski A. „Badania nad oznaczaniem polichlorowanych dibenzodioksyn, dibenzofuranów i bifenyli.” Seria Inżynieria i Technologia Chemiczna Kraków 2000

⁸⁷ Galer K., Zygmunt B., Wolska L., Namiernik J., „Evaluation of Pollution Degree of the Odra River Basin with Organic compounds after the 97 Summer Flood. Part III. Determination of pollution of Post – Flood Sediments with Polichlorinated Biphenyls and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons”, Chemia Analityczna, Warszawa 2000, 45, 2, s. 297-304

⁸⁸ Bojakowska I., Sokołowska G., Strzelecki R., „Trwałe zanieczyszczenia organiczne – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, Polichlorowane bifenyle i pestycydy chlororganiczne – w osadach zbiornika włocławskiego”, Przegląd geologiczny vol. 48, nr 9, 2000

Według badań ogłoszonych w roku 1986 rybożerne ssaki wskutek kumulacji PCB w rybach są skazane na zagładę. Przykładem może być wydra, która w krajach uprzemysłowionych była bliska wyginięcia, niezagrożone były jedynie populacje z rejonów słabo rozwiniętych.⁸⁹ Obecnie jednak obserwuje się wzrost liczebności tego gatunku.

Maksymalne zawartości 7 kongenerów wskaźnikowych w rybach wód obszarów przyujściowych Wisły i Odry kształtowały się następująco (ng/g lipidów): PCB 28 11,36; PCB 52 20,3; PCB 101 37,38; PCB 118 68,05; PCB 153 81,74; PCB 138 153; PCB 180 29,07.⁹⁰

Średnio w 1 g mięśni chudych ryb znajduje się około 0,2 µg PCB i około 1 µg w mięsie ryb tłustych. W mięsie bałtyckich ryb chudych PCB występują w ilości 0,05-0,35 µg/g, ryb łososiowatych, śledziowatych i węgorzy 0,02-1 µg/g, w wątrobie dorsza 0,8-1,4 µg/g, a w oleju z mięsa śledzia 2,9-9,7 µg/g.⁹¹

Pstrągi tęczowe pozyskane z jeziora Ontario (Ameryka Północna) w 1989 roku w zależności od wielkości zawierały zróżnicowane ilości sumy 37 kongenerów PCB: małe osobniki zawierały średnio 1449 ng/g mięsa, duże osobniki nawet 5656 ng/g mięsa.⁹²

Mięso pstrąga surowego z Jeziora Michigan zawierało 421,6 µg ΣPCB w 564,5 g fileta, a mięso pstrąga wędzonego 247,7 µg ΣPCB w 327,7 g fileta. Mięso pstrąga surowego z Jeziora Superior zawierało 299,6 µg ΣPCB w 278,3 g fileta, a mięso pstrąga wędzonego 188,6 µg ΣPCB w 149,5 g fileta.⁹³

⁸⁹ Eichler W. „Trucizny w naszym pożywieniu” PZWL 1989 s. 55

⁹⁰ Niemirycz E., Kaczmarczyk A., Rodziewicz M., Sapota G., Sapota M., Heybowicz E., Bogacka T., Taylor R. „Ocena stanu jakości przyujściowych przekrojów rzek Wisły i Odry w odniesieniu do trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) objętych Konwencją Sztokholmską” Gdańsk 2002

⁹¹ Falandysz J. „Polichlorowane bifenyle (PCBs) w środowisku: chemia, analiza, toksyczność, stężenia i ocena ryzyka Gdańsk 1999 s. 101

⁹² Niemirycz E., Kaczmarczyk A., Rodziewicz M. „Zanieczyszczenie trwałymi substancjami organicznymi środowiska wód powierzchniowych w Polsce” Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Zakład Ochrony Wód Przymorza 2007

⁹³ Zabik M.E., Booren A.I., Zabik M.J., Welch R., Humphrey H. “Pesticides residues, PCBs and Pahs in baked, charboiled, salt boiled and smoked Great Lakes lake trout” Food chemistry vol. 55 No. 3 1996 s. 231-239

2.2.3.3. WIELOPIERŚCIENIOWE WĘGLOWODORY AROMATYCZNE (WWA) – ANALIZA CHEMICZNO-TOKSYKOLOGICZNA I WYSTĘPOWANIE

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne stanowią liczną grupę związków, które zawierają w cząsteczce od dwóch do trzynastu pierścieni aromatycznych, charakteryzujących się zbliżonymi własnościami fizykochemicznymi. Nigdy nie występują pojedynczo, lecz zawsze w mieszaninie, obecność jednego ze związków z grupy WWA w próbie środowiskowej wskazuje na to, że inne związki tej grupy też są obecne. Przedstawicielami WWA są: benzo[a]piren, benzo[a]antracen, benzo[e]piren, chryzen, fluoranten, piren, perylen, benzo[b]fluoranten, benzo[j]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[g,h,i]perylen, antantren i koronen.

W 1983 roku IARC (Międzynarodowa Agencja do Badań nad Rakiem) wyliczyła czterdzieści osiem WWA z czego trzydzieści uznała za kancerogenne. Za najbardziej toksyczne spośród nich WHO uznała: benzo[a]piren, benzo[k]fluoranten, benzo[b]fluoranten, fluoranten. Najwięcej badań poświęconych jest benzo[a]pirenowi (BaP), o udowodnionym bardzo silnym działaniu cytotoksycznym, genotoksycznym, rakotwórczym, teratogennym i immunotoksycznym. Za niepełne kancerogeny uważa się piren, fluoranten, benzo[e]piren, perylen, benzo[k]fluoranten, benzo[g,h,i]perylen, antantren i koronen. Natomiast Piren, benzo[e]piren, benzo[g,h,i]perylen wykazują działanie współrakotwórcze z benzo[a]pirenem.

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne powstają w procesie niecałkowitego spalania drewna, węgla lub olejów. Źródłem WWA w żywności mogą być procesy jej przetwarzania (prażenie kawy, suszenia zbóż), termiczna obróbka (pieczenie mięsa w zbyt wysokiej temperaturze) lub jej utrwalanie (wędzenie mięsa, wędlin lub ryb) oraz zanieczyszczenia przemysłowo-komunalne. Dodatkowo uważa się, że ze względu na swój lipofilny charakter WWA ulegają kumulacji w tłuszczu zwierząt, które odżywiają się skażonym pożywieniem.⁹⁴ Substancje te przenikają do żywności na dwa sposoby: pośrednio: w wyniku opadu z powietrza wraz z pyłem i deszczem albo bezpośrednio: pod wpływem wysokiej temperatury w procesach przetwarzania żywności takich jak wędzenie, smażenie, czy pieczenie.⁹⁵

⁹⁴ Guillen, M.D., Sopolana, P., Partearroyo, M.A. "Food as a source of polycyclic aromatic carcinogens. Reviews on Environmental Health" 1997 12 (3) s.133–146.

⁹⁵ Smoczyński S., Amarowicz. R. „Chemiczne skażenia żywności” WNT 1988 s. 78

Stwierdzono, że u osób niepalących ponad 70% WWA jest przyjmowanych wraz z pożywieniem. Szczególną uwagę należy poświęcić mięsom oraz rybom, gdyż produkty z nich przyrządzane mogą zawierać bardzo duże ilości WWA. Im więcej tłuszczu zawierało dane mięso poddawane smażeniu, wędzeniu czy pieczeniu, tym wyższe było końcowe stężenie WWA.⁹⁶ Największe ilości BaP zawierają produkty silnie wędzone, skażenia tego można jednak uniknąć poprzez stosowanie nowoczesnych technik wędzenia. To właśnie dym wędzarniczy zawiera kilkadziesiąt WWA, z których najbardziej niebezpieczne (mutagenne, rakotwórcze) to benzo[a]piren (związek wskaźnikowy), benzo[a]antracen, chryzen, benzo[a]fluoranten, benzo[k]fluoranten, dibenzo[a,h]antracen oraz indenol[1,2,3-c,wyzolowanych]piren. Wśród wyizolowanych WWA z produktów wędzonych największy udział mają składniki o masie cząsteczkowej mniejszej niż 216 czyli te o mniejszej szkodliwości niż B[a]P.⁹⁷

Dla zapewnienia ochrony zdrowia konsumentów konieczne było przyjęcie maksymalnych poziomów zawartości WWA w wybranych środkach spożywczych, zawierających tłuszcze i oleje oraz w żywności poddawanej procesowi wędzenia albo suszenia, który może przyczyniać się do wysokiego poziomu zanieczyszczenia tymi związkami. Z powodu trudności w oznaczaniu wszystkich związków tej grupy w próbce, Komitet Naukowy ds. Żywności przyjął, że benzo[a]piren może być wykorzystany jako marker występowania i rakotwórczego działania WWA obecnych w żywności. Maksymalny dopuszczalny poziom zawartości B[a]P w rybach wędzonych wynosi 5,0 ng/g świeżej masy, natomiast w przypadku ryb niepoddanych procesowi wędzenia zawartość ta może wynosić maksymalnie 2,0 ng/g świeżej masy.⁹⁸

Świeże nieprzetworzone ryby zawierają małe ilości WWA, nawet pozyskane z zanieczyszczonych akwenów, gdyż dość szybko je metabolizują, co skutkuje stabilną niską zawartością WWA w ich tkankach.⁹⁹ W Europie około 15% wszystkich oferowanych do konsumpcji ryb ma postać zimno- i gorąco-wędzonych produktów. W rybach wędzonych metodą tradycyjną zawartość B[a]P mieści się w szerokim

⁹⁶ Ciemniak A., Protasowicki M. „WWA w mięsnych i drobiowych artykułach spożywczych.” *Bromat. Chem. Toksykol.* 2002, 3-4.

⁹⁷ Sikorski Z. E. „Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie” *WNT* 2004 s.254

⁹⁸ Rozporządzenie Komisji (WE) nr 208/2005 z dnia 4 lutego 2005r.zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych

⁹⁹ Yurchenko S., Molder U. “The determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish by gas chromatography mass spectrometry with positive-ion chemical ionization” *Journal of Food Composition and Analysis* 18 (2005) s. 857–869

zakresie od 0,7-60 ng/g produktu.¹⁰⁰ Skóra wędzonych ryb zawiera wielokrotność B[a]P w stosunku do części jadalnych (skóra węgorza 49-74 ng/g, mięso węgorza 2,6-3,3 ng/g, skóra makreli 19-30 ng/g, mięso makreli 0,5-2,4 ng/g).¹⁰¹ Zawartość WWA w produktach wędzonych zależy od kilku zmiennych w procesie wędzenia, włączając sposób wytwarzania dymu, temperaturę spalania i stopień uwędzenia. Stwierdzono, że zawartość WWA w dymie rośnie liniowo wraz ze wzrostem temperatury wędzenia (w zakresie 400-1000°C). Produkty wędzarni tradycyjnych opalanych drewnem zawierają na skórze od 15 do 20 razy więcej B[a]P niż nowoczesnych wędzarni zasilanych dymem z zewnętrznego źródła lub aerozolem koncentratu dymu. Warunki wytwarzania dymu determinują powstawanie WWA. Obniżając temperaturę wytwarzania dymu do 300-400°C i zastosowaniu filtrów można 10-krotnie zmniejszyć zawartość WWA w wędzonych rybach.¹⁰² W częściach jadalnych 10 asortymentów ryb wędzonych w nowoczesnej automatycznej wędzarni z zewnętrzną wytwornicą dymu średnia zawartość B[a]P wynosiła 0,1 ng/g, w porównaniu tych samych asortymentów z wędzarni tradycyjnej, zawartość ta kształtowała się na poziomie od 0,2 ng/g do 4 ng/g (średnio 1,2 ng/g). W rybach wędzonych na gorąco za pomocą preparatu dymu w postaci kąpieli lub aerozolu zawartość B[a]P nie przekracza 0,02 ng/g.¹⁰³ Jednocześnie stwierdzono, że w przypadku produktów wędzenia za pomocą nowoczesnych technologii, zawartość fluorantenu w sumie WWA jest wyższa niż produktów wędzarni tradycyjnych.¹⁰⁴

¹⁰⁰ Sikorski Z.E. „Technologia żywności pochodzenia morskiego” WNT 1980 s. 363

¹⁰¹ Tilgner D.J., Daun H.: „Polycyclic aromatic hydrocarbons (polynuclears) in smoked foods” Residue Rev. 1969 Vol. 27, s. 9-41

¹⁰² Stołyhwo A., Sikorki Z.E. „Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish – a critical review” Food chemistry 91 (2005) s. 303-311

¹⁰³ Sikorki Z. E. „Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie” WNT 2004 s. 255

¹⁰⁴ Jira W. “A GC/MS method for the determination of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in smoked meat products and liquid smokes” Eur Food Res Technol (2004) 218: s. 208–212

3. HIPOTEZA BADAŃ I CELE PRACY

Ryby od lat są uważane za najlepszy składnik zbilansowanego pożywienia człowieka. Liczba chorób ryb jest kilkanaście razy mniejsza niż zwierząt lądowych. Ryby są podstawą sprzyjającej zdrowiu diety. Są łatwo przyswajalne, o wysokiej wartości odżywczej i biologicznej.¹⁰⁵ Substancje naturalnie występujące w mięsie ryb są dla organizmu człowieka niezbędne do właściwego funkcjonowania. O jakości zdrowotnej mięsa ryb i przetworów rybnych znajdujących się na rynku decyduje suma wszystkich składników chemicznych w nich obecnych, najważniejszą cechą żywieniową ryb są zawarte w nich lipidy, które mają korzystne działanie na organizm człowieka. Lipidy rybne odróżniają się wyraźnie od lipidów zwierząt lądowych składem kwasów tłuszczowych. W rybach występują nasycone, monoenowe i najcenniejsze pod względem zdrowotnym, polienowe (LC n-3 PEFA) kwasy tłuszczowe. Jednak ten wartościowy tłuszcz może być nośnikiem obcych szkodliwych substancji obniżających prozdrowotne cechy mięsa ryb. Można tu zaliczyć takie związki jak insektycydy chloroorganiczne czy polichlorowane bifenyle. Substancje te zostały wprowadzone do środowiska przez człowieka, a ich charakterystyka powoduje ciągłe krążenie w środowisku i kumulowanie się w organizmach żywych, głównie wodnych.

Dodatkowo procesy przetwórcze, takie jak zamrażanie i przechowywanie czy wędzenie mogą wpływać na zmianę zawartości poszczególnych składników chemicznych mięsa ryb, jak również substancji obcych w nich obecnych. Istnieje więc konieczność badań produktów akwakultury i ich przydatności jako surowców do produkcji żywności o wysokiej jakości zdrowotnej.

Na tej podstawie sformułowano następującą hipotezę badań:

„Mięso pstrągów tęczowych dostępnych na rynku jako ryby świeże, mrożone i wędzone różni się jakością tłuszczu wyrażoną profilem kwasów tłuszczowych oraz zawartością chemicznych związków szkodliwych mogących kształtować jakość zdrowotną, która może być uzależniona od producenta ryb (warunków hodowli) oraz procesów technologicznych (przechowywania i wędzenia).”

¹⁰⁵ Cielak L. WODR Olsztyn, „Czy warto jeść ryby?” Magazyn przemysłu rybnego nr 2 (32)/2003 s. 33

By powyższą hipotezę zweryfikować przyjęto następujące cele pracy:

- Ustalenie zróżnicowania składu kwasów tłuszczowych oraz zawartości insektycydów chloroorganicznych (γ -HCH i DDT) i polichlorowanych bifenyli (PCB) w tłuszczu mięsa pstrągów świeżych pozyskanych od producentów dostarczających je na rynek;
- Określenie różnic składu kwasów tłuszczowych oraz zawartości insektycydów chloroorganicznych (γ -HCH i DDT) i polichlorowanych bifenyli w tłuszczu mięsa pstrągów tęczowych pochodzących od różnych producentów, zamrożonych i przechowywanych przez okres 6 miesięcy, a następnie wprowadzanych na rynek;
- Zbadanie składu kwasów tłuszczowych oraz zawartości insektycydów chloroorganicznych (γ -HCH i DDT) i polichlorowanych bifenyli w tłuszczu mięsa pstrągów wędzonych z surowca świeżego i mrożonego, pochodzących od różnych producentów dostarczających ryby na rynek;
- Oznaczenie zawartości wybranych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w mięsie pstrągów świeżych, mrożonych i wędzonych dostępnych na rynku olsztyńskim, pochodzących od różnych producentów.

4. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

4.1. PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

Latem 2007 roku, w odstępach tygodniowych, bezpośrednio od sześciu producentów (hodowców ryb) zakupiono z partii przeznaczonych na rynek świeże pstrągi tęczowe. Obiekty hodowlane, w których zakupiono ryby do badań znajdują się w województwie warmińsko-mazurskim i są objęte nadzorem weterynaryjnym. Cykl produkcyjny w tych gospodarstwach różni się stosowaną paszą, rodzajem stawów i sposobem wykorzystania oraz rodzajem wody, a także narybkiem.

Nr Producenta	Woda	Pasza	Narybek	Rodzaj stawów	Recykulacja wody
1	WA	PA	NA	ZIEMNE	TAK
2	WB	PA	NB	ZIEMNE	NIE
3	WC	PB	NC	BETONOWE	TAK
4	WD	PC	ND	BETONOWE	NIE
5	WE	PC	NE	BETONOWE	NIE
6	WA	PA	NB	BETONOWE	NIE

Tabela 3. Różnice pomiędzy producentami świeżego pstrąga tęczowego

Źródło: opracowanie własne, czynniki opisane tymi samymi literami są identyczne

Zakupione ryby świeże objęto bezpośrednio badaniem tłuszczu. Część ryb świeżych natychmiast po ich wypatroszeniu i szczelnym zapakowaniu w worki z folii polietylenowej przeznaczonej do pakowania żywności została zamrożona w mroźni automatycznej, w której temperatura wewnętrzna ryby spada poniżej minus 5°C w czasie krótszym niż 2 godziny. Tak zamrożone ryby przez okres 6 miesięcy przechowywano w temperaturze minus 20°C. Następnym etapem było badanie ryb poddanych procesowi tradycyjnego gorącego wędzenia, w wędzarni, w której palenisko znajduje się bezpośrednio pod rybami. Surowcem do wędzenia były zarówno ryby mrożone (6 miesięcy) jak i świeże, solone 100 g soli na 1 kg masy ryby. Na mrożonych rybach niepoddanych procesowi wędzenia również przeprowadzono badania. Ryby mrożone rozmrażano w temperaturze pokojowej, proces ten trwał około trzech godzin.

4.2. MATERIAŁ BADANY

4.2.1. RYBY ŚWIEŻE

Ryby świeże w ilości 36 sztuk, wieku powyżej 1 roku, o wadze od 200 do 700 g pozyskane od sześciu różnych producentów były patroszone, zasypane lodem przechowywane w warunkach chłodniczych (0-1°C), badania rozpoczynano w ciągu 24 godzin od połowu. Tkanek mięsną z ryb świeżych oddzielono od ości i skóry oraz rozdrobniono w maszynce do mielenia mięsa.

4.2.2. RYBY MROŻONE

Podjęcie tematu ryb mrożonych związane jest z obecnością tych ryb na rynku zarówno dla konsumentów, jak również do dalszego przetwórstwa, sezonowością produkcji, a przez to z doбором wielkości ryby najlepszej do przetwórstwa. Zamrożono 36 sztuk pstrąga tęczowego w wieku powyżej 1 roku, o wadze od 200 g do 700 g pozyskanego od różnych producentów. Tkanek mięsną z ryb mrożonych, po ich rozmrożeniu oddzielono od ości i skóry oraz rozdrobniono w maszynce do mielenia mięsa.

4.2.3. RYBY WĘDZONE

W naszym kraju spożywanie ryb surowych jest wciąż mało popularne. Pstrąg tęczowy jest rybą szczególnie cenioną w formie wędzonej, dlatego też istotne jest określenie wartości produktów do bezpośredniego spożycia.

Przeznaczono do wędzenia 36 sztuk ryb świeżych oraz 36 sztuk ryb rozmrożonych z tych samych partii, na których prowadzono badania ryb świeżych i mrożonych. Wędzone ryby przygotowywano w tradycyjny sposób – wędzono w piecu opalonym drewnem olchowym: temperatura osuszania około 40°C przez okres 30 minut, a wędzenie właściwe przez okres 2 godzin w temperaturze około 60°C. Tkanek mięsną z ryb wędzonych również oddzielono od skóry i ości oraz zmielono.

Do badań wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych wybrano po sześć próbek pstrąga tradycyjnie wędzonego z surowca mrożonego i sześć wędzonego tą samą metodą z surowca świeżego pozyskanego od sześciu analizowanych wcześniej

producentów. Dokonano również zakupu sześciu pstrągów tęczowych wędzonych różnymi metodami pozyskanych od nieznanymi producentów. W celu określenia zawartości WWA w rybach niepoddanych procesowi wędzenia badaniom poddano dwie ryby świeże pozyskane od producentów numer 1 i 6 oraz jedną mrożoną pozyskaną od producenta szóstego.

4.3. METODY ANALITYCZNE

4.3.1. OZNACZANIE ZAWARTOŚCI I SKŁADU KWASÓW TŁUSZCZOWYCH TŁUSZCZU MIĘSA RYB OBJĘTYCH DOŚWIADCZENIEM

4.3.1.1. OZNACZANIE ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU

Oznaczanie zawartości tłuszczu przeprowadzono metodą ekstrakcyjną Soxhleta według opisu podanego przez Budślawskiego, gdzie rozpuszczalnikiem był eter etylowy, a wydzielony tłuszcz suszono do stałej masy w suszarce elektrycznej w temperaturze 105°C.¹⁰⁶

4.3.1.2. OZNACZANIE SKŁADU KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

4.3.1.2.1. WYDZIELENIE TŁUSZCZU I PRZYGOTOWANIE ESTRÓW METYLOWYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

Tłuszcz do określenia składu kwasów tłuszczowych z przygotowanych wcześniej próbek mięśni ryb wydzielano poprzez ekstrakcję mieszaniną chloroformu i metanolu w stosunku 2:1 według przepisu podanego przez Folcha.¹⁰⁷

Z tak otrzymanego tłuszczu przygotowywano estry metylowe kwasów tłuszczowych poprzez estryfikację tłuszczu mieszaniną chloroformu, metanolu i kwasu siarkowego według Peiskera zgodnie z poniższą procedurą.

Do szklanej ampułki odważono po około 50-60 mg badanego tłuszczu, dodawano 1,5cm³ mieszaniny metylującej (metanol-chloroform-stężony kwas siarkowy

¹⁰⁶ Budślawski J.: „Metody analizy żywności” WPLi Sp. Warszawa 1967

¹⁰⁷ Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. „A simple method of the isolation and purification of total lipides from animal tissues” J. Biol. Chem. 1957 226 s 497-509

w stosunku 100:100:1), następnie końcówkę ampułki zatopiono nad palnikiem gazowym i po ostygnięciu sprawdzono szczelność zamknięcia. Do specjalnie przygotowanego koszyka drucianego przymocowano ampułki i całkowicie zanurzono we wrzącej łaźni wodnej na 90 minut. Zawartość ampulek mieszano co 15 minut.¹⁰⁸

4.3.1.2.2. CHROMATOGRAFICZNY ROZDZIAŁ ESTRÓW METYLOWYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

Rozdział chromatograficzny estrów kwasów tłuszczowych prowadzono przy użyciu chromatografu gazowego Agilent Technologies 6890N z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID), stosując kolumnę kapilarną o długości 30m, średnicy wewnętrznej 0,32mm i grubości filmu 0,25 μ m, gazem nośnym był hel, o prędkości przepływu 1,2 cm³/min. Temperatury rozdziału wynosiły dla dozownika 230°C, kolumny 190°C i detektora 250°C, dozownik z podziałem 50:1.

Identyfikację pików przeprowadzono przez porównanie z czasami retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych (Supelco Bellefonte USA). Materiałem referencyjnym był CRM No 163.

4.3.2. OZNACZANIE ZAWARTOŚCI INSEKTYCYDÓW CHLOROORGANICZNYCH (DDT, DDE, DDD i γ -HCH) ORAZ POLICHLOROWANYCH BIFENYLI

4.3.2.1. WYDZIELENIE TŁUSZCZU Z BADANYCH PRÓBEK MIĘSA RYB

Wyodrębnienie tłuszczu przeprowadzono metodą Schmid-Bondzyńskiego-Ratzlaffa, której zasada polega na hydrolizie tkanki mięsnej stężonym kwasem solnym oraz trzykrotnej ekstrakcji tłuszczu mieszaniną eteru etylowego i naftowego (w stosunku 1:1). Po oddzieleniu warstwy eterowej oddestylowuje się ją, suszy do stałej masy w temperaturze 105°C i otrzymuje czysty tłuszcz do dalszych oznaczeń.¹⁰⁹

¹⁰⁸ Żegarska Z., Jaworski J., Borejszo Z. „Ocena zmodyfikowanej metody Peiskera otrzymywania estrów metylowych kwasów tłuszczowych” Acta. Acad. Agricult. Tech. Olst. Tech. Aliment. 1991, 24 s. 25-33

¹⁰⁹ Budślawski J. „Metody analizy żywności” WPL i Sp. Warszawa 1967

4.3.2.2. WYODRĘBNIANIE INSEKTYCYDÓW CHLOROORGANICZNYCH Z TŁUSZCZU

Według Ludwickiego zasada metody polega na rozpuszczeniu badanego tłuszczu w n-heksanie i oczyszczaniu go kwasem siarkowym, aż do momentu uzyskania bezbarwnej warstwy kwasu siarkowego. Następnie należy osuszyć warstwę heksanową za pomocą bezwodnego siarczanu sodu.¹¹⁰

4.3.2.3. CHROMATOGRAFICZNY ROZDZIAŁ, IDENTYFIKACJA I ILOŚCIOWE OZNACZANIE INSEKTYCYDÓW CHLOROORGANICZNYCH

Rozdział chromatograficzny γ -HCH, DDT, DDD i DDE prowadzono przy użyciu chromatografu gazowego Agilent Technologies 6890N z detektorem wychwytu elektrodów (ECD), stosując kolumnę kapilarną o długości 25 m, średnicy wewnętrznej 0,32 mm. Faza ciekła to PAS-1701 o grubości filmu 0,25 μ m. Temperatury rozdziału wynosiły dla dozownika 250°C, kolumny 200°C i detektora 280°C. Gazem nośnym był hel, o prędkości przepływu 2,5 ml/min, dozownik z podziałem 10:1.

Związki identyfikowano porównując czasy retencji pików prób i wzorców, analizę ilościową prowadzono w oparciu o powierzchnię pików wyliczoną przez program komputerowy Chemstation.

W celu zapewnienia jakości wyników i kontroli stosowanych metod analizowano próbki materiału referencyjnego CRM No 430.

4.3.2.4. OZNACZANIE ZAWARTOŚCI POLICHLOROWANYCH BIFENYLI

4.3.2.4.1. PRZYGOTOWANIE EKSTRAKTÓW INSEKTYCYDOWYCH DO OZNACZANIA POLICHLOROWANYCH BIFENYLI

Do tego oznaczenia wykorzystano ekstrakty heksanowe pozostałe po oznaczeniu chlorowanych węglowodorów poprzez ich zagęszczenie do 1 ml, dodanie 2 ml odczynnika odchlorowującego (2,5% KOH w 96% etanolu), porcelanki i ogrzanie przez 30 minut w łaźni wodnej o temperaturze 80°C. Po ostudzeniu do prób dodano 3 ml

¹¹⁰ Ludwicki J., Góralczyk K., Czaja K., Struciński P. „Oznaczenie pozostałości insektycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenyli w środkach spożywczych metodą chromatografii gazowej” PZH Warszawa 1996

n-heksanu i lekko wytrząsano. Następnie dodano 3 ml wodnego roztworu etanolu (1:1) i silnie wytrząsano. Warstwę heksanową zbierano pipetą do próbki. Ekstrakcję prowadzono jeszcze dwukrotnie. Następnie n-heksan odparowano do objętości 1 ml i dodano 2 ml odczynnika utleniającego (mieszanina 1,6 g dwuchromianu potasu, 18,5 cm³ wody destylowanej i 100 g stężonego kwasu siarkowego) oraz ponownie ogrzewano przez 30 minut we wrzącej łaźni wodnej. Po ostudzeniu dodano 10 ml wody destylowanej i oddzielono warstwę heksanową, którą następnie poddano analizie chromatograficznej.

4.3.2.4.2. CHROMATOGRAFICZNY ROZDZIAŁ, IDENTYFIKACJA ORAZ ILOŚCIOWE OZNACZANIE POLICHLOROWANYCH BIFENYLI

Rozdział chromatograficzny wybranych siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB prowadzono przy użyciu chromatografu gazowego Agilent Technologies 6890N z detektorem wychwytu elektorów (ECD), stosując kolumnę kapilarną o długości 25 m, średnicy wewnętrznej 0,32 mm. Faza ciekła to PAS-1701 o grubości filmu 0,25 µm. Temperatury rozdziału wynosiły dla dozownika 250° C, kolumny 200° C i detektora 280° C. Gazem nośnym był hel, o prędkości przepływu 2,5 ml/min, dozownik z podziałem 10:1.

Związki identyfikowano porównując czasy retencji pików prób i wzorców, analizę ilościową prowadzono w oparciu o powierzchnię pików wyliczoną przez program komputerowy Chemstation.

W celu zapewnienia jakości wyników i kontroli stosowanych metod analizowano próbki materiału referencyjnego CRM No 350.

4.3.3. OZNACZANIE WIELOPIERŚCIENIOWYCH WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH

4.3.3.1. PRZYGOTOWANIE PRÓBEK DO BADAŃ WWA

Mięso ryb zostało oddzielone od ości i zmielone bez skóry (część jadalna). Przygotowanie próbki polegało na ekstrakcji frakcji lipidowej z próbki z dodatkiem standardu wewnętrznego (benzo[b]chryzen), mieszaniną chloroformu i metanolu (w stosunku 2:1), wydzieleniu części chloroformowej, odparowaniu chloroformu

w strumieniu azotu, przeniesieniu suchej pozostałości do chlorku metylenu i poddanie jej analizie metodą chromatografii preparatywnej (SEC – size exclusion chromatography, warunki rozdzału: kolumna plgel – 5 mm, 50Å, 600x-7,8 mm I.D., faza ruchoma – dichlorometan, detektor UV - 254 nm, temperatura – pokojowa, szybkość przepływu 1 ml/min, naniesiona objętość – 400 ml).

4.3.3.2. CHROMATOGRAFICZNY ROZDZIAŁ, IDENTYFIKACJA I ILOŚCIOWE OZNACZANIE WYBRANYCH WWA

Oznaczenie ośmiu wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu i benzo(g,h,i)perylenu) przeprowadzono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detektorem fluorescencyjnym. Warunki rozdzału: kolumna Hypersil Green PAH, 5 mm, 250x3 mm I.D; faza ruchoma gradient acetonitrylu i wody; temperatura 25°C, szybkość przepływu 0,8 ml/min, nanoszona objętość 20 ml. Wynik to średnia z dwóch oznaczeń w mikrogramach/kilogram tkanki mięsnej bez skóry (analizy wykonano w Instytucie Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie).

4.4 METODY STATYSTYCZNE

Otrzymane wyniki poddano obróbce statystycznej. Do oceny tego, czy na badane cechy (kwasy tłuszczowe, insektycydy, PCB) ma wpływ pochodzenie ryb (producent) oraz stosowny proces technologiczny (mrożenie i wędzenie), zastosowano metodę analizy wariancji (test F Fishera Snedecora)¹¹¹ dla doświadczeń jedno i dwuczynnikowych.

Za czynniki grupujące przyjęto cechy:

- pochodzenie ryb (6 producentów),
- proces technologiczny (ryby świeże, mrożone, wędzone z surowca świeżego, wędzone z surowca mrożonego).

Test F (dla doświadczeń jednoczynnikowych) daje tylko ogólną odpowiedź, czy czynnik ma wpływ na analizowaną cechę. Jeżeli tak, to do porównania średnich

¹¹¹ Józwiak J., Podgórski J. „Statystyka od podstaw” PWE. Warszawa 2005

uzyskanych dla obiektów czynnika grupującego należy zastosować odpowiedni test parametryczny. W niniejszej pracy wykorzystano test Newmana-Keulsa, w wyniku, którego otrzymuje się informacje o zróżnicowaniu poszczególnych średnich lub informacje o grupach średnich jednorodnych (tzn. nie różniących się statystycznie istotnie).

Do oceny łącznego wpływu obu czynników na analizowaną cechę wykorzystano analizę wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych. W wyniku, otrzymano informacje o istotności wpływu osobno każdego z 2 czynników oraz o współdziałaniu (interakcji) obu czynników. Interpretacja testu F i porównanie średnich dla poszczególnych czynników analogiczne jak dla doświadczeń jednoczynnikowych. Współdziałanie czynników najlepiej interpretować z otrzymanych w wyniku obliczeń rysunków przedstawiających kształtowanie się wartości średnich badanej cechy z równoczesnym uwzględnieniem obu czynników. Brak interakcji oznacza, że obserwuje się podobne tendencje zmian wartości średnich cechy w obiektach drugiego czynnika wraz ze zmianami obiektów czynnika pierwszego.

Wyniki analiz oraz obliczeń statystycznych przedstawiają odpowiednie tabele oraz przedstawione rysunki. Do obliczeń statystycznych i prezentacji wyników wykorzystano arkusz kalkulacyjny MS Excel oraz program komputerowy Statistica PL6.

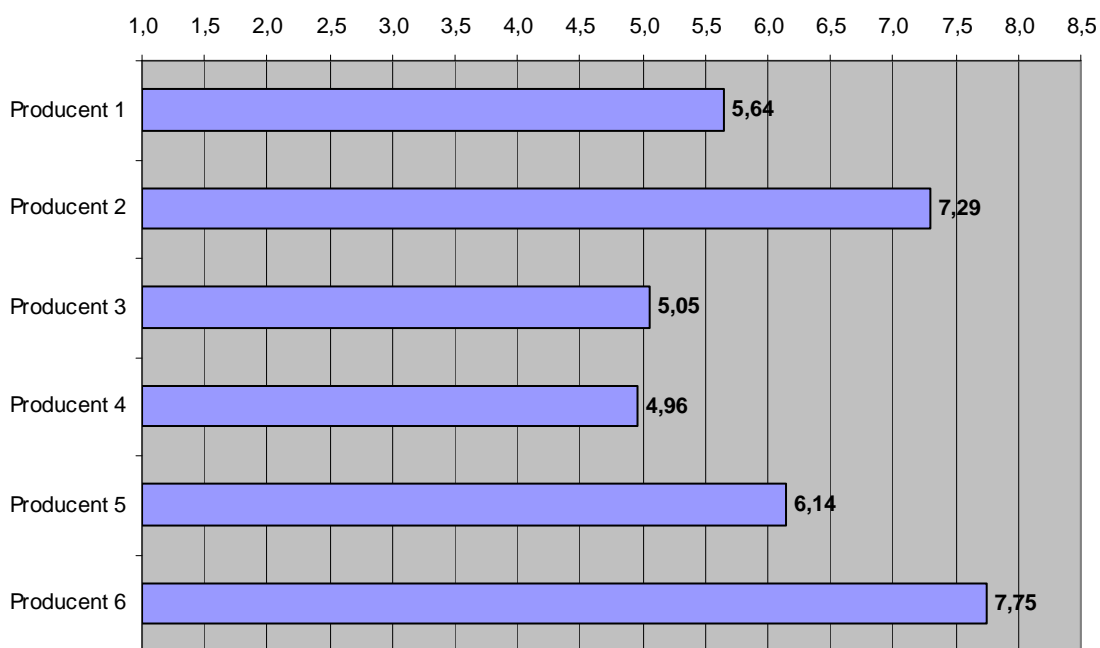
5. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

5.1. SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH ORAZ ZAWARTOŚĆ INSEKTYCYDÓW CHLOROORGANICZNYCH I POLICHLOROWANYCH BIFENYLI W TŁUSZCZU MIĘSA PSTRĄGA TĘCZOWEGO Z RYNKU OLSZTYŃSKIEGO (POZYSKANEGO OD RÓŻNYCH PRODUCENTÓW)

5.1.1. TŁUSZCZ MIĘSA RYB ŚWIEŻYCH OBJĘTYCH DOŚWIADCZENIEM

5.1.1.1. ZAWARTOŚĆ I SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

Badaniem objęto świeże ryby (pstrągi tęczowe) skierowane do obrotu handlowego na rynku w kraju. Pochodziły one bezpośrednio od sześciu producentów, których gospodarstwa zlokalizowane są w województwie warmińsko-mazurskim. Oznaczona i wyliczona średnia zawartość tłuszczu w rybach świeżych od producentów objętych doświadczeniem wyniosła 6,14%.



Rysunek 8. Średnia procentowa zawartość tłuszczu w mięsie pstrąga świeżego pozyskanego od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

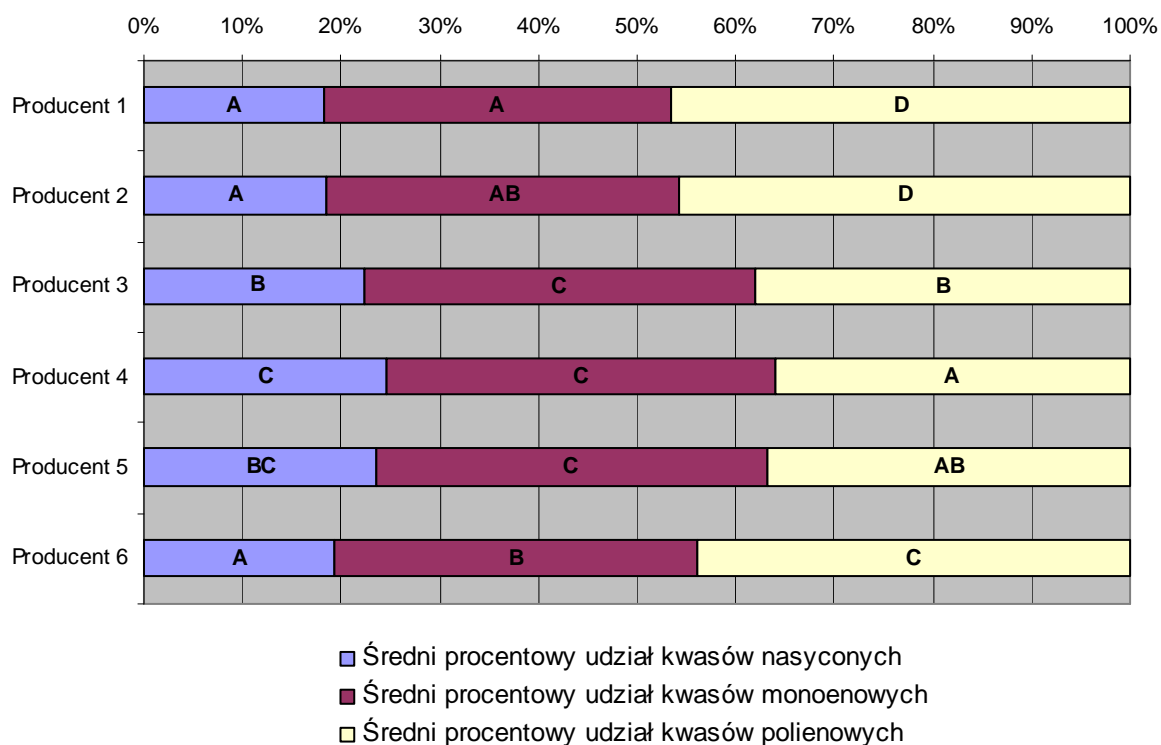
Średnia ilość tłuszczu w przypadku ryb poszczególnych producentów kształtowała się w zakresie od 4,96 do 7,75%, odpowiednio w przypadku producenta oznaczonego numerem 4 i numerem 6 (Załącznik 1). Wyniki te przedstawiono również na rysunku 8, który szczegółowo obrazuje jak charakteryzowała się zawartość lipidów w rybach od poszczególnych producentów. Zwraca uwagę, że średnia zawartość tłuszczu zbliżona była bardzo w dwóch różniących się grupach producentów 1, 3 i 4 oraz 2, 5 i 6. Należy podkreślić, że oznaczona zawartość tłuszczu w rybach świeżych nie odbiega od spotykanych w literaturze zawartości lipidów w świeżych pstrągach tęczowych, która wynosi od 6 do 8%.^{112 113}

Badania profilu kwasów tłuszczowych obejmowały identyfikację i ilościowe oznaczenie 26 kwasów tłuszczowych, w tym 6 nasyconych, 9 monoenowych i 11 polienowych. Rysunek 9 przedstawia średnie zawartości wszystkich grup kwasów tłuszczowych w ujęciu procentowym z zaznaczeniem istotnych statystycznie różnic między producentami.

Średni procentowy udział poszczególnych grup kwasów tłuszczowych był zróżnicowany w tłuszczu ryb poszczególnych producentów. Najmniej nasyconych (18,34%) kwasów tłuszczowych oznaczono w tłuszczu ryb od producenta pierwszego, a najwięcej (24,52%) w tłuszczu ryb producenta czwartego. Również w tłuszczu ryb pierwszego producenta oznaczono najmniej kwasów monoenowych (35,12%), a najwięcej (39,75%) kwasów tej grupy oznaczono w tłuszczu ryb piątego producenta. Największą zawartością (46,53%) polienowych kwasów tłuszczowych charakteryzowały się ryby pierwszego producenta, a najmniej (36,05%) zawierały ich ryby producenta czwartego. Średni procentowy udział wybranych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb świeżych pochodzących od różnych producentów wynosił: 21,1% w przypadku nasyconych, 37,69% monoenowych i 41,24% polienowych kwasów tłuszczowych (Załącznik 2).

¹¹² Bienkiewicz G., Domiszewski Z., Kuszyński T. „Ryby słodkowodne jako źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT.” *Magazyn przemysłu rybnego* nr 3 (63)/2008 s. 58-59

¹¹³ Cieśla M. „Czy każda ryba dobrze wpływa na wszystko? Prozdrowotne walory najbardziej popularnych ryb pochodzących z akwakultury.” *Magazyn Przemysłu Rybnego* nr 3(69)/2009 s. 57



Rysunek 9. Średnia procentowa zawartość wybranych grup kwasów tłuszczowych w mięsie pstrąga świeżego pozyskanego od różnych producentów

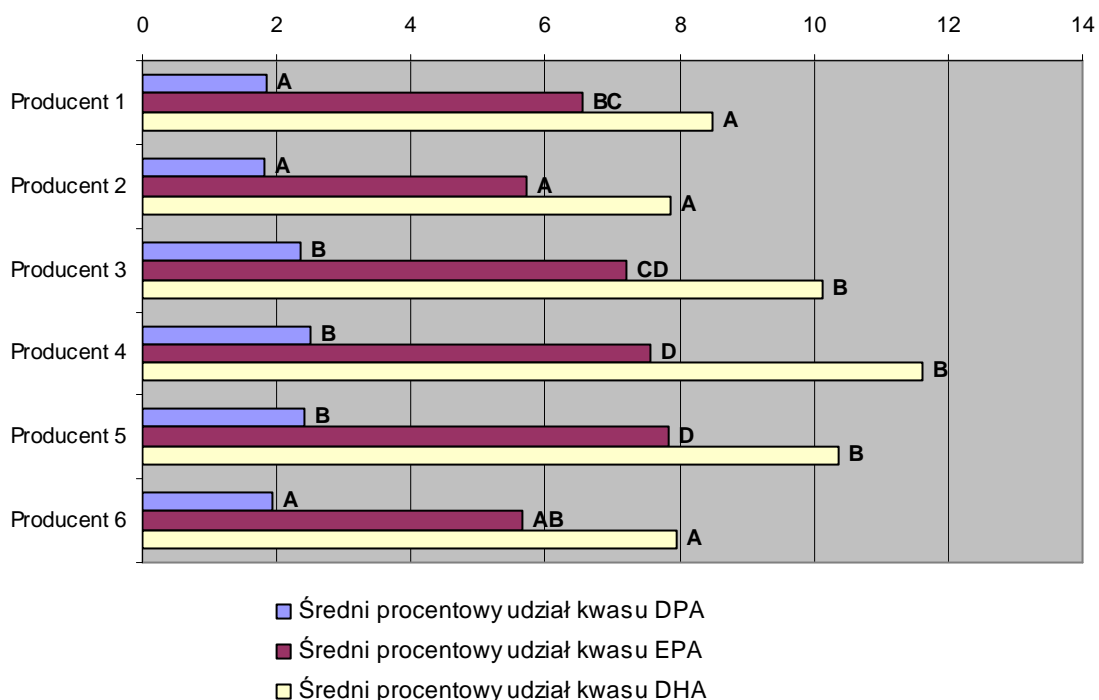
Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami wewnątrz danej grupy kwasów nie różnią się statystycznie istotnie między producentami przy poziomie istotności $p=0,01$

Analizując pojedyncze kwasy tłuszczowe, największą średnią zawartością (24,5%) wśród wszystkich kwasów tłuszczowych charakteryzował się monoenowy kwas oleinowy (C18:1 CIS 9), tłuszcz ryby producenta numer 6 zawierał go 27% (najwięcej). W grupie kwasów tłuszczowych nasyconych największą średnią zawartość (13,26%) zanotowano w przypadku kwasu palmitynowego (C16), najwięcej zawartości tego kwasu zanotowano w tłuszczu ryb czwartego producenta (16,23%). W grupie kwasów polienowych największy średni udział stanowił kwas linolowy (10,72%), najwięcej tego związku zawierały ryby producenta numer 6 (13,95%) (Załącznik 2).

Ze względów żywieniowych najczęściej uwagi poświęcono trzem charakterystycznym dla ryb kwasom wielonienasyconym grupy omega-3: eikozapentaenowemu 20:5 n-3 (EPA) o średniej zawartości 6,75%, dokozaheksaenowemu 22:6 (DHA) o średniej zawartości 9,38% i dokozapentaenowemu 22:5 n-3 (DPA) o średniej zawartości 2,14%. Największe średnie udziały tych kwasów

zanotowano w przypadku producentów numer 3, 4 i 5, nawet do 7,83% EPA, 2,51% DPA i 11,62% DHA ogółu kwasów tłuszczowych (Załącznik 2).

Pod względem zawartości wybranych grup kwasów tłuszczowych (nasycone, monoenowe, polienowe) ryby producentów 1 i 2 nie wykazywały różnic istotnych statystycznie, a łączy ich rodzaj podawanej rybom paszy. Producent 6 również karmił swoje ryby tą samą paszą, co producenci 1 i 2, lecz brak istotnych różnic w zawartości kwasów tłuszczowych w stosunku do producentów 1 i 2 występuje jedynie w grupie nasyconych kwasów tłuszczowych, w przypadku kwasów monoenowych zawartość nie różni się statystycznie istotnie jedynie od zawartości kwasów monoenowych 2 producenta, natomiast w przypadku zawartości kwasów polienowych tłuszcz ryb tego producenta różni się istotnie statystycznie od ryb obu (1 i 2) producentów (Załącznik 15).



Rysunek 10. Średnia procentowa zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu pstrąga świeżego pozyskanego od różnych producentów.

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami wybranych kwasów tłuszczowych nie różnią się statystycznie istotnie między producentami przy poziomie istotności $p=0,01$

Podobne zależności można zauważyć w przypadku producentów 4 i 5, gdyż również oni do produkcji ryb używają jednakowej paszy (innej niż producenci 1, 2 i 6) i nie zanotowano między nimi istotnych różnic w zawartości wybranych grup kwasów tłuszczowych. Jednak zawartość i struktura poszczególnych grup kwasów tłuszczowych

w tłuszczu ryb producentów 4 i 5 była zdecydowanie inna niż w przypadku producentów numer 1 i 2. W tłuszczu ryb producentów numer 4 i 5 zanotowano większą średnią zawartość nasyconych oraz monoenowych kwasów tłuszczowych a zdecydowanie mniejszą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, niż u pierwszego i drugiego producenta. Dodatkowo stwierdzono, że w przypadku ryb o mniejszej średniej zawartości kwasów polienowych udział kwasów EPA, DPA i DHA (producenci 3, 4, 5) nie wykazuje statystycznie istotnych różnic i ich udział w sumie kwasów tłuszczowych jest wyższy niż w przypadku ryb o większej średniej zawartości kwasów polienowych (producenci 1, 2, 6). W przypadku producentów numer 1, 2 i 6 można zauważyć brak istotnych różnic w zawartości kwasów DPA i DHA. Natomiast odnośnie kwasu EPA istotnych różnic nie zaobserwowano pomiędzy producentami numer 1 i 6 oraz 2 i 6. Szczegółowe dane odnośnie tych kwasów przedstawia rysunek 9 (Załącznik 14).

Zbliżone wyniki w hodowanych w Polsce pstrągach tęczowych otrzymali Bienkiewicz i wsp., w których średnia zawartość kwasów nasyconych, monoenowych i polienowych kształtowała się odpowiednio na poziomie 20%, 46% i 34%, a zawartość kwasów DHA i EPA odpowiednio na poziomie 11% i 5%.¹¹⁴

Pstrąg tęczowy pochodzący z hodowli w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej zawierał zbliżone do otrzymanych w niniejszej pracy ilości kwasów wielonienasyconych (w procentach ogółu kwasów tłuszczowych): 18:3 (n-3) 3,47; 20:5 (n-3) EPA 10,93; 22:6 (n-3) DHA 12,72; 18:2 (n-6) 20,88; 20:4 (n-6) 0,27. Natomiast udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w lipidach pstrąga kształtował się na niższym poziomie (60,98%), a kwasów nasyconych na poziomie wyższym (39,02%) niż w przypadku pstrągów badanych w ramach niniejszej pracy.¹¹⁵

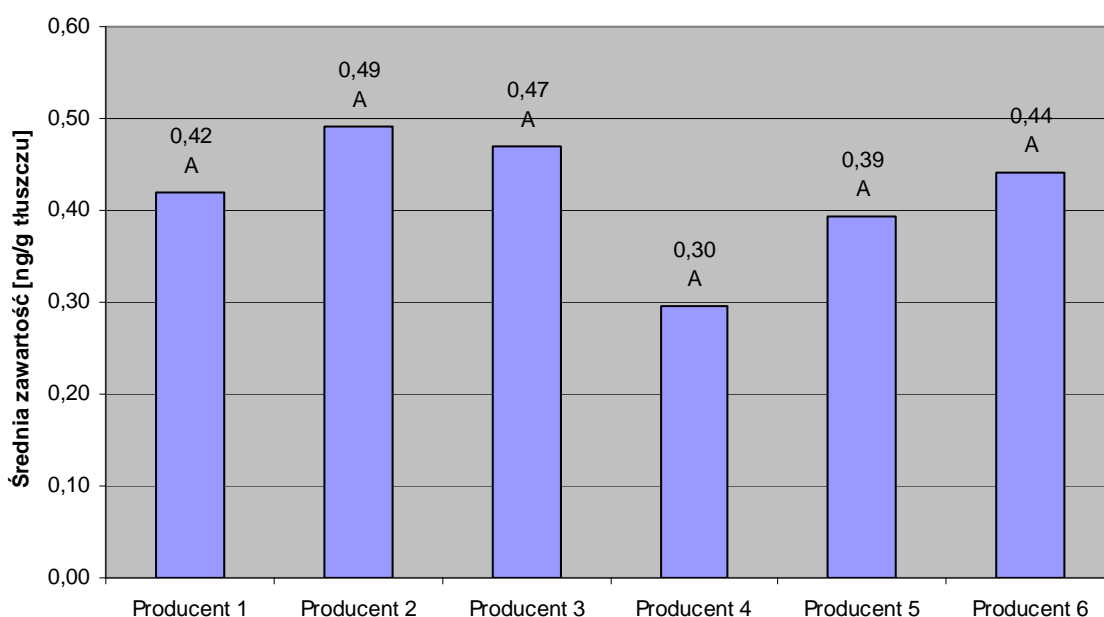
5.1.1.2. ZAWARTOŚĆ INSEKTYCYDÓW CHLOROORGANICZNYCH

W tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od sześciu różnych producentów dokonano oznaczenia zawartości lindanu, DDD, DDE i DDT. Średnia zawartość γ -HCH w przebadanych próbkach wyniosła 0,42 ng/g tłuszczu. Szczegółowe dane

¹¹⁴ Bienkiewicz G., Domiszewski Z., Kuszyński T. „Ryby słodkowodne jako źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT.” *Magazyn przemysłu rybnego* nr 3 (63)/2008 s. 58-59

¹¹⁵ Cheng Y.C., Nguyen J., Semmens K., Beamer S., Jaczynski J. „Enhancement of omega-3 fatty acid content in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets“ *Journal of Food Science* vol. 71 (7), 2006 s. 383-389

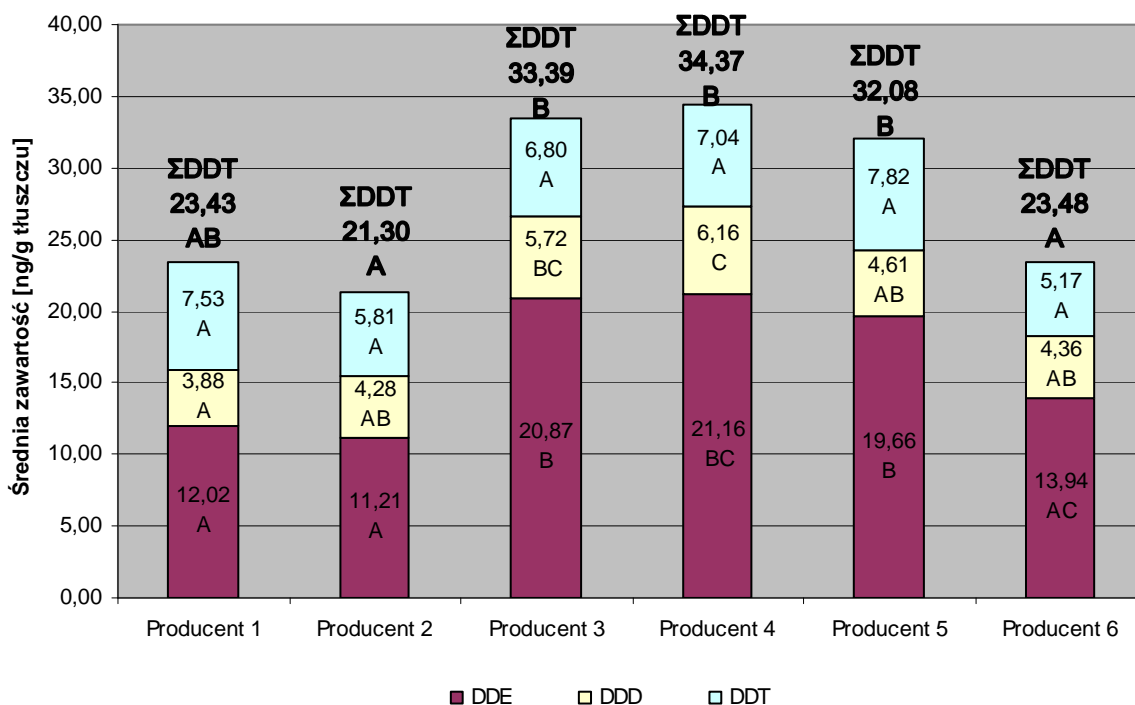
dotyczące zawartości lindanu w tłuszczu ryb poszczególnych producentów przedstawia rysunek 11. Najniższą zawartość lindanu oznaczono w rybie od producenta pierwszego (0,12 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta trzeciego (1,1 ng/g tłuszczu) (Załącznik 6). Analizując zawartość lindanu w badanych rybach nie wykazano statystycznie istotnych różnic między hodowcami ryb (Załącznik 24). Ważne jest, że żadna z przebadanych prób nie przekroczyła najwyższej dopuszczalnej przez polskie ustawodawstwo zawartości γ -HCH – 20 ng/g tłuszczu, dodatkowo oznaczone zawartości są nawet kilkadziesiąt razy od niej niższe.



Rysunek 11. Średnia zawartość lindanu w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

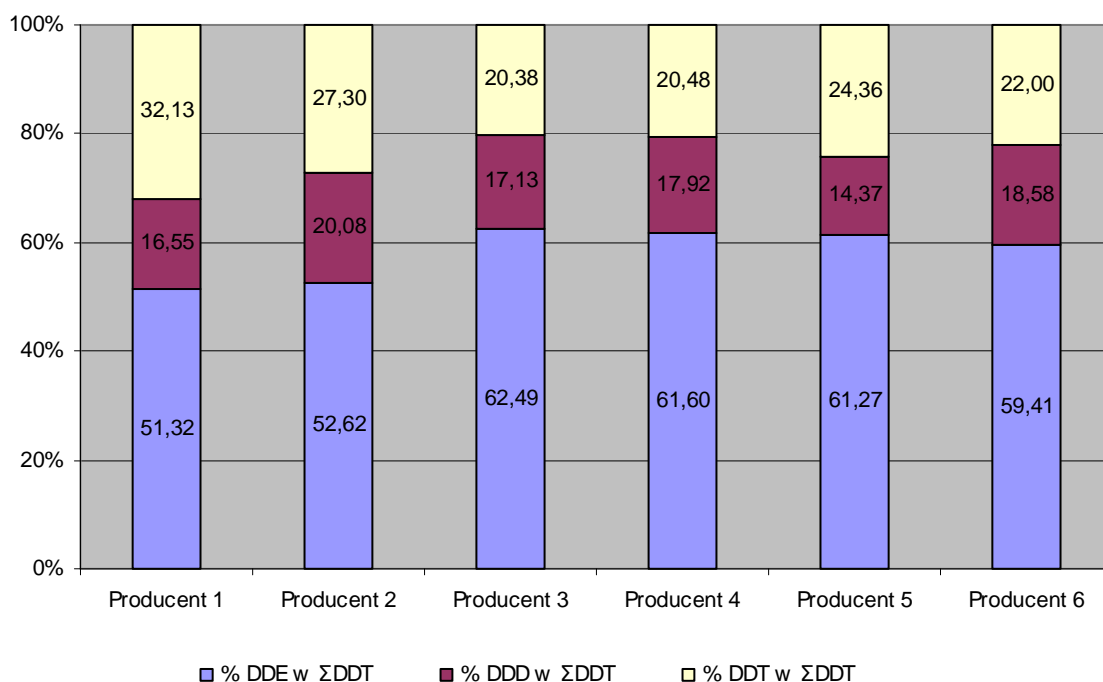
Średnia zawartość DDT i jego metabolitów w badanych rybach świeżych wyniosła dla: DDE 16,47 ng/g tłuszczu, DDD 4,83 ng/g tłuszczu, DDT 6,69 ng/g tłuszczu. Natomiast średnia zawartość sumy DDT (DDT+DDE+DDD) w rybach świeżych wyniosła 28 ng/g tłuszczu. Szczegółową zawartość poszczególnych związków w rybach sześciu producentów przedstawia rysunek numer 12.



Rysunek 12. Średnia zawartość DDD, DDE, DDT oraz ΣDDT (jako suma DDT+DDE+DDD) w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Najniższą zawartość DDE oznaczono w rybie producenta drugiego (8,11 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta czwartego (32,32 ng/g tłuszczu). Najniższą zawartość DDD oznaczono w rybie producenta piątego (2,52 ng/g tłuszczu), najwyższą zaś w rybie producenta czwartego (7,79 ng/g tłuszczu). Najniższą zawartość DDT oznaczono w rybie producenta drugiego (2,87 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta czwartego (13,07 ng/g tłuszczu). Analizując sumę DDT i jego metabolitów to najwyższą wartość zanotowano w rybie producenta czwartego (51,07 ng/g), a najniższą w rybie producenta drugiego (15,07 ng/g tłuszczu). Powyższe analizy znalazły odzwierciedlenie w średniej zawartości sumy DDT, gdzie najmniejsza średnia jej zawartość została oznaczona w rybach producenta drugiego, a największa średnia jej zawartość w rybach producenta czwartego. Szczegółowy udział procentowy poszczególnych insektycydów w tłuszczu pstrąga różnych hodowców przedstawia rysunek numer 13. Wynika z niego, że największy udział (od 51,32 % do 62,49 %) w tłuszczu ryb wszystkich producentów, w sumie DDT, stanowi DDE. Średnio w rybach świeżych pozyskanych od różnych producentów DDE stanowiło 58,12%, DDD 17,44% i DDT 24,44% w ΣDDT (Załącznik 6).



Rysunek 13. Średni procentowy udział zawartości DDD, DDE i DDT w sumie DDT w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

Pojedynczo analizowane zawartości DDT, DDD i DDE wykazują pewne zależności pomiędzy producentami, jednak dopiero analiza Σ DDT pozwoliła w pełni zauważyć, że ryby producentów 1, 2 i 6 nie wykazują statystycznie istotnych różnic, podobnie ryby producentów 3, 4 i 5 (Załącznik 25). W przypadku producenta drugiego, który stosuje paszę identyczną jak producenci 1 i 6, jednak różni się od nich pochodzeniem wody, obserwujemy najniższy, wśród wszystkich producentów, średni poziom zawartości Σ DDT. Producent drugi wodę do produkcji pozyskuje bezpośrednio ze źródeł, natomiast producenci 1 i 6 pozyskują ją z rzeki, dodatkowo tej samej rzeki i pobierają ją dokładnie w tym samym miejscu, co razem z paszą, może mieć wpływ na prawie identyczną średnią zawartość Σ DDT. Żadna z próbek ryb nie była wolna od pozostałości insektycydów chloroorganicznych, jednak na uwagę zasługuje fakt, że w Σ DDT największy udział procentowy stanowiło DDE (metabolit DDT), lecz stosunkowo wysoka zawartość samego DDT może sugerować ciągłe wprowadzanie tej substancji do środowiska (np. z nieszczelnych mogilników).

Najważniejszym wynikiem przeprowadzonych badań jest to, że świeże pstrągi tęczowe intensywnie hodowane, pomimo znaczących różnic w zawartości, zawierają kilkadziesiąt razy mniej Σ DDT niż jest to dopuszczone przez polskie ustawodawstwo

(1000 ng/g tłuszczu) i żadna z przebadanych próbek nie przekraczała dopuszczalnego limitu.

Badania monitoringowe zawartości chloroorganicznych insektycydów w różnych gatunkach bałtyckich ryb prowadzono w latach 2003-2006, a otrzymane wyniki zawartości były o wiele wyższe w łososiu (pstrąg należy do ryb łososiowatych) niż w pstrągu z niniejszej pracy. Łosoś bałtycki pozyskany w 2003 roku zawierał średnio γ -HCH w ilości 2,99 ng/g tłuszczu, a średnia suma DDT i jego metabolitów (Σ DDT) wynosiła 1700 ng/g tłuszczu, w 2004 roku zawierał średnio γ -HCH w ilości 4,6 ng/g tłuszczu, a średnia Σ DDT wynosiła 699 ng/g tłuszczu, w 2005 roku zawierał średnio γ -HCH w ilości 5,52 ng/g tłuszczu, a średnia Σ DDT wynosiła 361 ng/g tłuszczu, by w 2006 roku zbliżyć się do poziomu z roku 2004 i wyniosła średnio γ -HCH 4,6 ng/g tłuszczu, a średnia Σ DDT wynosiła 777 ng/g tłuszczu.¹¹⁶ Badania ryb pochodzących z akwakultury w województwie podlaskim pokazały, że karaś, karp, szczupak i ukleja zawierały DDT i jego metabolity w mięśniach, wątrobie i mózgu, w ilościach dużo większych niż oznaczone w niniejszej pracy. Najmniej insektycydów stwierdzono w karpniu (396,2 ng/g tkanki), a najwięcej w szczupaku (694,1 ng/g tkanki). Najmniejsze stężenie stwierdzono w mięśniach (53 ng/g tkanki), a największe w mózgu (1165 ng/g tkanki). Również zaobserwowano różnice w stężeniach DDT i jego metabolitów. Największy udział w Σ DDT stanowiło DDD, następnie DDE, DDT występowało w najmniejszym stężeniu, inaczej niż w niniejszej pracy, gdyż w pstrągach tęczowych to DDE miało największy udział w Σ DDT.¹¹⁷ Podobną proporcję, choć wyższe zawartości, w przypadku DDT i jego metabolitów oznaczono w sandaczu i okoniu żyjących w Zbiorniku Sulejowskim. Wyniki tych badań były następujące: mięśnie sandacza zawierały 1072 ng/g tłuszczu DDE, 147 ng/g tłuszczu DDD, 26 ng/g tłuszczu DDT oraz 1,8 ng/g tłuszczu γ -HCH, natomiast mięśnie okonia zawierały 694 ng/g tłuszczu DDE, 197 ng/g tłuszczu DDD, 17 ng/g tłuszczu DDT oraz 5,9 ng/g tłuszczu γ -HCH.¹¹⁸ Badania pstrągów potokowych (*Salmo trutta*) przeprowadzone na rybach złowionych w rzece Turia w Hiszpanii ujawniły zawartość DDT w ilości 0,44 ng/g m.m. (zblizona do średniej zawartości w świeżych pstrągach w niniejsze pracy wynoszącej

¹¹⁶ Szlinder-Richert J., Barska I., Mazerski J., Usydus Z. „Organochlorine pesticides in fish from the southern Baltic Sea: Levels, bioaccumulation features and temporal trends during 1995-2006 period” Marine Pollution Bulletin 56 (2008) 927-940

¹¹⁷ Kiziewicz B, Czeczuga B. “DDT and Its Metabolites in the Tissues of Certain Fish Species from Podlasie Province” Polish Journal of Environmental Studies Vol. 12, No. 1 (2003), s. 123-127

¹¹⁸ Waszak I., Dąbrowska H., „Persistent organic pollutants in two fish species of Percidae and sediment from the Sulejowski Reservoir in central Poland” Chemosphere 75 (2009) 1135-1143

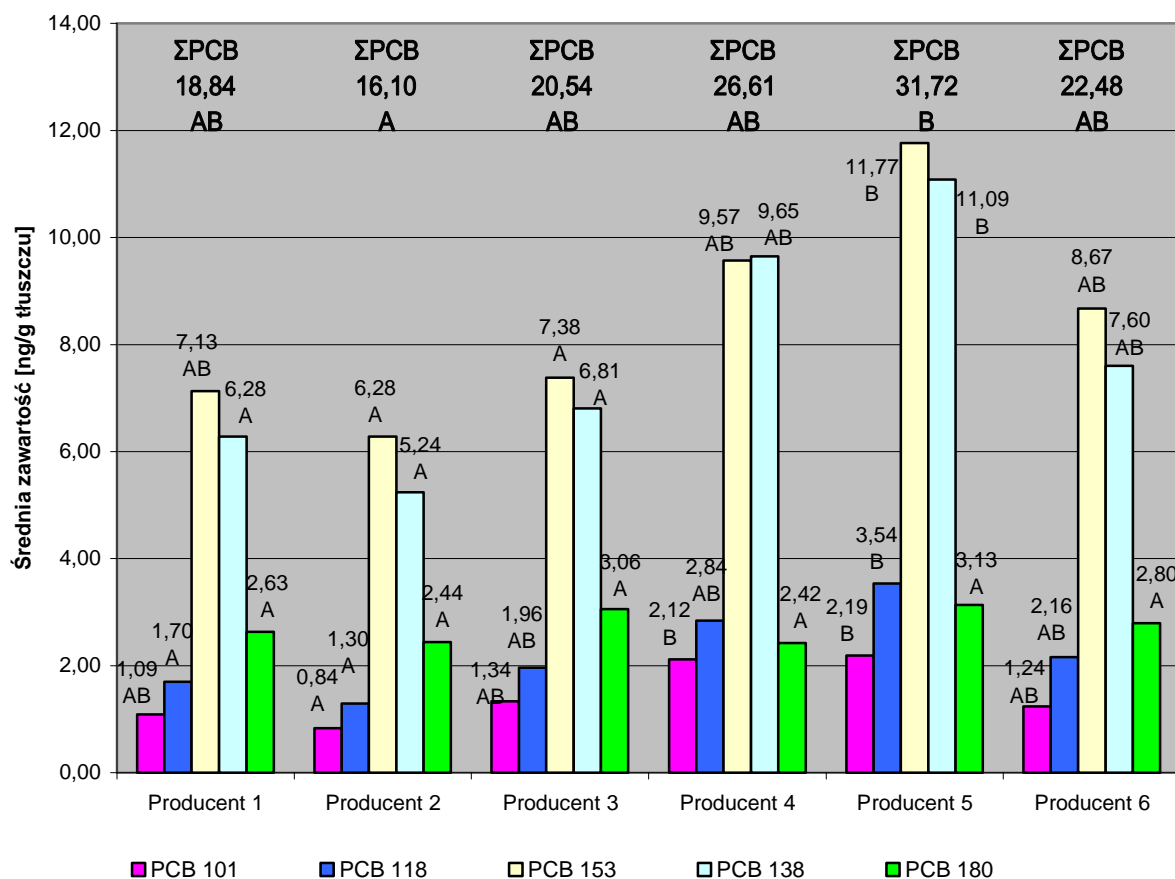
około 0,42 ng/g m.m.), a DDE w ilości 3,6 ng/g m.m. (wyższa niż średnia zawartość w świeżych pstrągach w niniejszej pracy, która wynosiła około 1,01 ng/g m.m.).¹¹⁹ Dużo wyższe zawartości pozostałości insektycydów oznaczono w mięsie pstrąga surowego z jeziora Michigan, które zawierało 30,1 µg DDT, 196,7 µg DDE i 26,7 µg DDD w 564,5 g fileta oraz w mięsie pstrąga surowego z jeziora Superior, które zawierało 27,2 µg DDT, 131,8 µg DDE i 14,4 µg DDD w 278,3 g fileta.¹²⁰

5.1.1.3. ZAWARTOŚĆ POLICHLOROWANYCH BIFENYLI

W tłuszczu świeżych pstrągów tęczowych pozyskanych od sześciu różnych producentów przeprowadzono również badania zawartości siedmiu wskaźnikowych kongenerów polichlorowanych bifenyli o numerach IUPAC 28, 52, 101, 118, 153, 138 i 180. W żadnej z badanych świeżych ryb nie wykryto kongenerów PCB o numerach 28 i 52. Średnia zawartość PCB 101 w badanych rybach wyniosła 1,47 ng/g tłuszczu, najwięcej tego związku (3,87 ng/g tłuszczu) wykryto w rybie producenta piątego. Średnia zawartość PCB 118 wyniosła 2,25 ng/g tłuszczu, a największą jego ilość (6,03 ng/g tłuszczu) oznaczono w rybie producenta piątego. Średnia zawartość PCB 153 wyniosła 8,47 ng/g tłuszczu, a najwięcej (15,80 ng/g tłuszczu) tego związku zawierała ryba producenta piątego. Średnia zawartość PCB 138 w rybach świeżych wyniosła 7,78 ng/g tłuszczu, najwięcej (15,53 ng/g tłuszczu) tego kongeneru zawierała ryba producenta piątego. Średnia zawartość PCB 180 wyniosła 2,75 ng/g tłuszczu, a najwięcej (5,63 ng/g tłuszczu) tego związku zawierała ryba producenta trzeciego. Natomiast średnia zawartość Σ PCB₇ wyniosła 22,71 ng/g tłuszczu w rybach świeżych pozyskanych od różnych producentów, a najwyższą zawartość tej sumy oznaczono w rybie producenta piątego (45,34 ng/g tłuszczu). Szczegóły zawartości poszczególnych kongenerów PCB w tłuszczu ryb różnych producentów przedstawia rysunek 14.

¹¹⁹ Bordajandi L.R., Gomez G., Fernandez M.A., Abak E., Rivera J., Gonzalez M.J. "Study on PCBs, PCDD/Fs, organochlorine pesticides, heavy metals and arsenic content in fresh water fish species from the River Turia (Spain)" *Chemosphere* 53 (2003) s. 163-171

¹²⁰ Zabik M.E., Booren Al, Zabik M.J., Welch R., Humphrey H. "Pesticides residues, PCBs and Pahs in baked, charboiled, salt boiled and smoked Great Lakes lake trout" *Food chemistry* vol. 55 No. 3 1996 s. 231-239



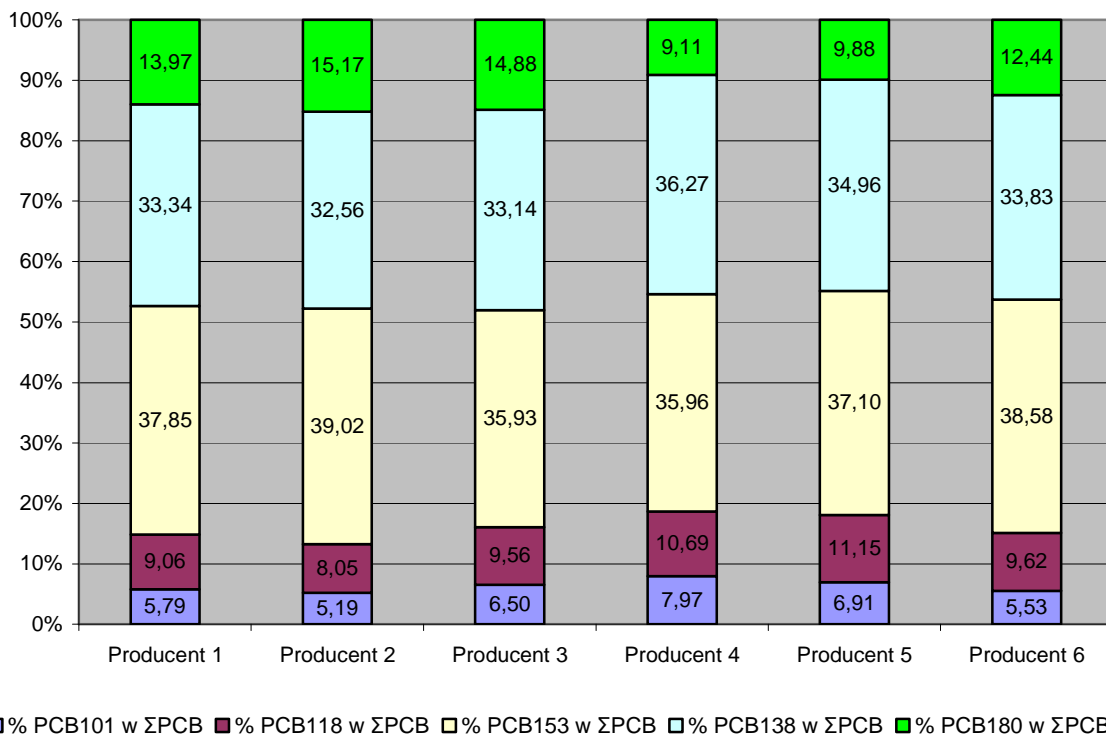
Rysunek 14. Średnia zawartość siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB oraz ΣPCB_7 (jako suma oznaczonych siedmiu kongenerów) w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Średni największy udział procentowy w ΣPCB_7 we wszystkich rybach świeżych stanowił kongener PCB 153 (37,41%), następnie PCB 138 (34,02%), kolejno PCB 180 (12,58%), PCB 118 (9,69%) i najmniejszy udział procentowy stanowił kongener PCB 101 (6,31%). Szczegóły udziału wybranych kongenerów w ΣPCB_7 u poszczególnych producentów przedstawia rysunek 14 (Załącznik 15).

Analiza statystycznie istotnych różnic zawartości wybranych kongenerów wśród badanych świeżych ryb pochodzących od różnych producentów wykazała, że ryby producentów 1, 2, 3, 4 i 6 nie różnią się statystycznie istotnie, jak również ryby producenta numer 1, 3, 4, 5 i 6. Zawartość poszczególnych kongenerów w rybach producenta piątego jest istotnie wyższa niż w rybach producenta drugiego, co skutkuje prawie dwukrotnie wyższą średnią ΣPCB_7 w tłuszczu pozyskanych od niego ryb. Podobnie jak w przypadku insektycydów, to ryby producenta drugiego zawierają najmniejszą ilość pozostałości PCB w tłuszczu, ponownie można ten fakt wiązać

z rodzajem pobieranej do produkcji wody. Do hodowli ryb producent numer 2 wykorzystuje wodę pochodzącą bezpośrednio ze źródeł, natomiast woda producenta numer 5 pobierana jest z dna jeziora (Załącznik 34).



Rysunek 15. Średni procentowy udział zawartości siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB w ΣPCB₇ w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

Oznaczona średnia ΣPCB₇ w łosiosiu pozyskanym z Morza Bałtyckiego na przestrzeni lat 2003-2006 była nawet kilkadziesiąt razy wyższa niż w badanym w tej pracy pstrągu i wynosiła: 1278 ng/g tłuszczu w 2003 roku, 657 ng/g tłuszczu w 2004 roku, 486 ng/g tłuszczu w 2005 roku, 582 ng/g tłuszczu w 2006 roku. Największy udział procentowy w ΣPCB₇, bardzo podobnie jak w niniejszej pracy, stanowiły kongenery PCB 153 i 138 (razem około 60%), PCB 101 i 118 (razem około 10-15%), najmniejszy udział procentowy stanowiły kongenery 28 (1%) i 52 (4%).¹²¹ Badania przeprowadzone na pstrągach potokowych (*Salmo trutta*) pochodzących z hiszpańskiej rzeki Turia wykazały obecność wszystkich siedmiu kongenerów wskaźnikowych, a ich wartości (ng/g m.m.: PCB 28 0,02; PCB 52 0,54; PCB 101 0,76; PCB 118 0,42; PCB

¹²¹ Szlinder-Richert J., Barska I, Mazerski J., Usydus Z. "PCBs in fish from the southern Baltic Sea: Levels, bioaccumulation features, and temporal trends during the period from 1997-2006" Marine Pollution Bulletin 58 (2009) s. 85-92

153 0,94; PCB 138 1,04; PCB 180 0,41) były zbliżone do oznaczonych w ramach tej pracy, jak i stosunek zawartości poszczególnych kongenerów do ΣPCB_7 .¹²²

Istotne, że żadna z badanych próbek ryb świeżych nie przekroczyła, uważanego obecnie za maksymalny, poziomu zawartości ΣPCB_7 200 ng/g tłuszczu, a także planowanego maksymalnego poziomu ΣPCB_7 75 ng/g mięsa ryb.

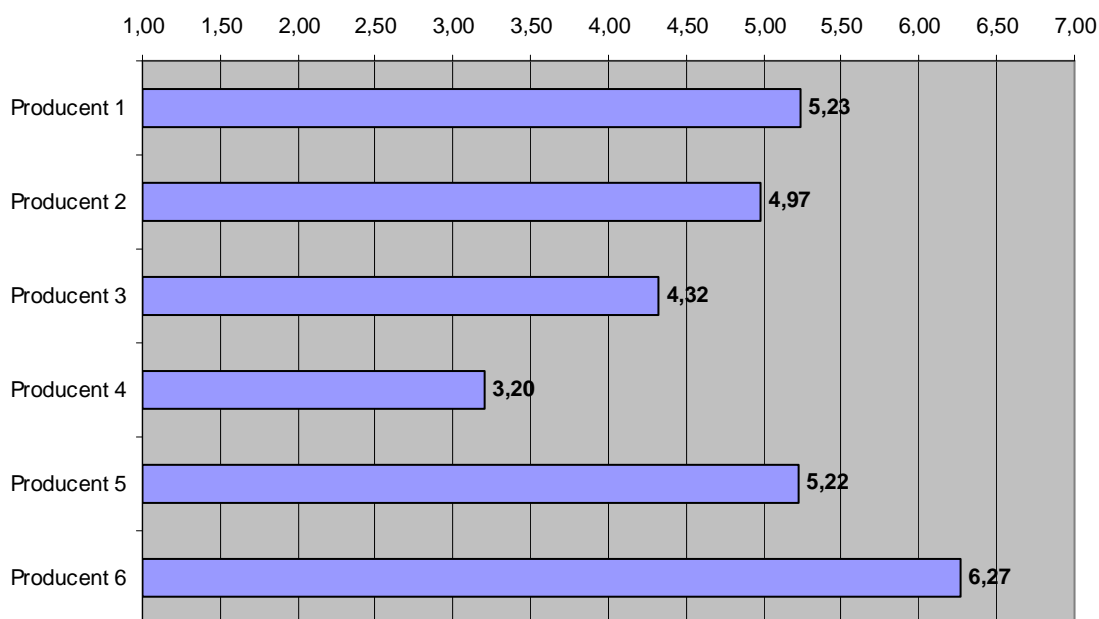
5.1.2. TŁUSZCZ MIĘSA RYB MROŻONYCH OBJĘTYCH DOŚWIADCZENIEM

5.1.2.1. ZAWARTOŚĆ I SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

Badaniem objęto ryby zamrożone i przechowywane przez okres sześciu miesięcy, pochodzące od sześciu różnych producentów. Średnia zawartość tłuszczu w badanych rybach wyniosła 4,87%, wahała się od 3,2% (ryby producenta 4) do 6,27% (ryby producenta 6) (Załącznik 1). Średnia zawartość tłuszczu wydzielona z tkanki mięsnej ryb mrożonych była niższa niż w rybach świeżych o 1,27 punktu procentowego, może to wynikać z wycieku części tłuszczu w czasie rozmrażania. Największą różnicę w średniej zawartości tłuszczu zanotowano w przypadku ryb producenta 2 (spadek o 2,32 punktu procentowego), a najmniejszą w rybach producenta numer 1 (spadek o 0,41 punktu procentowego). Rysunek 16 szczegółowo przedstawia kształtowanie się zawartości lipidów w rybach mrożonych od poszczególnych producentów.

Badania profilu kwasów tłuszczowych, identycznie jak w przypadku ryb świeżych, obejmowały identyfikację oraz ilościowe oznaczenie 26 kwasów tłuszczowych, w tym 6 nasyconych, 9 monoenowych i 11 polienowych. Rysunek 17 przedstawia średnie zawartości wszystkich grup kwasów tłuszczowych w ujęciu procentowym z zaznaczeniem istotnych statystycznie różnic między producentami.

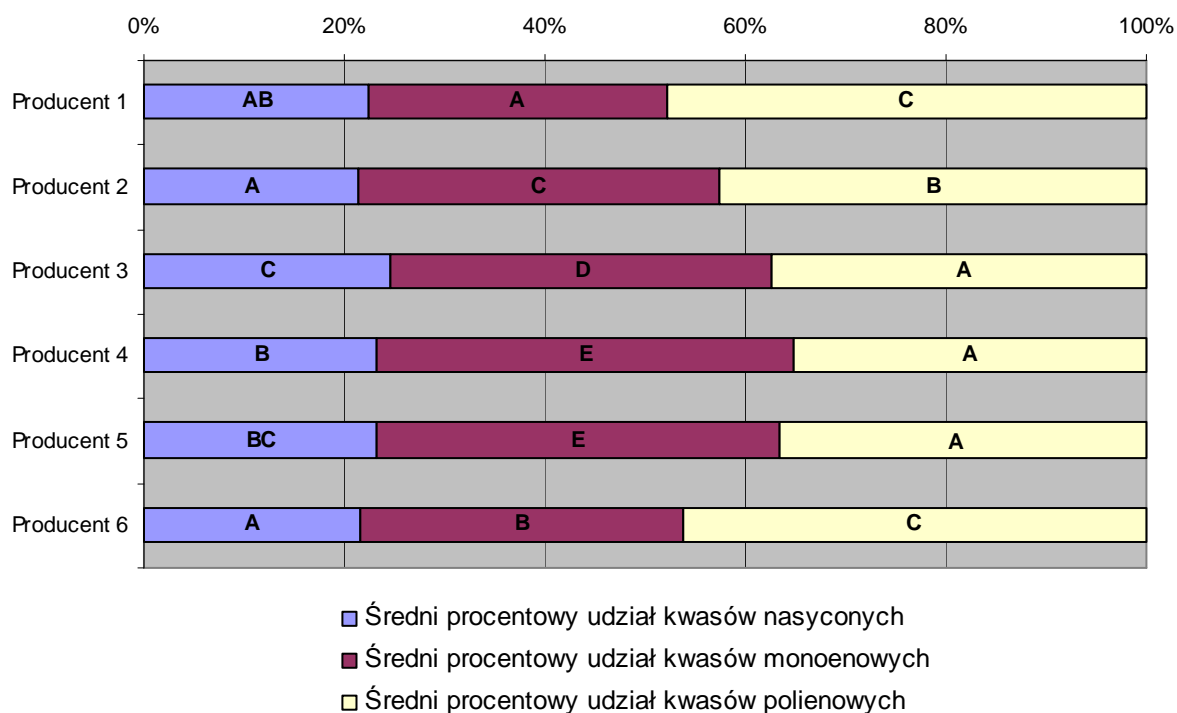
¹²² Bordajandi L.R., Gomez G., Fernandez M.A., Abak E., Rivera J., Gonzalez M.J. "Study on PCBs, PCDD/Fs, organochlorine pesticides, heavy metals and arsenic content in fresh water fish species from the River Turia (Spain)" Chemosphere 53 (2003) s. 163-171



Rysunek 16. Średnia procentowa zawartość tłuszczu w mięsie pstrąga mrożonego pozyskanego od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

Średni procentowy udział wybranych grup kwasów tłuszczowych był zróżnicowany u poszczególnych producentów. Najmniej nasyconych (21,42%) kwasów tłuszczowych oznaczono w tłuszczu ryb producenta drugiego, a najwięcej (24,54%) w tłuszczu ryb producenta trzeciego. Największe różnice (nawet o kilkanaście punktów procentowych) zaobserwowano w zawartości kwasów monoenowych i polienowych. Najmniej kwasów monoenowych (29,89%) oznaczono w rybach pierwszego producenta, a najwięcej (41,60%) kwasów tej grupy oznaczono w rybach czwartego producenta. Największą zawartość (47,81%) polienowych kwasów tłuszczowych oznaczono w tłuszczu ryb pierwszego producenta, a najmniejszą (35,19%) zawierał tłuszcz ryb producenta czwartego (Załącznik 4). Średnia procentowa zawartość w tłuszczu ryb mrożonych pochodzących od różnych producentów wynosiła: 22,68% w przypadku nasyconych, 36,36% monoenowych i 40,96% polienowych kwasów tłuszczowych.

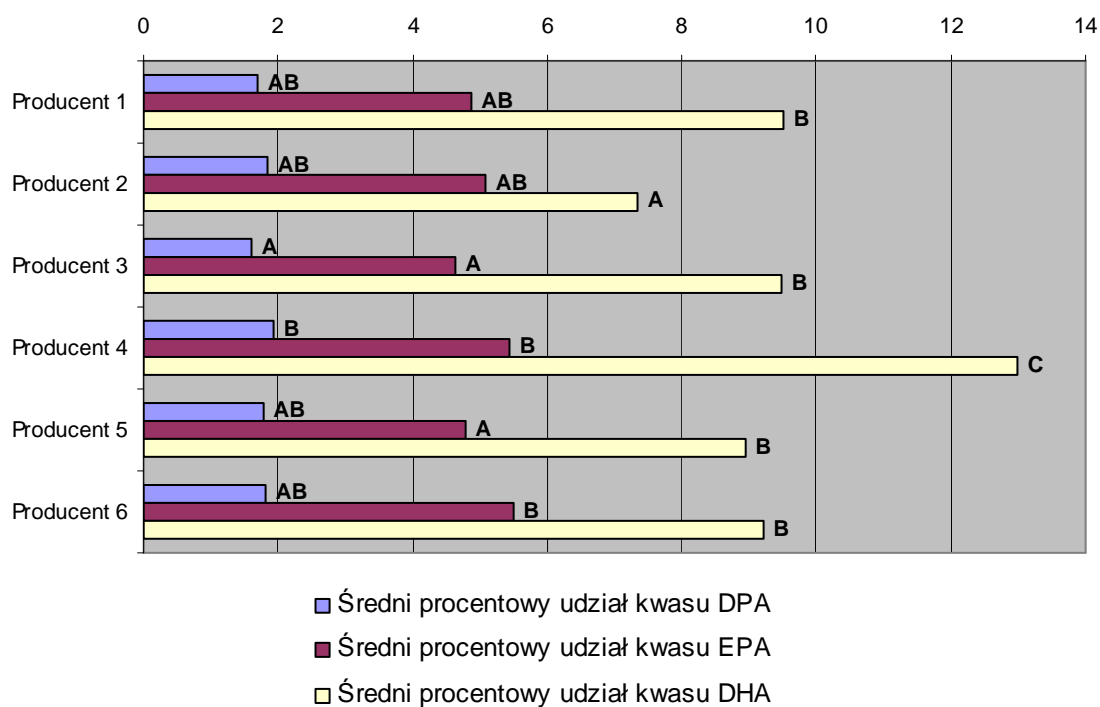


Rysunek 17. Średnia procentowa zawartość wybranych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu pstrągów mrożonych pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami wewnątrz danej grupy kwasów nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Biorąc pod uwagę pojedyncze kwasy tłuszczowe, największą średnią zawartością (23,96%) wśród wszystkich kwasów tłuszczowych charakteryzował się monoenowy kwas oleinowy (C18:1 CIS 9), tłuszcz ryby producenta numer 5 zawierał go 28,09%. W grupie kwasów tłuszczowych nasyconych największą średnią zawartość (14,66%) zanotowano w przypadku kwasu palmitynowego (C16), najwięcej, gdyż 16,65% zawartości tego kwasu zanotowano w rybach trzeciego producenta. W grupie kwasów polienowych największy średni udział stanowił kwas linolowy (13,13%), a najwięcej tego związku zawierały ryby producenta numer 2 (17,54%) (Załącznik 4).

Ponownie szczególną uwagę poświęcono trzem charakterystycznym dla ryb kwasom: EPA o średniej zawartości 5,06%, DHA o średniej zawartości 9,59% i DPA o średniej zawartości 1,77% w ogóle kwasów tłuszczowych ryb mrożonych. Największą średnią zawartość kwasu EPA (5,5%) zawierał tłuszcz ryb szóstego producenta, a najmniej producenta trzeciego (4,64%). Kwas DPA był obecny w największej ilości w rybach czwartego producenta (1,93%), a najmniejszą jego ilość (1,62%) oznaczono w tłuszczu ryb producenta numer 3. Natomiast średnia zawartość kwasu DHA była największa u producenta numer 3 (13%), a najmniejsza u producenta numer 2 (7,34%) (Załącznik 4).



Rysunek 18. Średnia procentowa zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu pstrąga mrożonego pozyskanego od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami wybranych kwasów tłuszczowych nie różnią się statystycznie istotnie między producentami przy poziomie istotności $p=0,01$

Nie zaobserwowano istotnych różnic w zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w mrożonych rybach producentów 1, 2 i 6, czyli ryb karmionych identyczną paszą. Natomiast już zawartość monoenuowych kwasów tłuszczowych w rybach tych trzech producentów różniła się statystycznie istotnie. Zawartość kwasów polienowych nie różniła się statystycznie istotnie jedynie w rybach producenta pierwszego i szóstego. Analizując producentów numer 4 i 5 stwierdzono brak różnic statystycznie istotnych w przypadku wszystkich trzech grup kwasów tłuszczowych, co potwierdza ten sam rodzaj stosowanej do produkcji paszy. Jednak na uwagę zasługuje fakt, że zanotowane statystycznie istotne różnice w procentowym udziale poszczególnych grup kwasów tłuszczowych między grupami producentów (producenci 1, 2 i 6 oraz producenci 4 i 5) wynikają z rodzaju stosowanej do produkcji paszy. W rybach producentów 4 i 5 oznaczono nieco wyższy udział kwasów nasyconych i monoenuowych niż w przypadku producentów 1, 2 i 6, co skutkowało odpowiednio większym udziałem kwasów polienowych w rybach producentów 1, 2 i 6 (Załącznik 19).

Statystyczna analiza różnic zawartości trzech wybranych polienowych kwasów tłuszczowych grupy omega-3 w rybach mrożonych pozyskanych od różnych

producentów ukazała brak różnic w zawartości kwasu EPA między rybami producentów 1, 2, 4 i 6 oraz 1, 2, 3 i 5, w zawartości kwasu DPA brak różnic wykazały ryby producentów 1, 2, 3, 4 i 6 oraz 1, 2, 4, 5 i 6, a w zawartości kwasu DHA brak różnic oznaczono w rybach producentów 1, 3, 5 i 6, dodatkowo ryby producenta drugiego zawierają istotnie mniej, a ryby producenta czwartego istotnie więcej tego kwasu niż ryby pozostałych producentów (Załącznik 18).

W rybach mrożonych pozyskanych od producentów 1, 2, 3 i 6 zaobserwowano wzrost średniego udziału procentowego kwasów nasyconych, a w rybach 4 i 5 producenta spadek w porównaniu do ryb świeżych pozyskanych od tych samych producentów. Analizując kwasy monoenowe ryb mrożonych stwierdzono, w przypadku producentów 1, 3 i 6, spadek zawartości, a wzrost w rybach pozostałych hodowców w porównaniu do ryb świeżych. Wzrost zawartości polienowych kwasów tłuszczowych zaobserwowano jedynie w przypadku ryb mrożonych od 1 i 6 hodowcy. Podobnie jak w przypadku ryb świeżych, zaobserwowano brak statystycznie istotnych różnic w zawartości wszystkich trzech grup kwasów tłuszczowych pomiędzy producentami numer 4 i 5, którzy do produkcji używają jednakowej paszy. Jednak w przypadku ryb mrożonych od producentów 1, 2 i 6, którzy również używają jednakowej paszy, już tej zależności między grupami kwasów tłuszczowych nie widać. Natomiast oznaczenie zawartości kwasów EPA, DPA i DHA pozwala na zaobserwowanie tej zależności, szczególnie u producentów numer 1 i 6, gdyż tłuszcz ryb tych producentów nie różni się istotnie statystycznie zawartością wszystkich trzech wybranych kwasów tłuszczowych, a ryby producenta numer 2 jedynie zawartość kwasu DHA mają istotnie niższą. Warto zauważyć fakt, że średnie zawartości kwasów EPA i DPA w rybach mrożonych są niższe niż w rybach świeżych, jedynie kwas DHA zwiększył swój udział w ogóle oznaczanych kwasów tłuszczowych.

Poddając dokładnej analizie kwasy tłuszczowe ryb świeżych i mrożonych pochodzące od jednego producenta, stwierdzono brak statystycznie istotnych różnic w przypadku kwasów EPA, DPA i DHA (Załącznik 23). Podobnie nie zanotowano istotnych różnic w przypadku zawartości kwasów monoenowych i polienowych w rybach świeżych i mrożonych, jedynie w przypadku nasyconych kwasów tłuszczowych stwierdzono istotny wzrost ich zawartości w rybach mrożonych (Załącznik 22). Podobnie Kołakowska i wsp. oraz Castro i wsp. zaobserwowali, że prawidłowo zabezpieczone przed dostępem powietrza, przechowywane w temperaturze -30°C ryby wykazują jedynie kilkuprocentowe ubytki wielonienasyconych kwasów

tłuszczowych PEFA.¹²³ Przechowywane przez okres 45 dni w temperaturze minus 20°C trzy gatunki ryb (m.in. karp, tilapia) nie wykazały istotnych zmian w profilu kwasów tłuszczowych, co może sugerować brak wpływu tego czynnika w danym okresie czasu na kwasy tłuszczowe tych gatunków.¹²⁴ Jednak badania prowadzone przez Stołyhwo i wsp. wykazały, że w czasie przechowywania zmienność zawartości reszt kwasów EPA i DHA w lipidach mrożonych makreli może być nawet większa niż w czasie przechowywania próbek makreli, z tych samych partii uwędzonych na gorąco.¹²⁵

5.1.2.2. ZAWARTOŚĆ INSEKTYCYDÓW CHLOROORGANICZNYCH

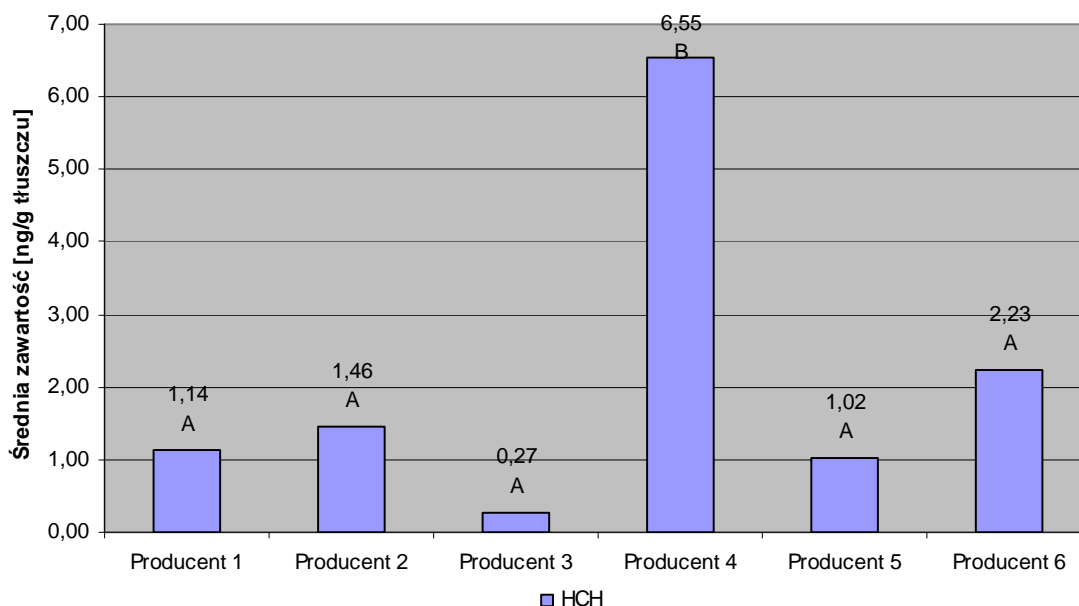
Oznaczenie zawartości lindanu, DDD, DDE i DDT przeprowadzono w tłuszczu wydzielonym z mrożonych pstrągów tęczowych pochodzących od różnych producentów. Średnia zawartość γ -HCH w przebadanych próbkach wyniosła 2,11 ng/g tłuszczu. Szczegółowe dane dotyczące zawartości lindanu w tłuszczu ryb poszczególnych producentów przedstawia rysunek numer 19. Najniższą zawartość lindanu stwierdzono w tłuszczu ryby od producenta trzeciego (0,14 ng/g tłuszczu), a największą w tłuszczu ryby producenta czwartego (9,54 ng/g tłuszczu) (Załącznik 7).

Średnia zawartość DDT i jego metabolitów w badanych rybach mrożonych wyniosła dla: DDE 23,99 ng/g tłuszczu, DDD 12,94 ng/g tłuszczu, DDT 9,49 ng/g tłuszczu. Natomiast średnia zawartość sumy Σ DDT (DDT+DDE+DDD) w rybach mrożonych wyniosła 46,42 ng/g tłuszczu. Szczegółową zawartość poszczególnych związków w rybach sześciu producentów przedstawia rysunek 20.

¹²³ Kołakowska A., Olley J., Dunstan G.A.: Fish lipids. In: Chemical and functional properties of food lipids. Ed. Z. E. Sikorski, A. Kołakowska. Boca Raton, CRC Press 2002, s. 240-243

¹²⁴ Castro F. A. F., Pinheiro Sant'Ana H.M., Campos F.M., Brunoro Costa N.M., Coelho Silva M.T., Salaro A.L., Franceschini S. "Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes" Food Chemistry 103 (2007) s. 1080–1090

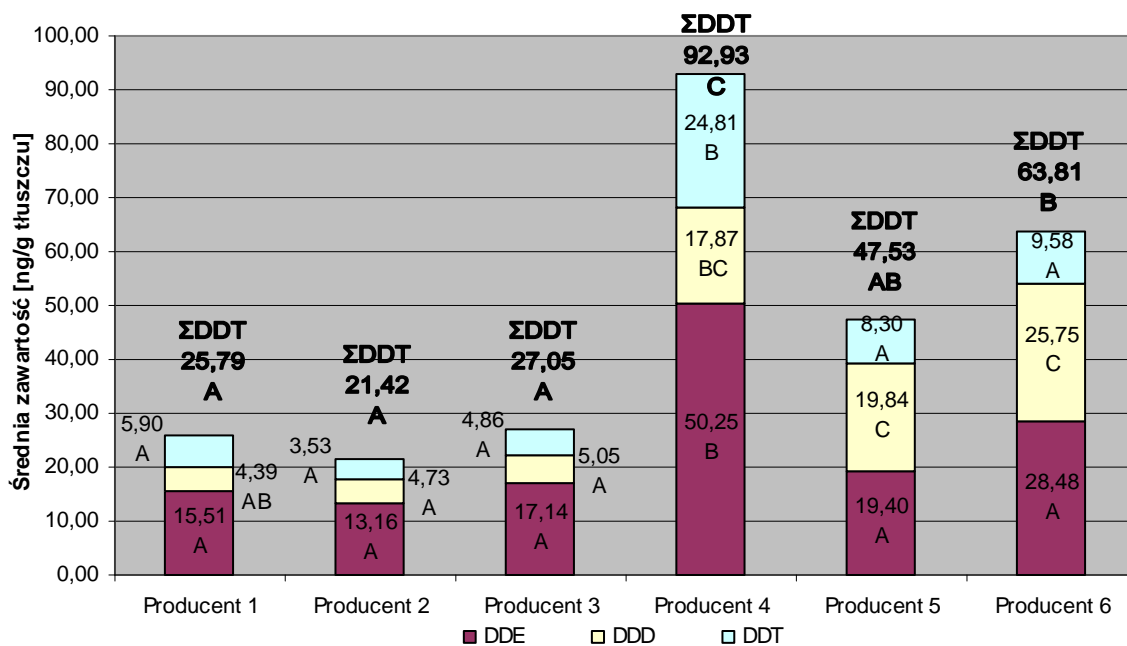
¹²⁵ Stołyhwo A., Kołodziejska I., Sikorki Z.E. „Long chain polyunsaturated fatty acids in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats” Food Chemistry 94 (2006) s. 589-595



Rysunek 19. Średnia zawartość lindanu w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Najniższą zawartość DDE oznaczono w rybie producenta drugiego (7,20 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta czwartego (69,49 ng/g tłuszczu). Najniższą zawartość DDD oznaczono w rybie producenta pierwszego (0,66 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta czwartego (55,79 ng/g tłuszczu). Śladową zawartość DDT oznaczono w rybie producenta pierwszego, a najwyższą w rybie producenta czwartego (47,20 ng/g tłuszczu). Analizując sumę DDT i jego metabolitów to najwyższą wartość zanotowano w rybie producenta czwartego (141 ng/g), a najniższą w rybie producenta pierwszego (8,77 ng/g tłuszczu). Najniższa średnia zawartość Σ DDT została oznaczona w rybach producenta drugiego, a największa średnia jej zawartość w rybach producenta czwartego (Załącznik 7).

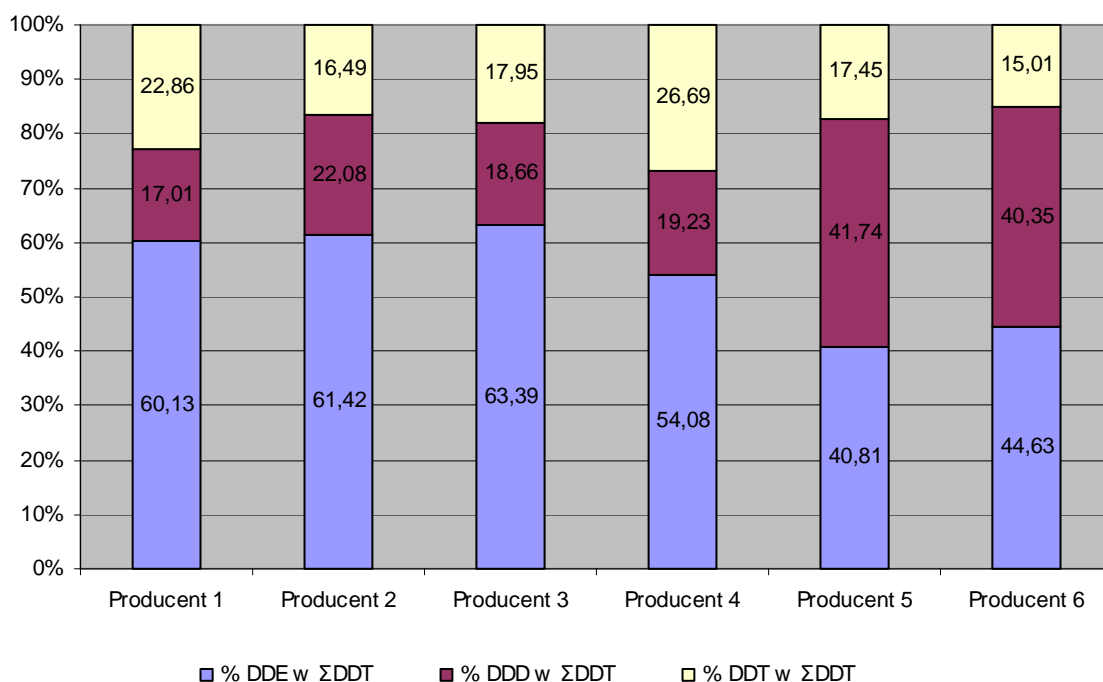


Rysunek 20. Średnia zawartość DDD, DDE, DDT oraz ΣDDT (jako suma DDT+DDE+DDD) w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Średnio w rybach mrożonych pozyskanych od różnych producentów DDE stanowiło 54,08%, DDD 26,51%, a DDT 19,41% w ΣDDT. Szczegółowy udział procentowy poszczególnych insektycydów w tłuszczu pstrąga różnych hodowców przedstawia rysunek numer 21. W przypadku producentów 1, 2, 3, 4 i 6 DDE stanowi największy udział procentowy (od 44,63% do 63,39%) w ΣDDT, wyjątkiem są ryby producenta numer 5, gdzie DDE stanowi 40,81% w ΣDDT i nieznacznie przewyższa go DDD (41,74%) (Załącznik 7).

Analiza statystyczna zawartości lindanu w badanych rybach mrożonych ujawniła brak różnic istotnych statystycznie między producentami 1, 2, 3, 5 i 6, jedynie średnia zawartość γ -HCH w przypadku ryb producenta numer 4 była istotnie wyższa (kilkakrotnie wyższa), ale nawet ten fakt nie spowodował przekroczenia maksymalnego dopuszczalnego poziomu lindanu (20 ng/g tłuszczu) (Załącznik 28). Analiza ta pozwoliła również na stwierdzenie braku istotnych różnic w zawartości ΣDDT w rybach producentów 1, 2, 3 i 5 oraz 5 i 6, natomiast ryby producenta czwartego zawierały istotnie więcej pozostałości pestycydów (Załącznik 29).



Rysunek 21. Średni procentowy udział zawartości DDD, DDE i DDT w sumie DDT w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

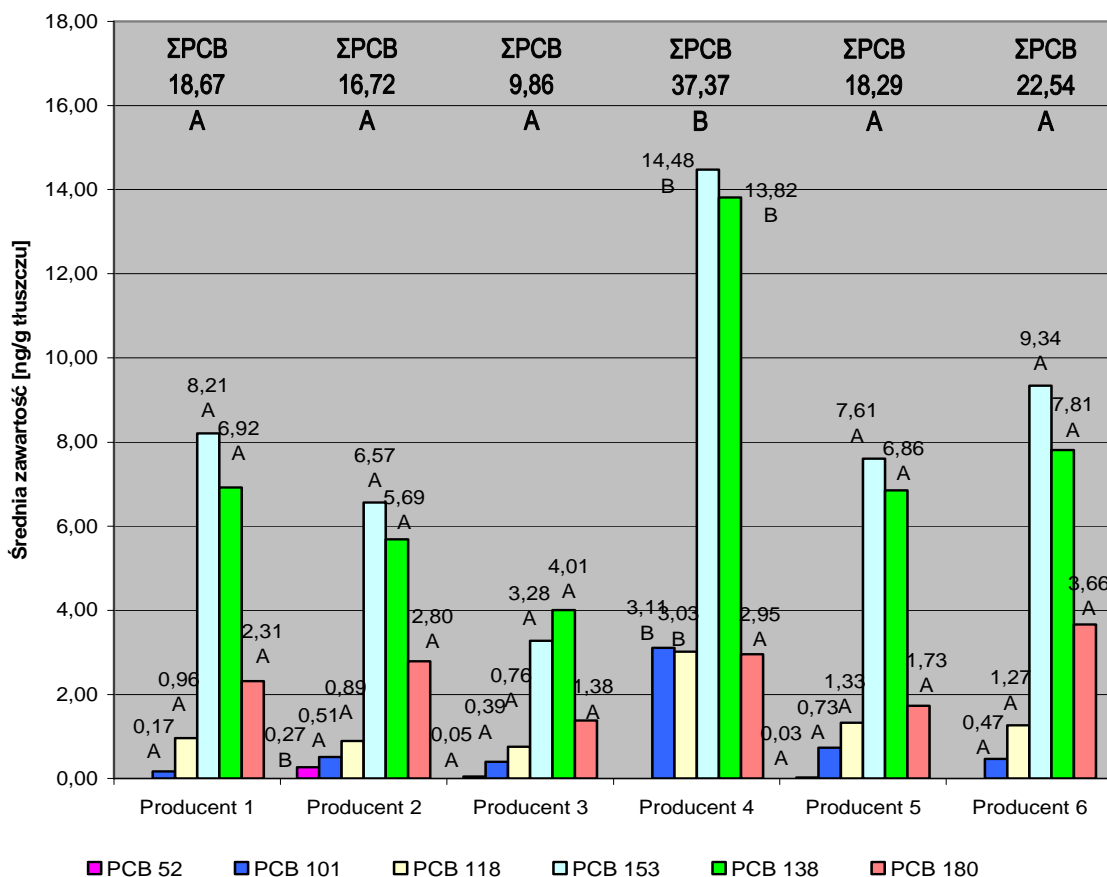
Dodatkowo ryby mrożone zawierały więcej (nawet o 6,25 ng/g tłuszczu) γ -HCH niż ryby świeże, jedynie w przypadku producenta numer 3 zanotowano niższą zawartość tego związku o 0,2 ng/g tłuszczu. W rybach mrożonych stwierdzono wyższą zawartość Σ DDT niż w rybach świeżych u wszystkich producentów, z wyjątkiem producenta numer 3. Ukazane zależności statystycznie istotnych różnic nie pozwalają na powiązanie ich z którymkolwiek z czynników warunkujących hodowlę. Zmiany przypuszczalnie są związane z nieregularnym wyciekaniem części tłuszczu w trakcie rozmrażania, a przez to kumulacją lub ubytkiem pozostałości insektycydów w mięsie ryb. W każdej z badanych ryb mrożonych wykryto pozostałości insektycydów chloroorganicznych, największy udział procentowy w Σ DDT ponownie stanowiło DDE (za wyjątkiem ryb producenta piątego). Mrożone pstrągi tęczowe poddane analizie zawierały kilkadziesiąt razy mniej Σ DDT niż jest to dopuszczone przez krajowe prawo (1000 ng/g tłuszczu).

Analiza różnego asortymentu pstrąga tęczowego (ryby świeże i mrożone) pochodzącego od jednego producenta ukazuje istotny statystycznie wzrost zawartości lindanu w rybach mrożonych (Załącznik 32). Natomiast różnice w zawartości sumy

DDT i jego metabolitów w rybach świeżych i mrożonych pozyskanych od jednego producenta nie były statystycznie istotne (Załącznik 33).

5.1.2.3 ZAWARTOŚĆ POLICHLOROWANYCH BIFENYLI

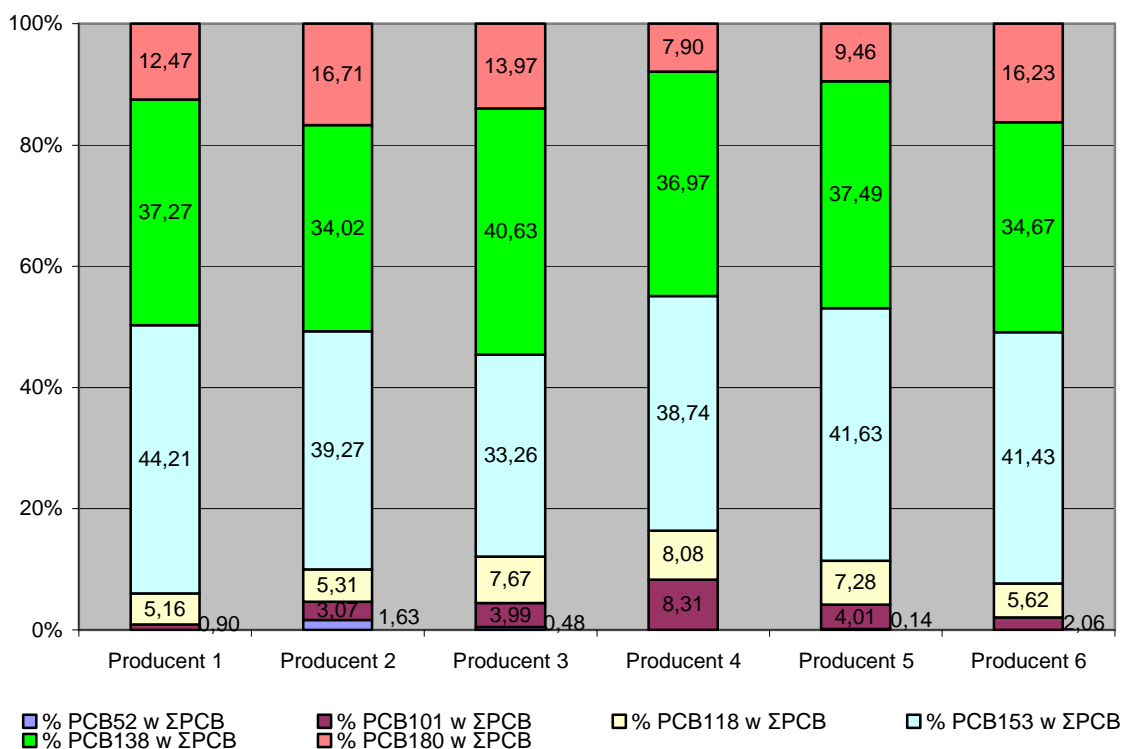
Badania zawartości siedmiu wskaźnikowych kongenerów polichlorowanych bifenyli o numerach IUPAC 28, 52, 101, 118, 153, 138 i 180 przeprowadzono na mrożonych pstrągach tęczowych pozyskanych od sześciu różnych producentów. W żadnej z badanych ryb nie wykryto kongenerów PCB 28. Średnia zawartość PCB 52 w badanych rybach wyniosła 0,06 ng/g tłuszczu, lecz oznaczono go tylko w rybach trzech producentów 2, 3 i 5 (najwięcej 0,62 ng/g tłuszczu w rybie producenta numer 2), a średnia zawartość PCB 101 wyniosła 0,9 ng/g tłuszczu, najwięcej tego związku (6,91 ng/g tłuszczu) wykryto w rybie producenta czwartego. Średnia zawartość PCB 118 wyniosła 1,37 ng/g tłuszczu, a największą jego ilość (6,48 ng/g tłuszczu) oznaczono w rybie producenta czwartego. Średnia zawartość PCB 153 wyniosła 8,25 ng/g tłuszczu, a najwięcej (27,91 ng/g tłuszczu) tego związku zawierała ryba producenta czwartego. Średnia zawartość PCB 138 w rybach mrożonych wyniosła 7,52 ng/g tłuszczu, najwięcej (27,59 ng/g tłuszczu) tego kongeneru zawierała ryba producenta czwartego. Średnia zawartość PCB 180 wyniosła 2,47 ng/g tłuszczu, a najwięcej (5,98 ng/g tłuszczu) tego związku zawierała ryba producenta czwartego. Natomiast średnia zawartość ΣPCB_7 wyniosła 20,56 ng/g tłuszczu w rybach mrożonych pozyskanych od różnych producentów, najwyższa zawartość ΣPCB_7 została oznaczona w rybie producenta czwartego (74,86 ng/g tłuszczu). Szczegóły zawartości poszczególnych kongenerów PCB w tłuszczu ryb mrożonych różnych producentów przedstawia rysunek 22 (Załącznik 11).



Rysunek 22. Średnia zawartość siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB oraz ΣPCB_7 (jako suma oznaczonych siedmiu kongenerów) w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Średni największy udział procentowy w ΣPCB_7 we wszystkich rybach mrożonych stanowił kongener PCB 153 (39,75%), następnie PCB 138 (36,84%), kolejno PCB 180 (12,79%), PCB 118 (6,52%), PCB 101 (6,31%) oraz najmniejszy średni udział miał PCB 52 (0,37%). Szczegóły udziału wybranych kongenerów w ΣPCB_7 u poszczególnych producentów przedstawia rysunek 23.



Rysunek 23. Średni procentowy udział zawartości siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB w ΣPCB_7 w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

W mrożonych rybach pochodzących od trzech producentów (2, 3, 5) oznaczono niewielkie ilości PCB 52, którego w rybach świeżych nie wykryto. Możliwa więc w rybach mrożonych jest kumulacja lub łatwiejsza ekstrakcja PCB 52. Analiza istotności różnic zawartości wybranych siedmiu kongenerów PCB w rybach mrożonych ukazała, że jedynie ryby producenta drugiego zawierają istotnie więcej PCB 52. Natomiast nie zaobserwowano istotnych różnic między producentami w zawartości PCB 180. Istotnie wyższą zawartość kongenerów PCB 101, 118, 153 i 138 oznaczono w rybach producenta czwartego, przez to również ΣPCB_7 oznaczona w rybach tego producenta jest istotnie wyższa (najwyższa) na tle ryb pozostałych producentów (Załącznik 35). Najniższą średnią zawartość ΣPCB_7 oznaczono w rybach producenta trzeciego i to właśnie w przypadku tego producenta zanotowano największy spadek ΣPCB_7 w porównaniu do ryb świeżych. Analizując średnią zawartość poszczególnych kongenerów oprócz wykrycia PCB 52 stwierdzono niższe zawartości PCB 101, 118, 153, 138 i 180 w rybach mrożonych w porównaniu do ryb świeżych. Podobnie, analizując średnią zawartość ΣPCB_7 w rybach mrożonych wszystkich producentów zanotowana jej wartość była o 1,92 ng/g tłuszczu (tj. około 9,5%) niższa w porównaniu z rybami świeżymi. Jednak badania różnego asortymentu pstręga tęczowego

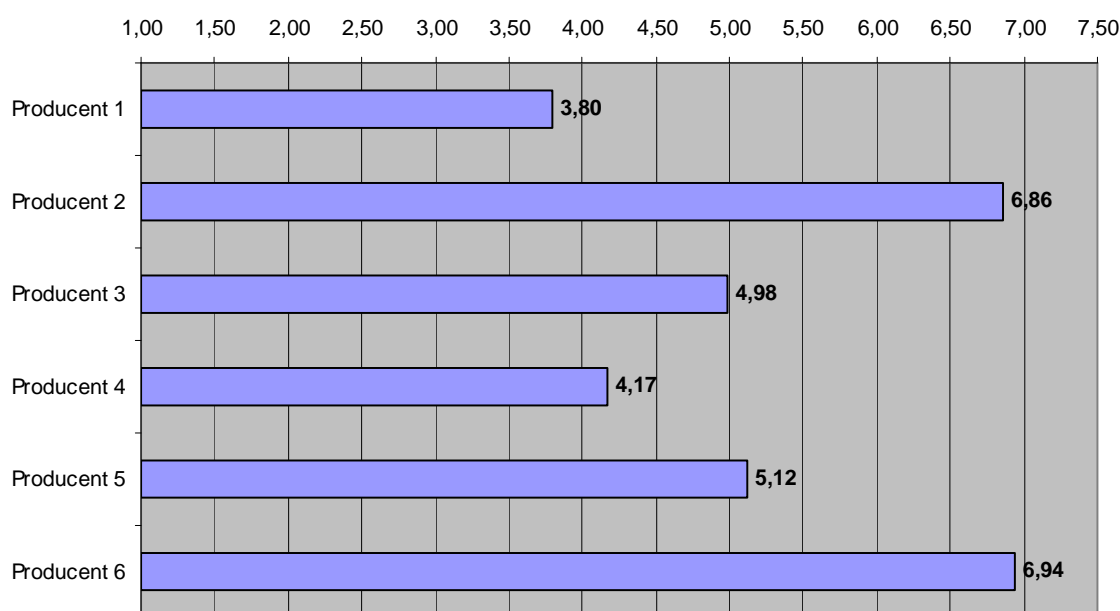
pochodzącego od jednego producenta nie pozwoliły na stwierdzenie statystycznie istotnych różnic w zawartości analizowanych kongenerów PCB oraz ich sumy w przypadku ryb świeżych i ryb mrożonych (Załącznik 37).

Na uwagę zasługuje fakt, że żadna z badanych próbek ryb mrożonych nie przekroczyła, uważanego obecnie za maksymalny, poziomu zawartości ΣPCB_7 200 ng/g tłuszczu oraz planowanego maksymalnego poziomu ΣPCB_7 75 ng/g mięsa ryb.

5.1.3. TŁUSZCZ MIĘSA RYB WĘDZONYCH OBJĘTYCH DOŚWIADCZENIEM

5.1.3.1. ZAWARTOŚĆ I SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

Badaniem objęto ryby wędzone tradycyjnie z surowca świeżego pochodzące od sześciu różnych producentów. Średnia zawartość tłuszczu w badanych rybach wyniosła 5,31% (Załącznik 1) i jest zbliżona do tej, którą oznaczyli Usydus i wsp. (6,06%).¹²⁶



Rysunek 24. Średnia procentowa zawartość tłuszczu w mięsie pstrągów wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów

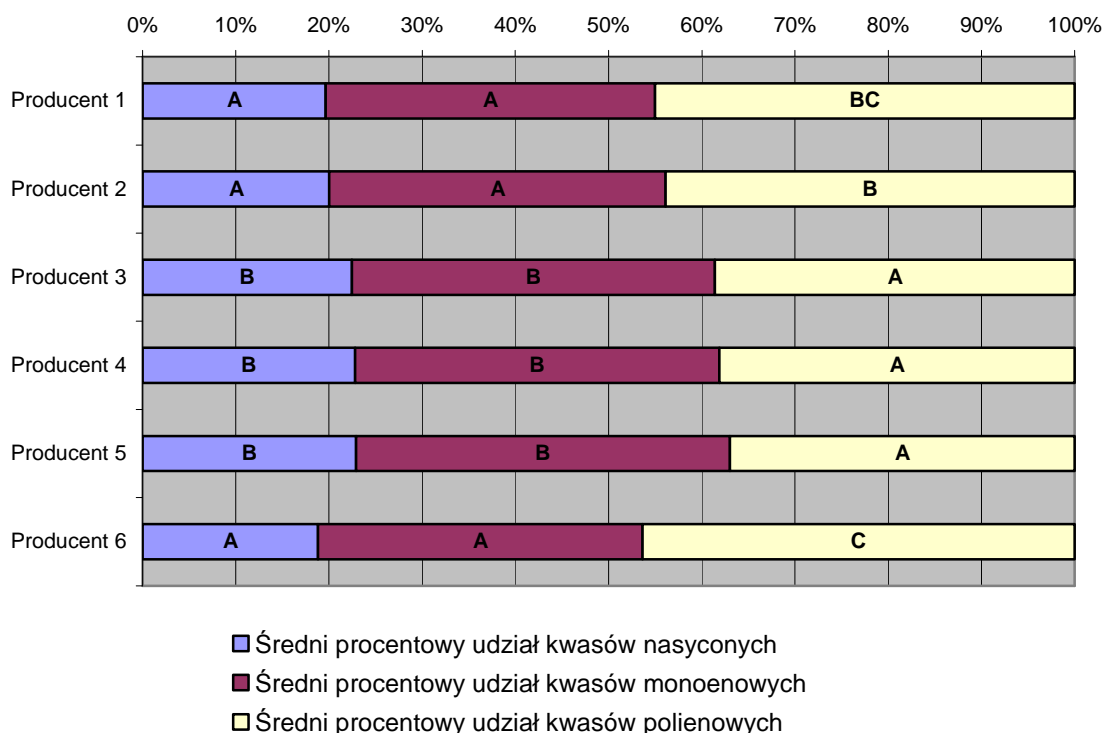
Źródło: opracowanie własne

W przypadku ryb pozyskanych od producenta pierwszego zawartość tłuszczu jest zdecydowanie niższa, może to być spowodowane większym wyciekaniem tłuszczu

¹²⁶ Usydus Z., Szlinder-Richert J., Polak-Juszczak L., Komar K., Adamczyk M., Małesa-Cieciewicz M., Ruczynska W. "Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants" Chemosphere 74 (2009) 1420-1428

w trakcie procesu wędzenia, na przykład w skutek wyższej temperatury. Rysunek 24 szczegółowo przedstawia jak charakteryzowała się zawartość lipidów w rybach od poszczególnych producentów.

Badania profilu kwasów tłuszczowych, obejmowały identyfikację oraz ilościowe oznaczenie 26 kwasów tłuszczowych, w tym 6 nasyconych, 9 monoenowych i 11 polienowych. Rysunek 25 przedstawia średnie zawartości wszystkich grup kwasów tłuszczowych w ujęciu procentowym z zaznaczeniem statystycznie istotnych różnic między producentami.



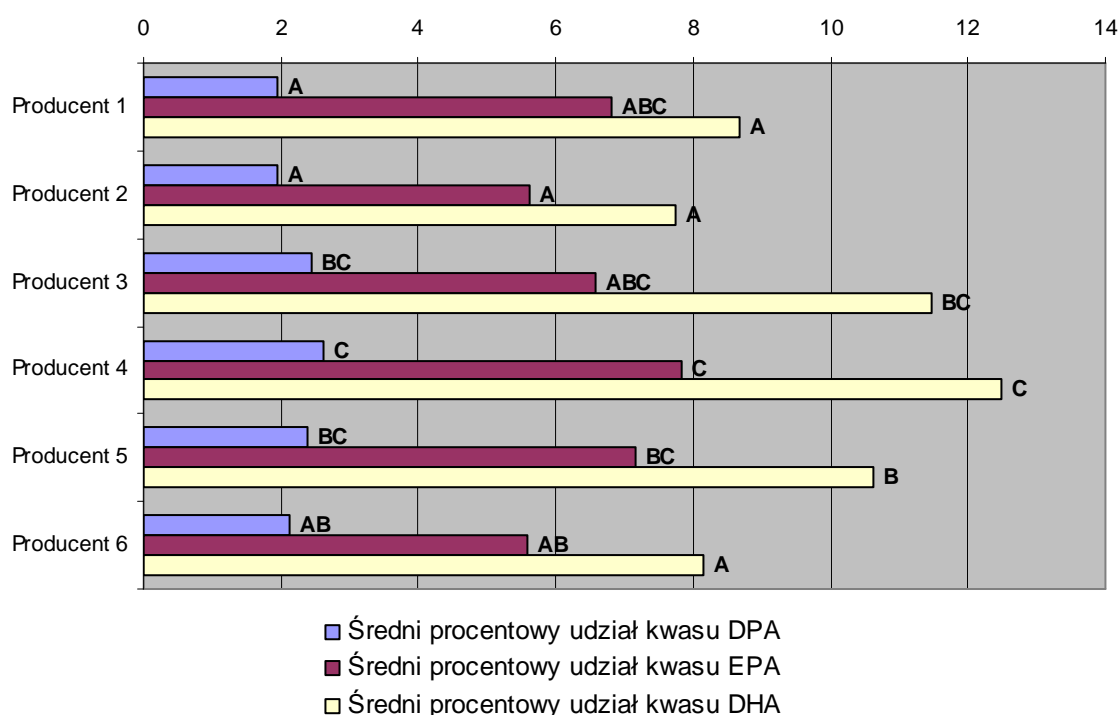
Rysunek 25. Średnia procentowa zawartość wybranych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu pstrągów wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami wewnątrz danej grupy kwasów nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Najmniej nasyconych (18,81%) kwasów tłuszczowych oznaczono w rybach od producenta szóstego, a najwięcej (22,93%) w rybach producenta piątego. Najmniej kwasów monoenowych (34,82%) oznaczono w rybach szóstego producenta, a najwięcej (40,08%) kwasów tej grupy oznaczono w rybach piątego producenta. Największą zawartość (46,37%) polienowych kwasów tłuszczowych oznaczono w rybach szóstego producenta, a najmniejszą (36,99%) zawierały ryby producenta piątego. Średnia procentowa zawartość wybranych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pochodzących od różnych producentów wynosiła:

21,12% w przypadku kwasów nasyconych, 37,39% monoenowych i 41,49% polienowych kwasów tłuszczowych (Załącznik 3).

Analizując pojedyncze kwasy tłuszczowe to największą średnią zawartością (24,37%) wśród wszystkich kwasów tłuszczowych charakteryzował się monoenowy kwas oleinowy (C18:1 CIS 9), tłuszcz ryby producenta numer 2 zawierał go 28,81% ogółu kwasów tłuszczowych. W grupie kwasów tłuszczowych nasyconych największą średnią zawartość (13,39%) zanotowano w przypadku kwasu palmitynowego (C16), najwięcej, bo 16,82% zawartości tego kwasu zanotowano w rybach piątego producenta. W grupie kwasów polienowych największy średni udział stanowił kwas linolowy (10,84%), a najwięcej tego związku zawierały ryby producenta numer 2 (14,52%) (Załącznik 3).



Rysunek 26. Średnia procentowa zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu pstrąga wędzonego z surowca świeżego pozyskanego od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami wybranych kwasów tłuszczowych nie różnią się statystycznie istotnie między producentami przy poziomie istotności $p=0,01$

Trzy charakterystyczne dla ryb kwasy tłuszczowe znajdowały się w rybach wędzonych z surowca świeżego w następujących ilościach: EPA średnia zawartość 6,60%, DHA średnia zawartość 9,86% i DPA średnia zawartość 2,24% ogółu kwasów tłuszczowych. Największą średnią zawartość kwasu EPA (7,84%) zawierał tłuszcz ryb czwartego producenta. Kwas DPA był obecny w największej ilości w rybach czwartego producenta (2,62%), a najmniejszą jego średnią ilość oznaczono w tłuszczu ryb

producentów numer 1 i 2 (1,94%). Natomiast średni udział kwasu DHA był największy w rybach producenta numer 4 (12,47%), a najmniejszy w rybach producenta numer 2 (7,75%) (Załącznik 3).

Średnia zawartość tłuszczu w badanych rybach wędzonych była mniejsza od zawartości tłuszczu w badanych surowych pstrągach średnio o 0,83 punktu procentowego, spowodowane może to być ubytkiem tłuszczu w czasie gorącego wędzenia. Porównując zawartości tłuszczu w rybach świeżych i rybach wędzonych z surowca świeżego pochodzących od tych samych producentów największą różnicę (mniej o 1,84 punktu procentowego) zaobserwowano w przypadku producenta pierwszego, a najmniejszą w przypadku producenta trzeciego (mniej o 0,07 punktu procentowego).

Analiza średnich procentowych zawartości kwasów nasyconych i monoenowych w rybach wędzonych z surowca świeżego wykazała brak statystycznie istotnych różnic między producentami 1, 2 i 6 oraz 3, 4 i 5. Natomiast w przypadku zawartości polienowych kwasów tłuszczowych zaobserwowano brak istotnych różnic między producentami 3, 4 i 5 oraz 1 i 2, jak również między 1 i 6. Na uwagę zasługuje fakt, że średnia zawartość kwasów nasyconych, monoenowych i polienowych wszystkich producentów w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego były bardzo zbliżone do średnich zawartości tych grup kwasów tłuszczowych w rybach świeżych (Załącznik 17). Analiza zawartości poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w różnym asortymencie pstrąga tęczowego pochodzącego od jednego producenta potwierdza brak statystycznie istotnych różnic między kwasami monoenowymi i polienowymi, jedynie średnia zawartość kwasów nasyconych jest istotnie niższa w przypadku ryb świeżych (Załącznik 22). Średni udział kwasu DPA w tłuszczu ryb nie wykazywał istotnych różnic wśród dwóch grup producentów: 1, 2 i 6 oraz 3, 4 i 5, dodatkowo zaobserwowano brak różnic również między producentami 3, 5 i 6. Analiza średniego udziału kwasu EPA w tłuszczu badanych ryb ujawniła brak statystycznie istotnych różnic między rybami producentów 1, 2, 3 i 6 oraz 1, 3, 5 i 6, jak również 1, 3, 4 i 5. Natomiast oznaczona zawartość kwasu DHA wykazała brak istotnych różnic między producentami 1, 2 i 6 oraz 3 i 4, jak również 3 i 5. Na uwagę zasługuje fakt, że zawartość wybranych trzech kwasów grupy omega-3 w rybach wędzonych z surowca świeżego nie różniła się znacząco od zawartości tych kwasów w rybach świeżych (Załącznik 16). Potwierdza to analiza różnego asortymentu pstrąga tęczowego pochodzącego od jednego producenta, gdyż nie wykazała ona istotnych różnic

w zawartości wybranych trzech kwasów grupy omega-3 między rybami świeżymi a rybami wędzonymi z surowca świeżego (Załącznik 23).

Usydus i wsp. oznaczyli procentowy skład kwasów tłuszczowych lipidów 10 sztuk wędzonego pstrąga tęczowego pozyskanego z rynku podobny w przypadku kwasów nasyconych (22,6% SFA) i monoenowych (31,2% MFA), lecz dużo niższą zawartość kwasów polienowych (32% PEFA – mniej o około 10 punktów procentowych niż w niniejszej pracy). Oznaczyli również zbliżone średnie zawartości wybranych kwasów grupy omega-3 w tłuszczu, które kształtowały się następująco: EPA 4,1%, DPA 1,6% i DHA 10,1%.¹²⁷

W przypadku wędzenia makreli niezależnie Stołyhwo i wsp. oraz Kołakowska i wsp., podobnie jak w tej pracy, nie obserwowali zmian zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych grupy omega-3 w rybach świeżych i wędzonych.¹²⁸ Natomiast gorące wędzenie sardynek (suszenie 2h 30°C, wędzenie 45 min. 75°C) spowodowało zmniejszenie o 11,5% zawartości kwasu EPA, a kwasu DHA o 12,9% z ogółu lipidów. Zanotowano jednocześnie wzrost zawartości kwasu palmitynowego (C16:0) o 7,3%, a kwasu C22:1 (n-11) o 10,3%.¹²⁹ Badania Larsena i wsp. mające na celu określenie wpływu różnego rodzaju obróbki cieplnej (gotowania, pieczenia, smażenia) na profil kwasów tłuszczowych hodowlanego łososia (*Oncorhynchus tshawytscha*), ukazały oczywiste straty wilgotności i tłuszczu, ale skład kwasów tłuszczowych zmienił się nieznacznie, za wyjątkiem smażenia w głębokim oleju, w tym przypadku zaobserwowano przenikanie tłuszczu roślinnego (nośnika temperatury) do mięsa ryby.¹³⁰ Badania dotyczące makreli oraz hodowlanego łososia doskonale korelują z oznaczeniami przeprowadzonymi w tej pracy, w przeciwieństwie do oznaczeń prowadzonych na wędzonych sardynkach.

Badaniem objęto również ryby wędzone tradycyjnie, lecz surowcem użytym do wędzenia były ryby mrożone przez okres sześciu miesięcy pozyskane od różnych producentów. Średnia zawartość tłuszczu w badanych rybach wyniosła 4,18%

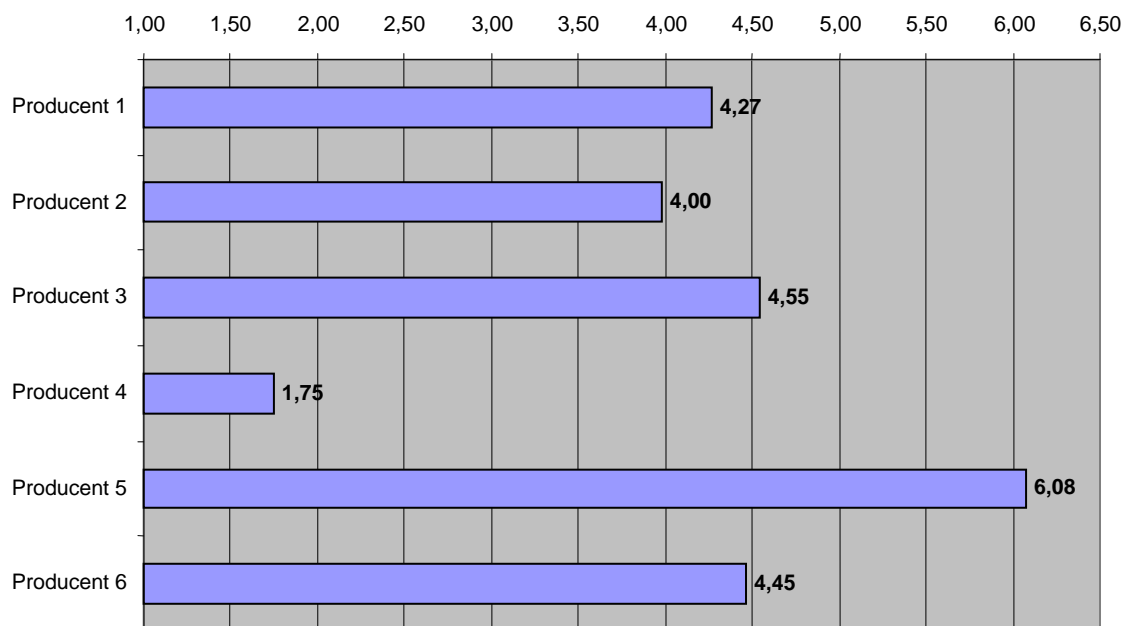
¹²⁷ Usydus Z., Szlinder-Richert J., Polak-Juszczak L., Komar K., Adamczyk M., Malesa-Cieciewicz M., Ruczynska W. "Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants" *Chemosphere* 74 (2009) 1420-1428

¹²⁸ Kołakowska A., Macur J., Pankiewicz A., Szczygielski M. „Wędzona makrela jako źródło n-3 polienowych kwasów tłuszczowych” In: *Olej z nasion cieszniaka i inne leje zawierające kwasy n-6 i n-3 w profilaktyce i leczeniu*. Red. A. Stołyhwo. III Sympozjum 1998 Sulejów s. 71-77

¹²⁹ Stołyhwo A., Kołodziejska I., Sikorki Z.E. „Long chain polyunsaturated fatty acids in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats” *Food Chemistry* 94 (2006) s. 589-595

¹³⁰ Larsen, D., et al. "Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*)." *Food Chemistry* (2009), doi:10.1016/j.foodchem.2009.07.037

(Załącznik 1). Rysunek 27 szczegółowo przedstawia jak charakteryzowała się zawartość lipidów w rybach od poszczególnych producentów.



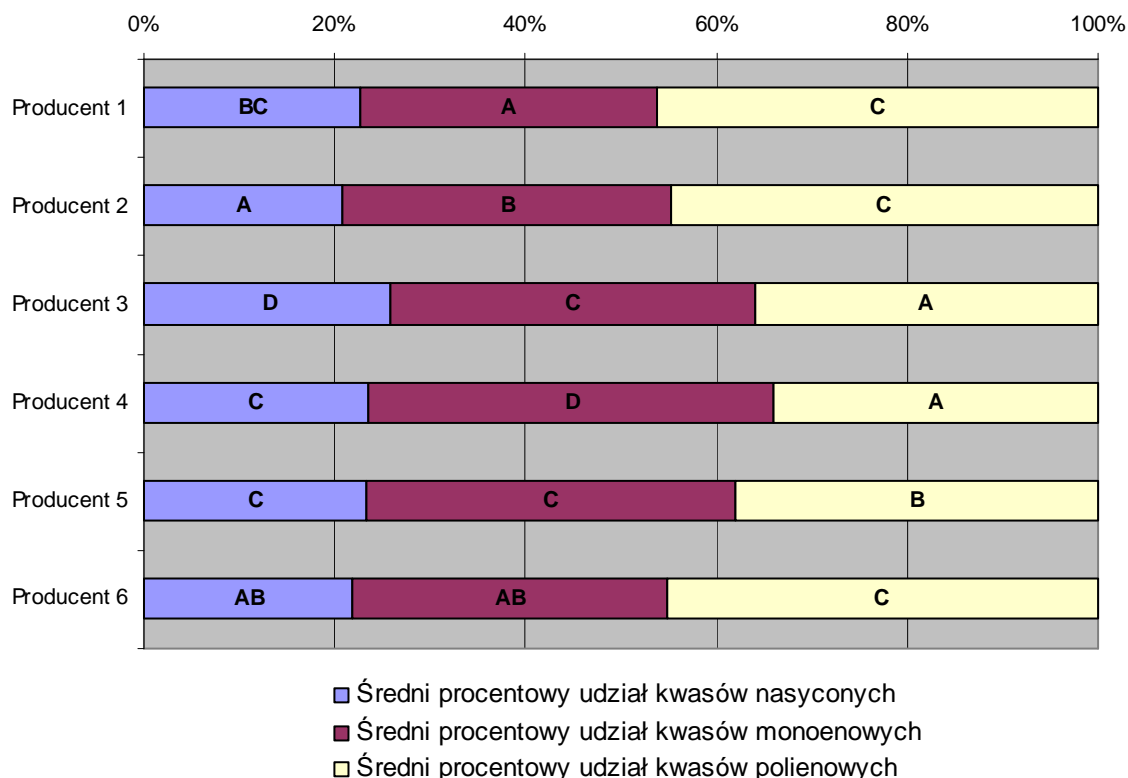
Rysunek 27. Średnia procentowa zawartość tłuszczu w mięsie pstrąga wędzonego z surowca mrożonego pozyskanego od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

Badania profilu kwasów tłuszczowych obejmowały identyfikację oraz ilościowe oznaczenie 26 kwasów tłuszczowych, w tym 6 nasyconych, 9 monoenowych i 11 polienowych. Rysunek 28 przedstawia średnie zawartości wszystkich grup kwasów tłuszczowych w ujęciu procentowym z zaznaczeniem istotnych statystycznie różnic między producentami.

Średnia zawartość procentowa wybranych grup kwasów tłuszczowych była zróżnicowana w tłuszczu ryb poszczególnych producentów. Najmniej nasyconych (20,9%) kwasów tłuszczowych oznaczono w tłuszczu ryb producenta drugiego, a najwięcej (25,79%) w tłuszczu ryb producenta trzeciego. Najmniej kwasów monoenowych (31,25%) oznaczono w tłuszczu ryb pierwszego producenta, a najwięcej (42,45%) kwasów tej grupy oznaczono w tłuszczu ryb czwartego producenta. Największą zawartość (46,12%) polienowych kwasów tłuszczowych oznaczono w tłuszczu ryb pierwszego producenta, a najmniejszą (34,07%) zawierały ryby producenta czwartego. Średnia zawartość kwasów tłuszczowych w rybach wędzonych z surowca mrożonego pochodzących od różnych producentów wynosiła: 22,99%

kwasów nasyconych, 36,34% kwasów monoenowych i 40,67% kwasów polienowych (Załącznik 13).



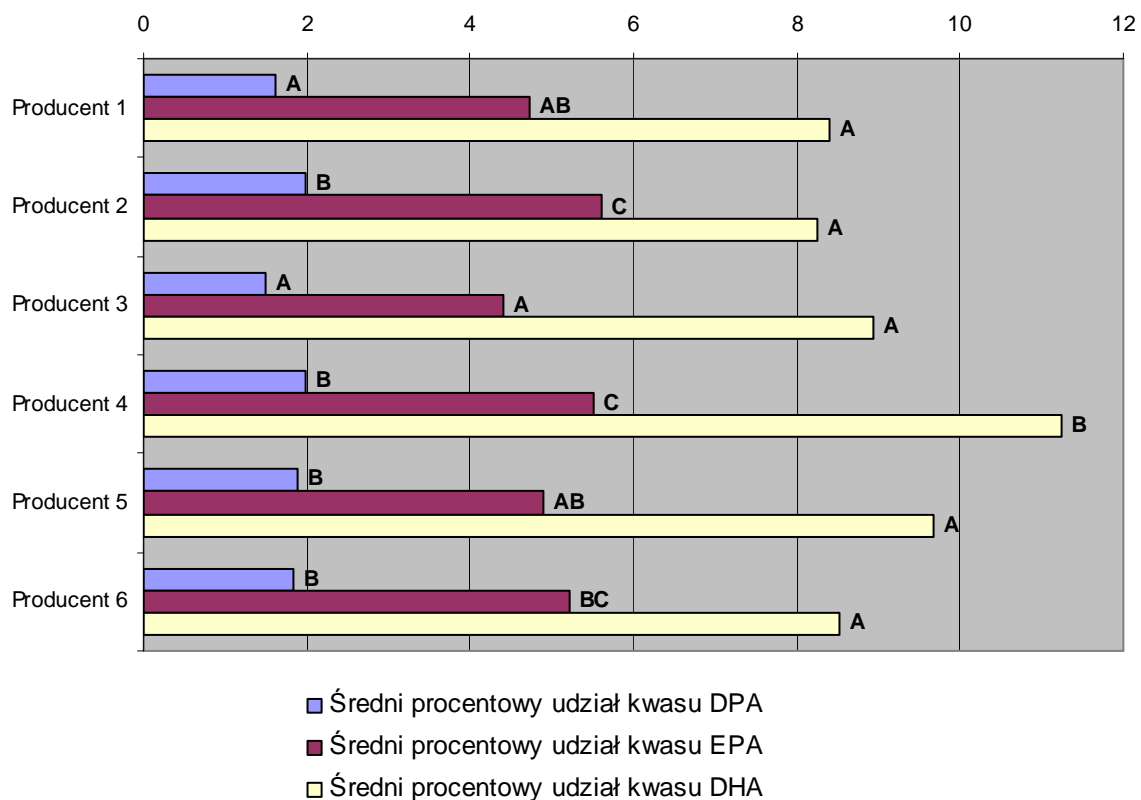
Rysunek 28. Średnia procentowa zawartość wybranych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu psstrągów wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami wewnątrz danej grupy kwasów nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Biorąc pod uwagę pojedyncze kwasy tłuszczowe, największą średnią zawartością (24,05%) wśród wszystkich kwasów tłuszczowych charakteryzował się monoenowy kwas oleinowy (C18:1 CIS 9), tłuszcz ryby producenta numer 5 zawierał go aż 27,89%. W grupie nasyconych kwasów tłuszczowych największą średnią zawartość (14,79%) zanotowano w przypadku kwasu palmitynowego (C16), najwięcej w rybach 3 producenta (16,94%). W grupie kwasów polienowych największy średni udział stanowił kwas linolowy (13,23%), najwięcej tego związku zawierały ryby producenta numer 2 (16,36%) (Załącznik 13).

Analizując udział trzech charakterystycznych dla ryb kwasów tłuszczowych oznaczono następujące ich ilości: EPA średnia zawartość 5,06%, DHA średnia zawartość 9,17% i DPA średnia zawartość 1,80% ogółu kwasów tłuszczowych ryb wędzonych z surowca mrożonego. Największą średnią zawartość kwasu EPA (5,6%) zawierał tłuszcz ryb drugiego producenta, a najmniej producenta trzeciego (4,41%).

Kwas DPA był obecny w największej ilości w rybach czwartego producenta (1,99%), a najmniejszą jego średnią ilość (1,62%) oznaczono w tłuszczu ryb producenta numer 1. Średnia zawartość kwasu DHA była największa u producenta numer 4 (11,25%), a najmniejsza u producenta numer 2 (8,25%) (Załącznik 13).



Rysunek 29. Średnia procentowa zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu pstrąga wędzonego z surowca mrożonego pozyskanego od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami wybranych kwasów tłuszczowych nie różnią się statystycznie istotnie między producentami przy poziomie istotności $p=0,01$

Średnia zawartość tłuszczu w rybach wędzonych z surowca mrożonego była najniższa ze wszystkich badanych asortymentów ryb, niższa od średniej zawartości tłuszczu w rybach mrożonych o 0,69 punktu procentowego oraz o 1,13 punktu procentowego niższa od średniej zawartości tłuszczu w rybach wędzonych z surowca świeżego.

Analizując trzy wybrane grupy kwasów tłuszczowych w rybach wędzonych z surowca mrożonego na uwagę zasługuje fakt, że podobnie jak w przypadku ryb mrożonych najniższa zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych została oznaczona w rybach od producenta drugiego, a najwyższa w rybach producenta trzeciego. Zawartość kwasów monoenowych była najniższa w rybach producenta pierwszego, a najwyższą zawartość tych kwasów oznaczono w rybach producenta czwartego,

identycznie jak w przypadku ryb mrożonych. Podobną zależność zauważono analizując polienowe kwasy tłuszczowe ryb wędzonych z surowca mrożonego, najwyższą zawartość tych kwasów oznaczono w rybach producenta pierwszego, a najniższą w rybach producenta czwartego. Dodatkowych informacji dostarczyła analiza istotności różnic zawartości wybranych grup kwasów tłuszczowych. W przypadku zawartości kwasów nasyconych zanotowano brak istotnych różnic między producentami numer 1 i 6 oraz 2 i 6, jak również 4 i 5. Podobnie nie zauważono istotnych różnic w zawartości kwasów monoenuowych w przypadku producentów 1 i 6 oraz 2 i 6, jak również 3 i 5. Zawartość kwasów polienowych nie wykazała istotnych różnic w przypadku ryb producentów 1, 2 i 6 oraz 3 i 4. Zauważone zależności w braku istotnych różnic między producentami, prawdopodobnie mają związek z rodzajem podawanej rybom paszy (Załącznik 21).

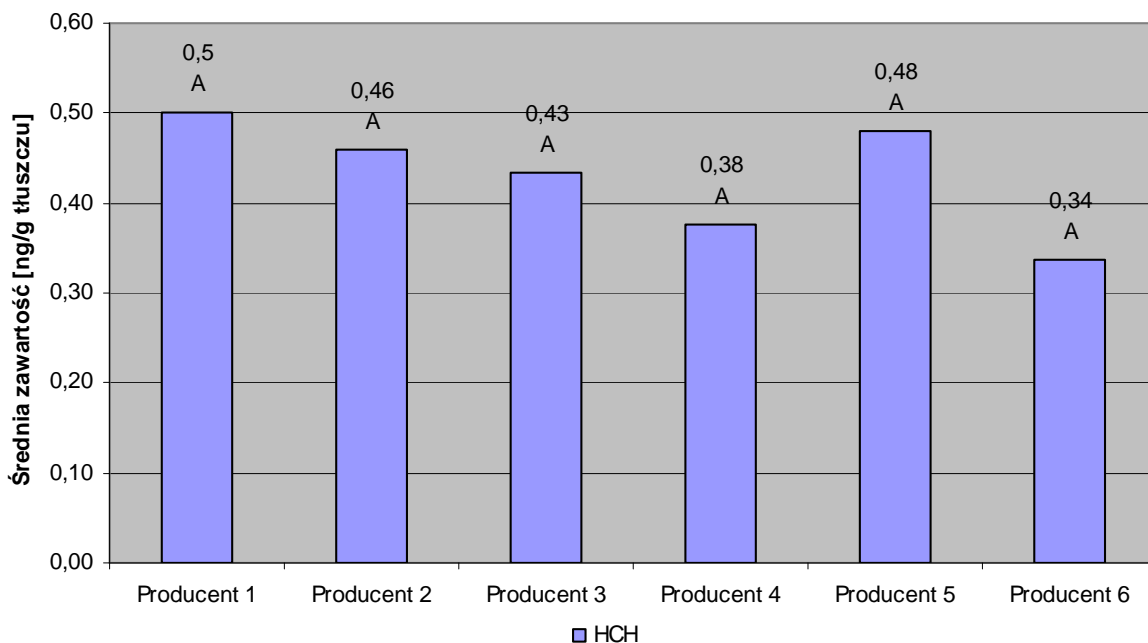
Biorąc pod uwagę zawartość wybranych trzech kwasów polienowych można było zauważyć niewielkie zróżnicowanie w zawartości kwasu DPA między producentami, ponieważ tłuszcz ryb producentów numer 2, 4, 5 i 6 oraz 1 i 3 nie różnił się istotnie zawartością tego kwasu. Zawartość kwasu EPA nie różniła się istotnie w przypadku ryb producentów 1, 3 i 5 oraz 2, 4 i 6, jak również 1, 5 i 6. W przypadku kwasu DHA istotnie odbiegała od pozostałych jego zawartość jedynie w rybach producenta numer 4 (Załącznik 20).

Porównując ryby wędzone z surowca mrożonego z rybami wędzonymi z surowca świeżego obserwowano pewne różnice w zawartości poszczególnych grup kwasów tłuszczowych oraz wybranych kwasów polienowych. W tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego stwierdzono wyższy średni udział kwasów nasyconych wśród ryb wszystkich producentów. Średni udział monoenuowych kwasów tłuszczowych był niższy w rybach wędzonych z surowca mrożonego niż w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego. W przypadku polienowych kwasów tłuszczowych średni ich udział był niższy w rybach wędzonych z surowca mrożonego niż w rybach wędzonych ze świeżego surowca. Średni udział kwasów EPA, DPA i DHA w rybach wędzonych z surowca świeżego był wyższy niż w rybach wędzonych z surowca mrożonego. Jednak analiza kwasów tłuszczowych ryb wędzonych z surowca świeżego i mrożonego pochodzących od jednego wybranego producenta nie wykazała istotnych różnic między średnią zawartością kwasów nasyconych, monoenuowych i polienowych oraz średnią zawartością kwasów EPA, DPA i DHA (Załącznik 22 i 23).

Porównując średnie udziały kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego oraz ryb mrożonych pochodzących od tych samych producentów można zauważyć niewielkie różnice zarówno między wybranymi grupami kwasów (nasycone, monoenowe i polienowe), jak również między konkretnymi kwasami polienowymi (EPA, DPA i DHA). Przeprowadzona analiza statystyczna udziału kwasów tłuszczowych w różnym asortymencie pstrągów tęczowych pozyskanych od jednego producenta nie wykazała istotnych różnic w zawartości kwasów nasyconych, monoenowych i polienowych między rybami wędzonymi z surowca mrożonego a wędzonymi z surowca świeżego oraz rybami mrożonymi (Załącznik 22). Analiza polienowych kwasów EPA i DPA również nie wykazuje istotnych różnic w zawartości pomiędzy różnym asortymentem (ryby świeże, mrożone, wędzone z surowca świeżego, wędzone z surowca mrożonego) pstrąga tęczowego pozyskanego od jednego producenta (Załącznik 23). Świadczyć to może o niewielkim wpływie procesu wędzenia na analizowane kwasy tłuszczowe.

5.1.3.2. ZAWARTOŚĆ INSEKTYCYDÓW CHLOROORGANICZNYCH

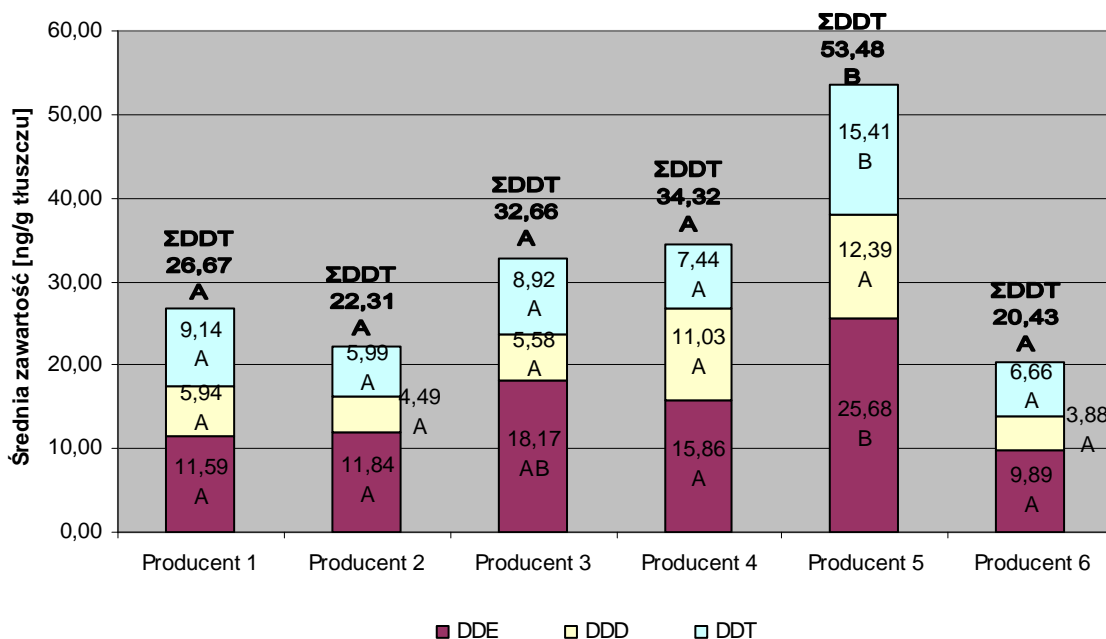
Oznaczenie zawartości lindanu, DDD, DDE i DDT przeprowadzono w tłuszczu wydzielonym z wędzonych z surowca świeżego pstrągów tęczowych pochodzących od różnych producentów. Średnia zawartość γ -HCH w przebadanych próbkach wyniosła 0,43 ng/g tłuszczu (Załącznik 26). Szczegółowe dane dotyczące zawartości lindanu w tłuszczu ryb poszczególnych producentów przedstawia rysunek numer 30. Najniższą zawartość lindanu oznaczono w rybie od producenta szóstego (0,03 ng/g tłuszczu), a największą w rybie producenta drugiego (1,17 ng/g tłuszczu).



Rysunek 30. Średnia zawartość lindanu w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

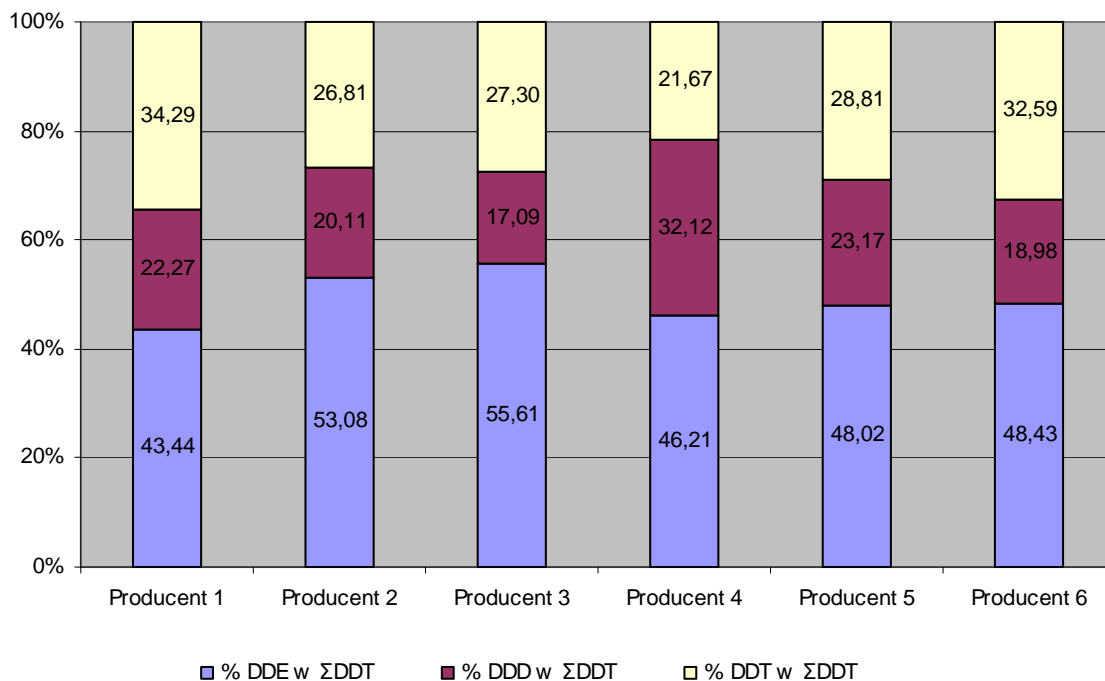
Średnia zawartość DDT i jego metabolitów w badanych rybach wędzonych z surowca świeżego wyniosła dla: DDE 15,50 ng/g tłuszczu, DDD 7,21 ng/g tłuszczu, DDT 8,92ng/g tłuszczu. Natomiast średnia zawartość sumy DDT (DDT+DDE+DDD) w rybach wędzonych z surowca świeżego wyniosła 31,65 ng/g tłuszczu. Szczegółową zawartość poszczególnych związków w rybach sześciu producentów przedstawia rysunek numer 31 (Załącznik 27).



Rysunek 31. Średnia zawartość DDD, DDE, DDT oraz ΣDDT (jako suma DDT+DDE+DDD) w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Najniższą zawartość DDE oznaczono w rybie producenta czwartego (0,07 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta piątego (43,14 ng/g tłuszczu). Najniższą zawartość DDD oznaczono w rybie producenta szóstego (0,17 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta czwartego (31,56 ng/g tłuszczu). Najniższą zawartość DDT oznaczono w rybie producenta szóstego (0,39 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta piątego (25,41 ng/g tłuszczu). Jeśli chodzi o sumę DDT i jego metabolitów to najwyższą wartość zanotowano w rybie producenta piątego (99,52 ng/g), a najniższą w rybie producenta szóstego (1,10 ng/g tłuszczu). Najniższa średnia zawartość ΣDDT została oznaczona w rybach producenta drugiego, a największa średnia jej zawartość w rybach producenta piątego. Średnio w rybach wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów DDE stanowiło 49,13%, DDD 22,29%, a DDT 28,58% w ΣDDT. Szczegółowy udział procentowy poszczególnych insektycydów w tłuszczu pstrąga różnych hodowców przedstawia rysunek 32. W przypadku wszystkich producentów DDE stanowi największy udział procentowy w ΣDDT (od 43,44% do 55,61%). Na uwagę zasługuje fakt, że DDE zmniejszyło swój udział procentowy w ΣDDT w stosunku do jego udziału w ΣDDT ryb świeżych (Załącznik 8).



Rysunek 32. Średni procentowy udział zawartości DDD, DDE i DDT w sumie DDT w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

Analizując zawartość lindanu w badanych rybach wędzonych z surowca świeżego pochodzących od różnych producentów, podobnie jak w przypadku ryb świeżych, nie wykazano statystycznie istotnych różnic między producentami (Załącznik 26). Ponownie żadna z przebadanych prób nie przekroczyła najwyższej dopuszczalnej przez polskie prawo zawartości γ -HCH - 20ng/g tłuszczu, dodatkowo oznaczone zawartości są kilkadziesiąt razy od niej niższe i kształtują się na podobnym poziomie jak w rybach świeżych.

Analizując poszczególne zawartości DDT, DDD i DDE zauważono brak istotnych różnic między producentami 1, 2, 3, 4 i 6, jedynie ryby producenta numer 5 wyróżniały się wyższą zawartością oznaczanych związków, potwierdziła to analiza istotności różnic między Σ DDT wszystkich producentów i ponownie tylko Σ DDT w rybach producenta piątego była istotnie wyższa od pozostałych. Znow najniższą zawartość Σ DDT zanotowano w rybach producenta drugiego. Ponownie żadna z próbek ryb nie była wolna od pozostałości insektycydów chloroorganicznych, jednak znow uwagę zwraca fakt, że w Σ DDT największy udział procentowy stanowiło DDE.

Porównując różny asortyment pstrąga tęczowego pochodzącego od jednego producenta nie obserwuje się istotnych różnic w zawartości lindanu w rybach świeżych

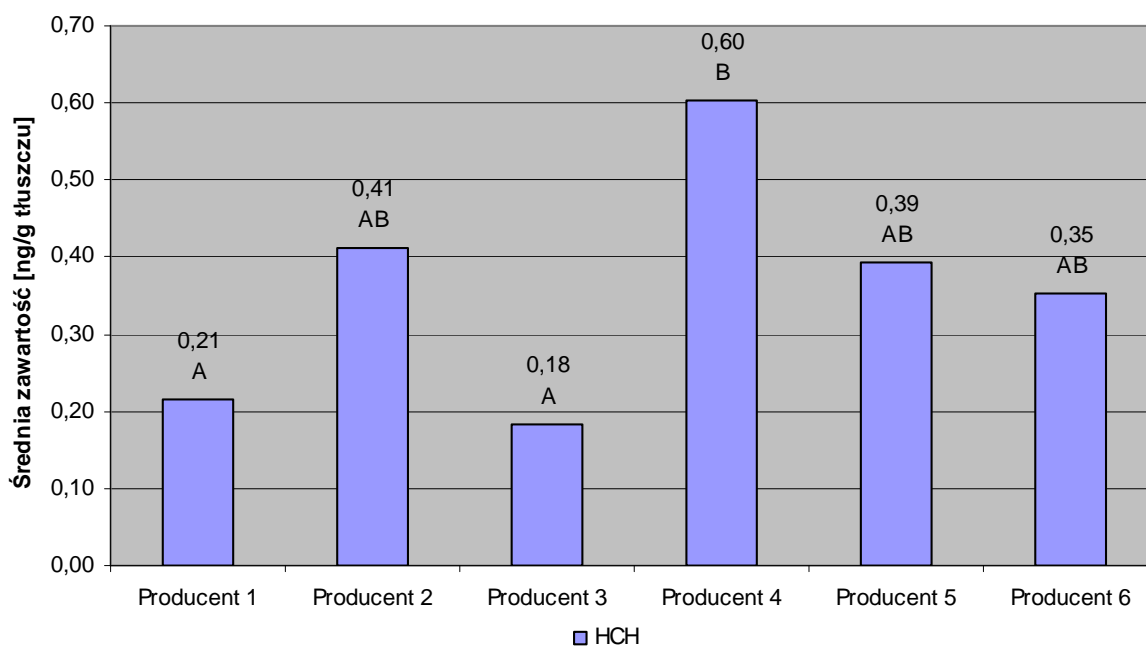
i wędzonych z surowca świeżego. Identycznie w przypadku pojedynczo analizowanych DDE, DDD, DDT oraz Σ DDT jako całości, nie obserwuje się istotnych różnic między rybami świeżymi a rybami wędzonymi z surowca świeżego (Załącznik 32 i 33). Fakt ten może świadczyć o znikomym wpływie wędzenia na zawartość pozostałości insektycydów chloroorganicznych.

Mięso pstrąga wędzonego pozyskanego z jeziora Michigan zawierało 12,7 μg DDT, 103,8 μg DDE i 10,4 μg DDD w 327,7 g fileta, a z jeziora Superior zawierało 9,8 μg DDT, 77,1 μg DDE i 8,0 μg DDD w 149,5 g fileta, oznaczone zawartości były średnio o dwa rzędy wielkości większe niż w wędzonych pstrągach z surowca świeżego w niniejszej pracy.¹³¹ Badania zawartości składników odżywczych i substancji niepożądanych w przetworach rybnych znajdujących się na rynku przeprowadził również Morski Instytut Rybacki w Gdyni we współpracy z Centralnym Laboratorium Instytutu Zootechniki w Krakowie, Laboratorium Chemicznym Analiz Wielopierwiastkowych Politechniki Wrocławskiej, Referencyjnym Laboratorium Analiz TZO Instytutu Zdrowia Publicznego w Ostrawie. Badania te wykazały niewiele większą, niż w tej pracy, zawartość pestycydów chloroorganicznych w pstrągu wędzonym: 5,03 μg Σ DDT na 1 kg produktu oraz 0,2 μg Σ HCH na 1 kg produktu.¹³²

Oznaczenie zawartości lindanu, DDD, DDE i DDT przeprowadzono również w tłuszczu wydzielonym z wędzonych z surowca mrożonego pstrągów tęczowych pochodzących od różnych producentów. Średnia zawartość γ -HCH w przebadanych próbkach wyniosła 0,36 ng/g tłuszczu (Załącznik 30). Szczegółowe dane dotyczące zawartości lindanu w tłuszczu ryb poszczególnych producentów przedstawia rysunek 33. Najniższą zawartość lindanu oznaczono w rybie od producenta szóstego (0,02 ng/g tłuszczu), a największą w rybie producenta czwartego (1,21 ng/g tłuszczu) (Załącznik 9).

¹³¹ Zabik M.E., Booren A.I., Zabik M.J., Welch R., Humphrey H. "Pesticides residues, PCBs and Paha in baked, charboiled, salt boiled and smoked Great Lakes lake trout" Food chemistry vol. 55 No. 3 1996 s. 231-239

¹³² Usydus Z., Szlinder-Richert J., Polak-Juszczak L., Komar K., Adamczyk M., Malesa-Cieciewicz M., Ruczynska W. "Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants" Chemosphere 74 (2009) 1420-1428

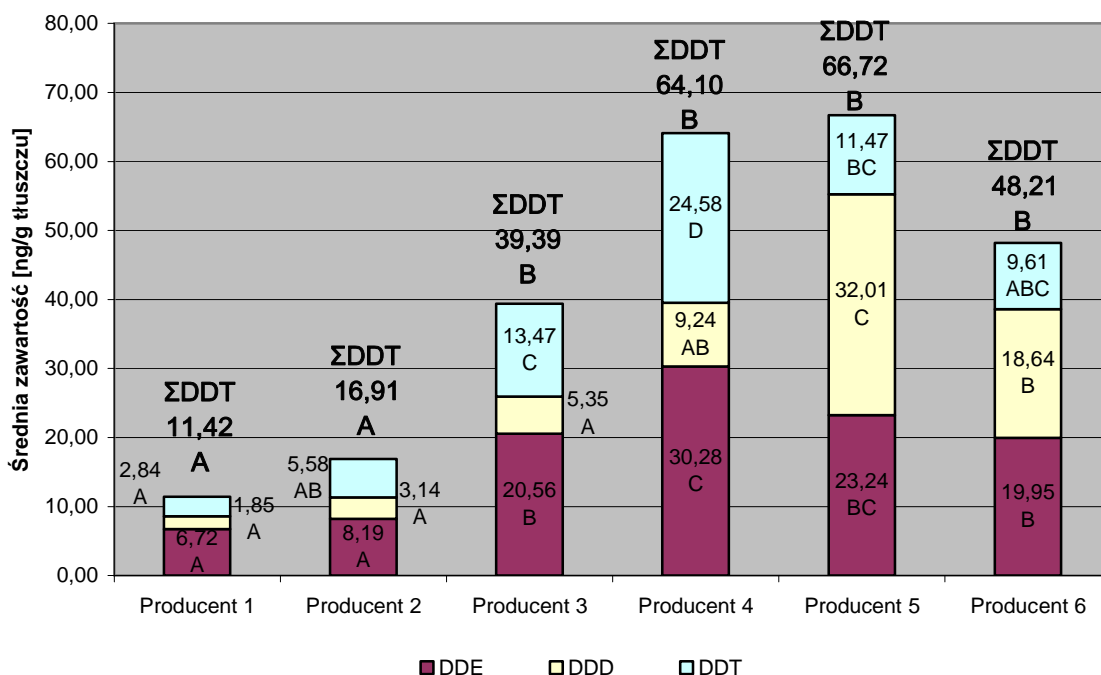


Rysunek 33. Średnia zawartość lindanu w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Średnia zawartość DDT i jego metabolitów w badanych rybach wędzonych z surowca mrożonego wyniosła dla: DDE 18,16 ng/g tłuszczu, DDD 11,71 ng/g tłuszczu, DDT 11,26ng/g tłuszczu. Natomiast średnia zawartość sumy DDT (DDT+DDE+DDD) w rybach wędzonych z surowca mrożonego wyniosła 41,12 ng/g tłuszczu (Załącznik 31). Szczegółową zawartość poszczególnych związków w rybach sześciu producentów przedstawia rysunek 34.

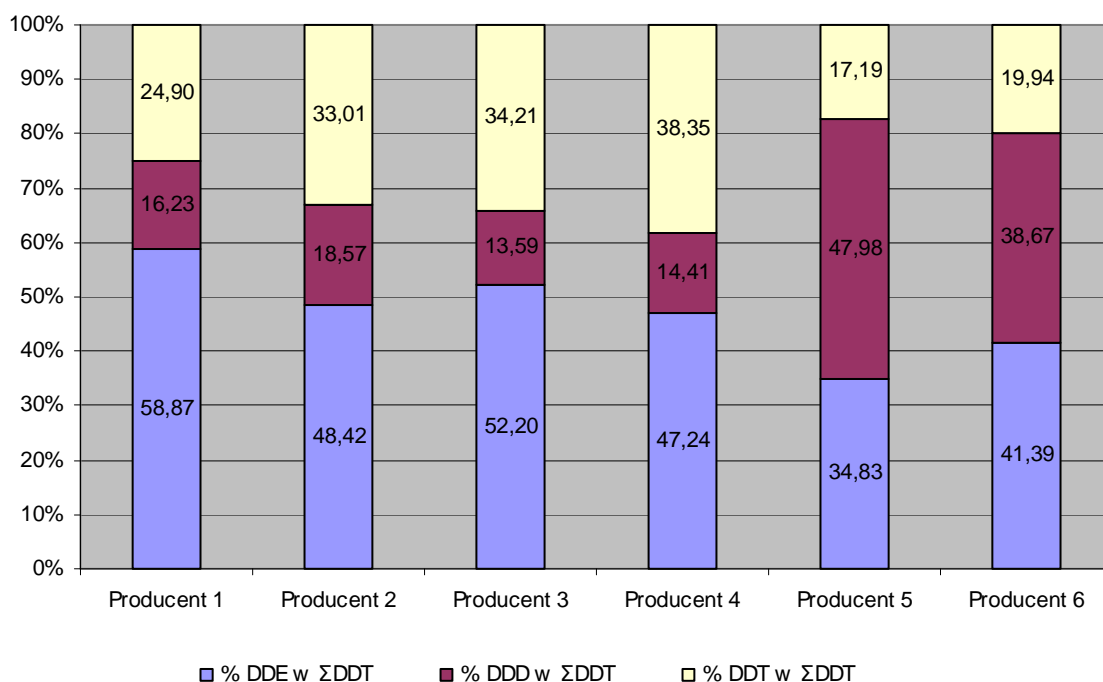
Najniższą zawartość DDE oznaczono w rybie producenta pierwszego (6,12 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta czwartego (44,70 ng/g tłuszczu). Najniższą zawartość DDD oznaczono w rybie producenta pierwszego (1,28 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta piątego (63,93 ng/g tłuszczu). Najniższą zawartość DDT oznaczono w rybie producenta pierwszego (1,59 ng/g tłuszczu), a najwyższą w rybie producenta czwartego (34,17 ng/g tłuszczu). Jeśli chodzi o sumę DDT i jego metabolitów to najwyższą wartość zanotowano w rybie producenta piątego (123,25 ng/g), a najniższą w rybie producenta pierwszego (9,77 ng/g tłuszczu). Najniższa średnia zawartość Σ DDT została oznaczona w rybach producenta pierwszego, a największa średnia jej zawartość w rybach producenta piątego (Załącznik 9).



Rysunek 34. Średnia zawartość DDD, DDE, DDT oraz ΣDDT (jako suma DDT+DDE+DDD) w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Średnio w rybach wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów DDE stanowiło 47,16%, DDD 24,91%, a DDT 27,93% w ΣDDT. Szczegółowy udział procentowy poszczególnych insektycydów w tłuszczu pstrąga różnych hodowców przedstawia rysunek 35. W przypadku producentów 1, 2, 3, 4 i 6 DDE stanowiło największy udział procentowy w ΣDDT (od 41,39% do 58,87%). Natomiast w przypadku ryb producenta piątego największy udział w ΣDDT stanowił DDD (47,98%). Na uwagę zasługuje fakt, że DDE zmniejszyło swój udział procentowy w ΣDDT w stosunku do jego udziału w ΣDDT ryb mrożonych wśród ryb wszystkich producentów (Załącznik 9).



Rysunek 35. Średni procentowy udział zawartości DDD, DDE i DDT w sumie DDT w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

Analiza zawartość lindanu w rybach wędzonych z surowca mrożonego pochodzących od różnych producentów wykazała brak statystycznie istotnych różnic między producentami 1, 2, 3, 5 i 6 oraz 2, 4, 5 i 6. Żadna z przebadanych prób nie przekroczyła najwyższej dopuszczalnej przez polskie prawo zawartości γ -HCH – 20 ng/g tłuszczu, dodatkowo oznaczone zawartości są kilkadziesiąt razy od niej niższe. Zawartość lindanu w rybach wędzonych z surowca mrożonego jest nawet kilkukrotnie niższa niż w rybach mrożonych oraz niewiele niższa niż w rybach wędzonych z surowca świeżego (Załącznik 30).

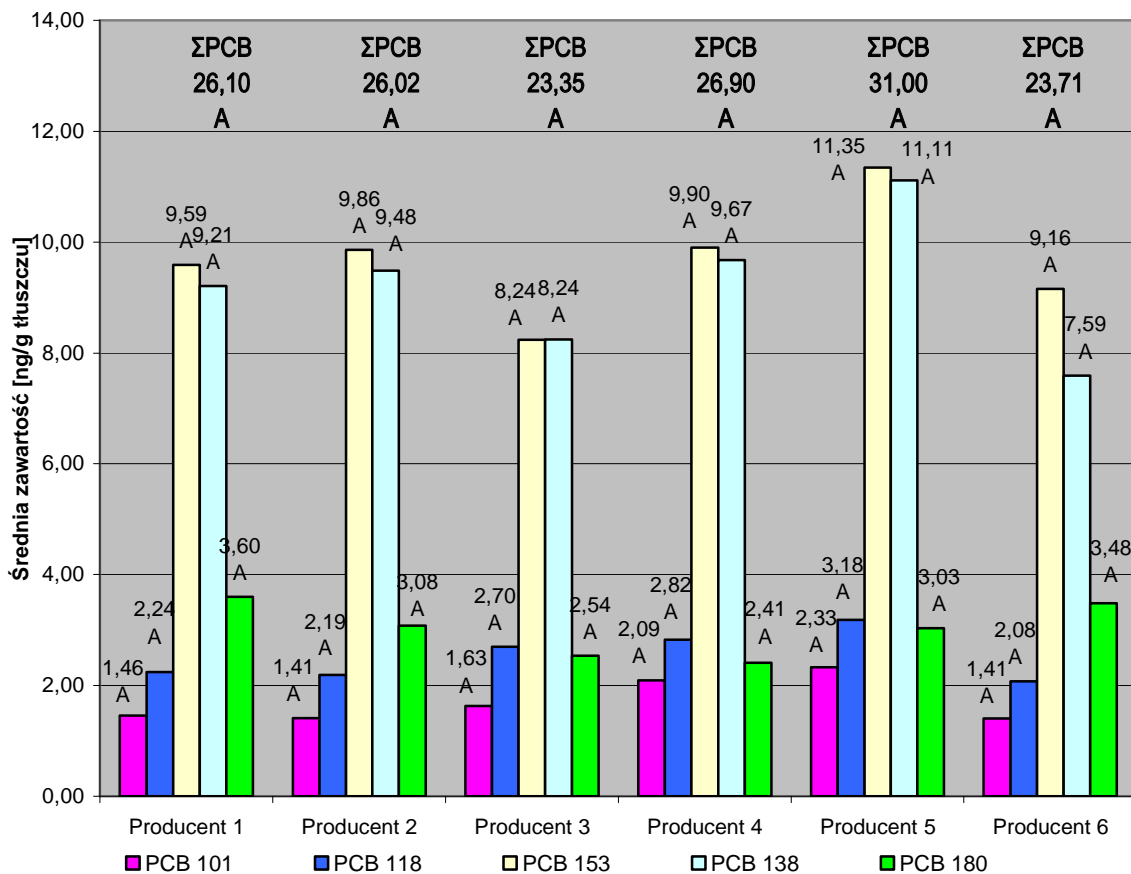
Analizując poszczególne zawartości DDT, DDD i DDE zauważono brak istotnych różnic między producentami 1 i 2. Zawartości tych związków w rybach producentów 3, 4, 5 i 6 wykazywały pewne zależności, lecz dopiero analiza ΣDDT wyraźnie podzieliła producentów na dwie grupy: te o niższej zawartości ΣDDT to ryby producentów 1 i 2 oraz ryby producentów 3, 4, 5 i 6 o wyższej zawartości ΣDDT. Najniższą zawartość ΣDDT zanotowano w rybach producenta pierwszego. Ponownie żadna z próbek ryb nie była wolna od pozostałości insektycydów chloroorganicznych, jednak uwagę zwraca fakt, że w ΣDDT największy udział procentowy stanowiło DDE za wyjątkiem producenta piątego (Załącznik 31).

Porównując różny asortyment pstrąga tęczowego pochodzącego od jednego producenta nie obserwuje się istotnych różnic w zawartości lindanu, DDE, DDD, DDT oraz Σ DDT w rybach wędzonych z surowca świeżego, rybach mrożonych i wędzonych z surowca mrożonego (Załącznik 32 i 33).

Na podstawie przeprowadzonych oznaczeń stwierdzono, że wędzone z surowca świeżego i mrożonego pstrągi tęczowe zawierały kilkadziesiąt razy mniej Σ DDT niż jest to dopuszczone przez polskie ustawodawstwo (1000 ng/g).

5.1.3.3. ZAWARTOŚĆ POLICHLOROWANYCH BIFENYLI

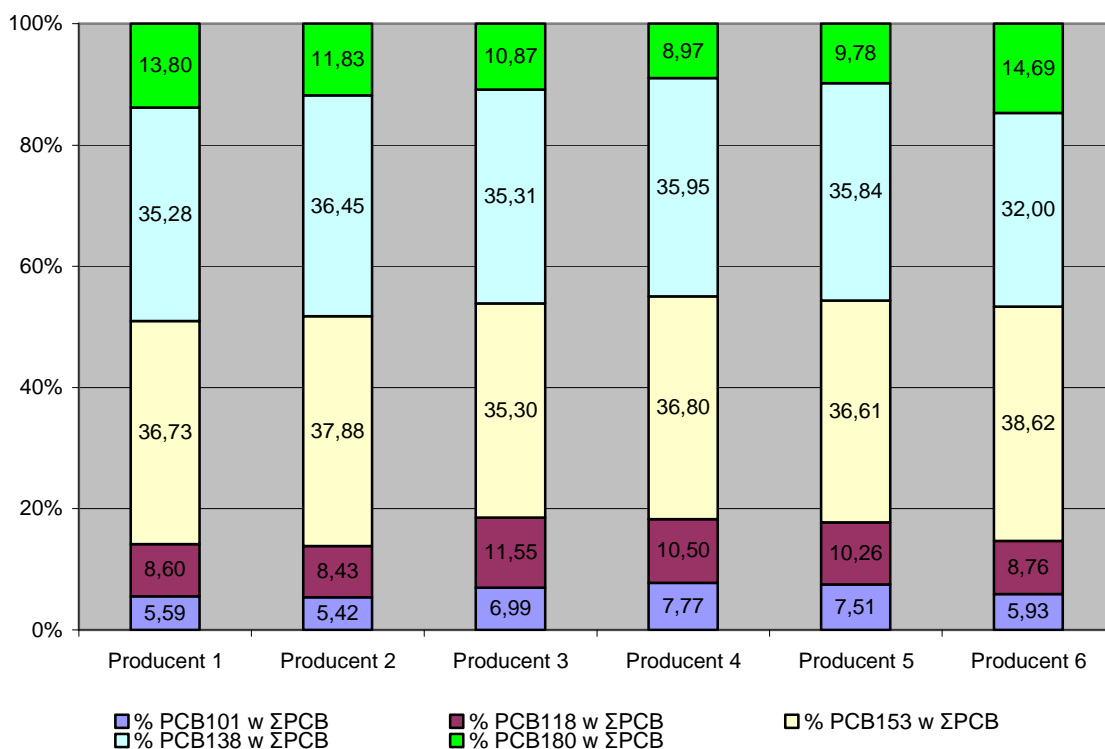
Badania zawartości siedmiu wskaźnikowych kongenerów polichlorowanych bifenyli o numerach IUPAC 28, 52, 101, 118, 153, 138 i 180 przeprowadzono na wędzonych z surowca świeżego pstrągach tęczowych pozyskanych od sześciu różnych producentów. W żadnej z badanych wędzonych z surowca świeżego ryb nie wykryto kongenerów PCB 28 i 52. Średnia zawartość w badanych rybach PCB 101 wyniosła 1,72 ng/g tłuszczu, najwięcej tego związku (4,53 ng/g tłuszczu) wykryto w rybie producenta piątego. Średnia zawartość PCB 118 wyniosła 2,54 ng/g tłuszczu, a największą jego ilość (5,27 ng/g tłuszczu) oznaczono w rybie producenta piątego. Średnia zawartość PCB 153 wyniosła 9,68 ng/g tłuszczu, a najwięcej (16,20 ng/g tłuszczu) tego związku zawierała ryba producenta piątego. Średnia zawartość PCB 138 w rybach wędzonych z surowca świeżego wyniosła 9,22 ng/g tłuszczu, najwięcej (16,20 ng/g tłuszczu) tego kongeneru zawierała ryba producenta piątego. Średnia zawartość PCB 180 wyniosła 3,02 ng/g tłuszczu, a najwięcej (5,45 ng/g tłuszczu) tego związku zawierała ryba producenta pierwszego. Natomiast średnia zawartość Σ PCB₇ wyniosła 26,18 ng/g tłuszczu w rybach wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów, największą Σ PCB₇ oznaczono w rybie producenta numer 4 (45,50 ng/g tłuszczu). Szczegóły zawartości poszczególnych kongenerów PCB w tłuszczu ryb różnych producentów przedstawia rysunek 36 (Załącznik 12 i 36).



Rysunek 36. Średnia zawartość siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB oraz ΣPCB₇ (jako suma oznaczonych siedmiu kongenerów) w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Średni największy udział procentowy w ΣPCB₇ we wszystkich rybach wędzonych z surowca świeżego stanowił kongener PCB 153 (36,99%), następnie PCB 138 (35,14%), kolejno PCB 180 (11,65%), PCB 118 (9,68%) oraz najmniejszy średni udział PCB 101 (6,54%). Szczegóły udziału wybranych kongenerów w ΣPCB₇ u poszczególnych producentów przedstawia rysunek 37 (Załącznik 12).



Rysunek 37. Średni procentowy udział zawartości siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB w ΣPCB_7 w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

Podobnie jak w przypadku ryb świeżych, w rybach wędzonych z surowca świeżego nie wykryto obecności kongenerów PCB 28 i 52. Analiza średnich zawartości poszczególnych kongenerów PCB i ΣPCB_7 w rybach wędzonych z surowca świeżego ukazała absolutny brak statystycznie istotnych różnic między producentami, nawet ryb tych producentów, w których zawartość badanych substancji w rybach świeżych różniła się istotnie (Załącznik 36). Również analiza różnego asortymentu pstrągów tęczowych pozyskanych od jednego producenta potwierdziła brak istotnych różnic między zawartością pozostałości PCB w rybach świeżych i rybach wędzonych z surowca świeżego (Załącznik 38). Jednak w przypadku ryb wędzonych z surowca świeżego oznaczono wyższe średnie zawartości każdego z kongenerów PCB, średnia ΣPCB_7 była wyższa aż o 22% niż w rybach świeżych, dlatego i w tym przypadku możemy sugerować kumulację lub łatwiejszą ekstrakcję pozostałości PCB w badaniach ryb wędzonych.

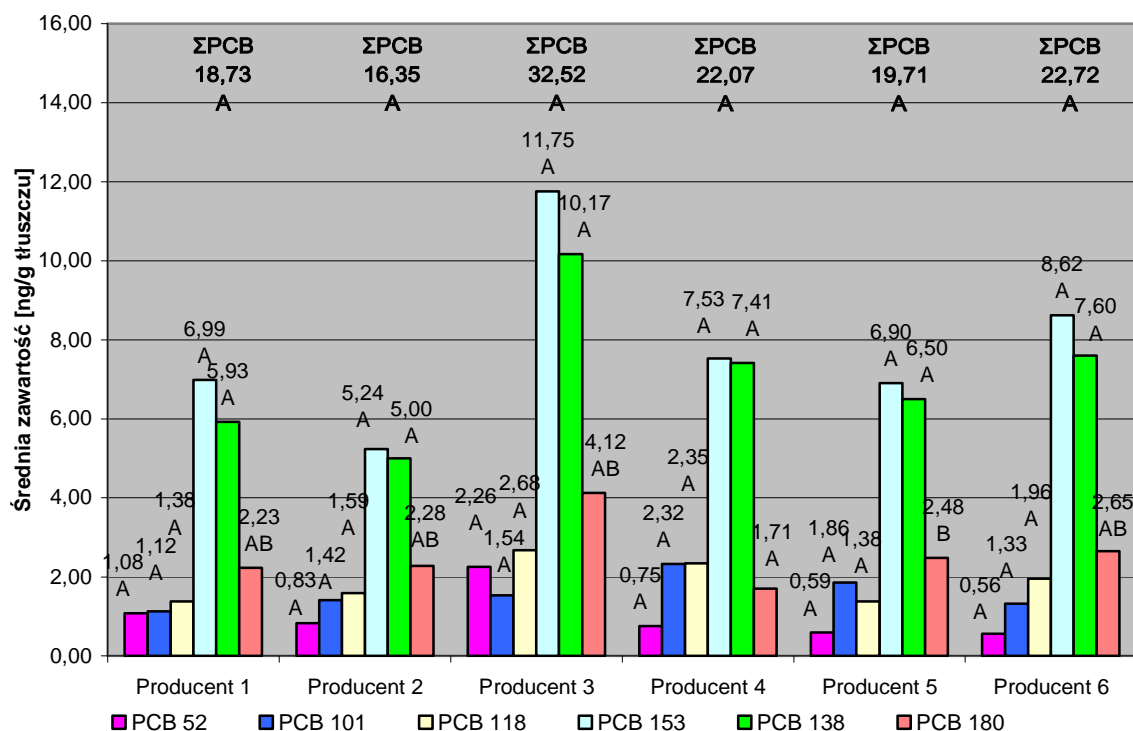
Badania zawartości sumy siedmiu wskaźnikowych PCB w przetworach rybnych znajdujących się na rynku przeprowadził Usydus i wsp. Badania te wykazały średnią zawartość ΣPCB_7 w pstrągu wędzonym w ilości 4,89 $\mu\text{g}/\text{kg}$ produktu (81 ng/g tłuszczu),

co stanowi wartość wyższą do oznaczonych w niniejszej pracy.¹³³ Jednak badania pstrągów świeżych i wędzonych pozyskanych z północno-amerykańskich wielkich jezior ustaliły redukcję zawartości PCB w granicach 40-50% w rybach wędzonych w stosunku do ryb świeżych, czego w badaniach prowadzonych w tej pracy nie można potwierdzić.¹³⁴

Badania zawartości siedmiu wskaźnikowych kongenerów polichlorowanych bifenyli przeprowadzono również na wędzonych z surowca mrożonego pstrągach tęczowych pozyskanych od sześciu różnych producentów. W żadnej z badanych wędzonych z surowca mrożonego ryb nie wykryto kongenerów PCB 28. Średnia zawartość PCB 52 w badanych rybach wyniosła 1,01 ng/g tłuszczu, najwięcej tego związku (7,99 ng/g tłuszczu) oznaczono w rybie producenta trzeciego. Średnia zawartość PCB 101 wyniosła 1,60 ng/g tłuszczu, najwięcej tego związku (3,56 ng/g tłuszczu) wykryto w rybie producenta czwartego. Średnia zawartość PCB 118 wyniosła 1,89 ng/g tłuszczu, a największą jego ilość (5,32 ng/g tłuszczu) oznaczono w rybie producenta trzeciego. Średnia zawartość PCB 153 wyniosła 7,84 ng/g tłuszczu, a najwięcej (18,43 ng/g tłuszczu) tego związku zawierała ryba producenta trzeciego. Średnia zawartość PCB 138 w rybach wędzonych z surowca mrożonego wyniosła 7,10 ng/g tłuszczu, najwięcej (16,59 ng/g tłuszczu) tego kongeneru zawierała ryba producenta trzeciego. Średnia zawartość PCB 180 wyniosła 2,58 ng/g tłuszczu, a najwięcej (6,81 ng/g tłuszczu) tego związku zawierała ryba producenta trzeciego. Natomiast średnia zawartość Σ PCB₇ wyniosła 22,02 ng/g tłuszczu w rybach wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów, największą Σ PCB₇ oznaczono w rybie producenta numer 3 (52,77 ng/g tłuszczu). Szczegóły zawartości poszczególnych kongenerów PCB w tłuszczu ryb różnych producentów przedstawia rysunek 38 (Załącznik 13 i 37).

¹³³ Usydus Z., Szlinder-Richert J., Polak-Juszczak L., Komar K., Adamczyk M., Małesa-Cieciewicz M., Ruczynska W. "Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants" *Chemosphere* 74 (2009) s. 1420-1428

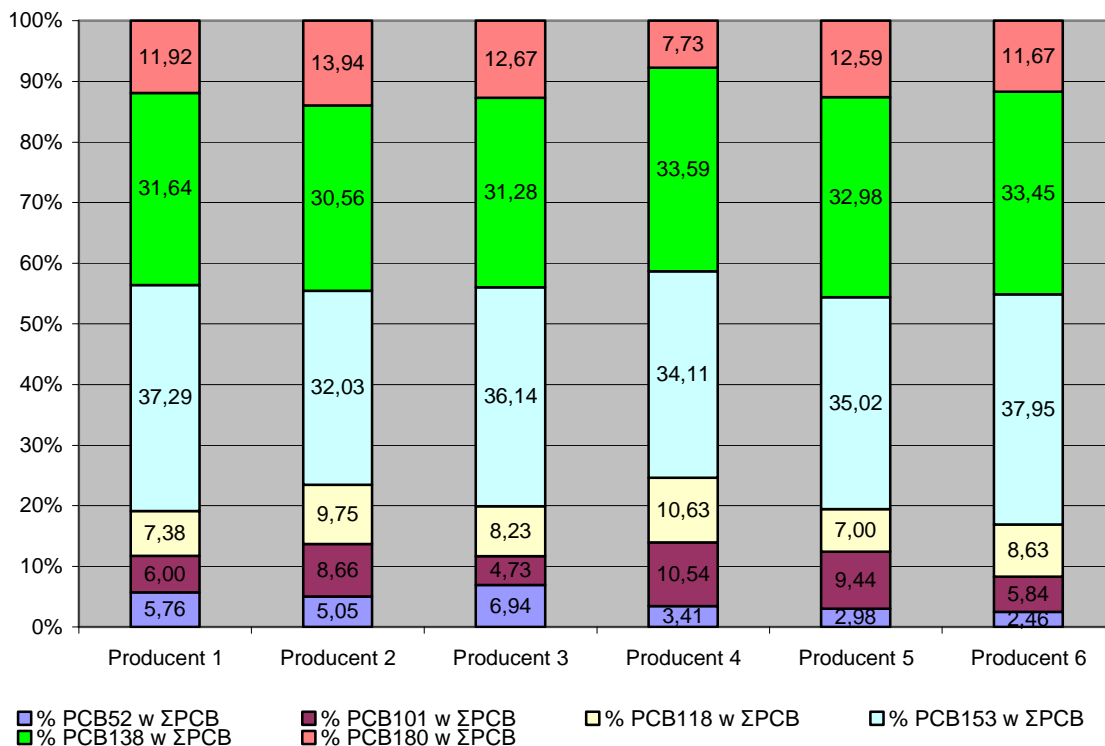
¹³⁴ Zabik M.E., Booren A.I., Zabik M.J., Welch R., Humphrey H. "Pesticides residues, PCBs and Pahas in baked, charboiled, salt boiled and smoked Great Lakes lake trout" *Food chemistry* vol. 55 No. 3 1996 s. 231-239



Rysunek 38. Średnia zawartość siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB oraz ΣPCB_7 (jako suma oznaczonych siedmiu kongenerów) w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów [ng/g tłuszczu]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p=0,01$

Średni największy udział procentowy w ΣPCB_7 we wszystkich rybach wędzonych z surowca mrożonego stanowił kongener PCB 153 (35,42%), następnie PCB 138 (32,25%), kolejno PCB 180 (11,75%), PCB 118 (8,60%), PCB 101 (7,54%) oraz najmniejszy średni udział PCB 52 (4,43%). Szczegóły udziału wybranych kongenerów w ΣPCB_7 u poszczególnych producentów przedstawia rysunek 39.



Rysunek 39. Średni procentowy udział zawartości siedmiu wskaźnikowych kongenerów PCB w ΣPCB_7 w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów

Źródło: opracowanie własne

Podobnie jak w przypadku ryb mrożonych, w rybach wędzonych z surowca mrożonego nie wykryto obecności kongenerów PCB 28. Analiza średnich zawartości kongenerów PCB 52, 101, 118, 153, 138 i ΣPCB_7 w rybach wędzonych z surowca mrożonego ukazała absolutny brak statystycznie istotnych różnic między producentami, nawet ryb tych producentów, w których zawartość badanych substancji w rybach mrożonych różniła się istotnie. Jedyne istotne różnice zaobserwowano w zawartości PCB 180 między producentami 4 i 5 (Załącznik 37). Również analiza różnego asortymentu pstrągów tęczowych pozyskanych od jednego producenta potwierdziła brak istotnych różnic między zawartością pozostałości PCB w rybach mrożonych i rybach wędzonych z surowca mrożonego (Załącznik 38). W przypadku ryb wędzonych z surowca mrożonego oznaczono wyższą średnią ΣPCB_7 (o 6,7%) niż w rybach mrożonych, dlatego i w tym przypadku możemy sugerować kumulację lub łatwiejszą ekstrakcję pozostałości PCB w badaniach ryb wędzonych. Również procentowy udział poszczególnych kongenerów w ΣPCB_7 kształtował się podobnie jak w rybach mrożonych.

Porównując natomiast ryby wędzone z surowca mrożonego i ryby wędzone z surowca świeżego zauważono niższe zawartości wszystkich oznaczonych kongenerów

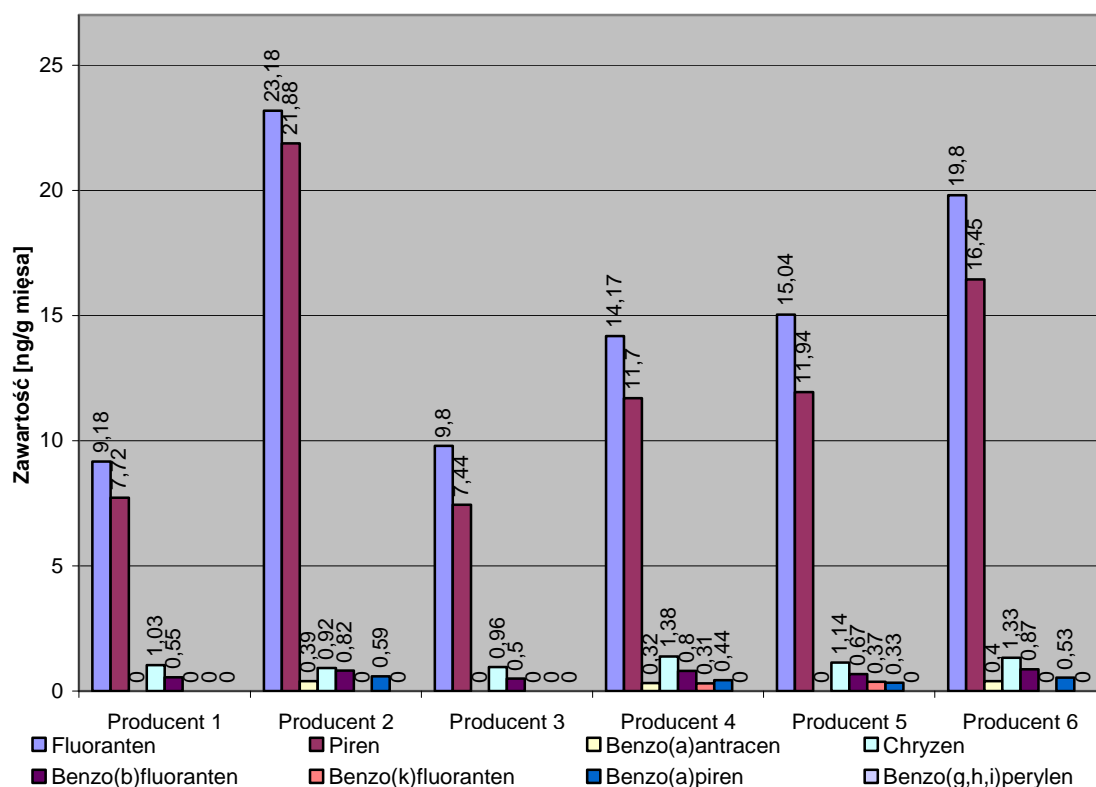
oraz ΣPCB_7 (o około 16%) w rybach wędzonych z surowca świeżego. Dodatkowo w rybach wędzonych z surowca mrożonego wykryto PCB 52, którego obecności w rybach wędzonych z surowca świeżego nie stwierdzono. Udział procentowy poszczególnych kongenerów w ΣPCB_7 kształtował się identycznie jak w przypadku ryb wędzonych z surowca mrożonego. Analiza różnego asortymentu pstrągów tęczowych pozyskanych od jednego producenta pozwoliła na stwierdzenie statystycznie istotnych różnic między rybami wędzonymi z surowca świeżego i mrożonego jedynie w zawartości PCB 52, gdyż nie wykryto go w rybach wędzonych z surowca świeżego. Natomiast zawartość pozostałych kongenerów, jak i ΣPCB_7 nie różniła się w tych rybach istotnie (Załącznik 38).

Na uwagę zasługuje fakt, że żadna z badanych próbek ryb wędzonych z surowca świeżego i mrożonego nie przekroczyła uważanego obecnie za maksymalny poziom zawartości ΣPCB_7 200 ng/g tłuszczu oraz planowanego maksymalnego poziomu ΣPCB_7 75 ng/g mięsa ryb.

5.2. ZAWARTOŚĆ WIELOPIERŚCIENIOWYCH WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH W MIĘSIE RÓŻNEGO ASORTYMENTU PSTRĄGA TĘCZOWEGO POZYSKANEGO OD RÓŻNYCH PRODUCENTÓW

Badaniom poddano pstrągi tęczowe wędzone metodą tradycyjną z surowca świeżego pochodzące od sześciu znanych producentów, w których oznaczono osiem wybranych WWA: fluoranten, piren, benzo[a]antracen, chryzen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]piren i bezno[g,h,i]perylene (rysunek 40). Największą średnią zawartość fluorantenu (23,18 ng/g mięsa) oznaczono w rybie od producenta drugiego, a najmniejszą w rybie producenta numer 1 (9,18 ng/g mięsa). Najwięcej pirenu zawierała ryba producenta drugiego (21,88 ng/g mięsa), a najmniej ryba producenta trzeciego (7,44 ng/g mięsa). Największą średnią zawartość benzo[a]antracenu (0,4 ng/g mięsa) oznaczono w rybie producenta szóstego, natomiast ryby producentów numer 1, 3 i 5 zawierały poniżej 0,30 ng/g mięsa tego związku. Ryba producenta czwartego wyróżniała się największą zawartością chryzenu (1,38 ng/g mięsa), natomiast ryba producenta drugiego zawierała go najmniej (0,92 ng/g mięsa). Analiza benzo[b]fluorantenu wykazała największą jego ilość w rybie producenta numer 6 (0,87 ng/g mięsa), a najmniejszą w rybie producenta trzeciego (0,5 ng/g mięsa). Największą ilość benzo[k]fluorantenu oznaczono w rybie od producenta piątego

(0,37 ng/g mięsa), natomiast w rybach producentów numer 1, 2, 3, i 6 oznaczono mniej niż 0,30 ng/g mięsa tego związku. W przypadku benzo[a]pirenu największą jego ilość oznaczono w rybie producenta drugiego (0,59 ng/g mięsa), w rybach producentów numer 1 i 2 oznaczono mniej niż 0,30 ng/g mięsa tego związku. W żadnej z analizowanych prób nie oznaczono więcej niż 0,30 ng/g mięsa benzo[g,h,i]perylen. Na uwagę zasługuje fakt, że największy udział w sumie WWA stanowią fluoranten i piren (Załącznik 41).

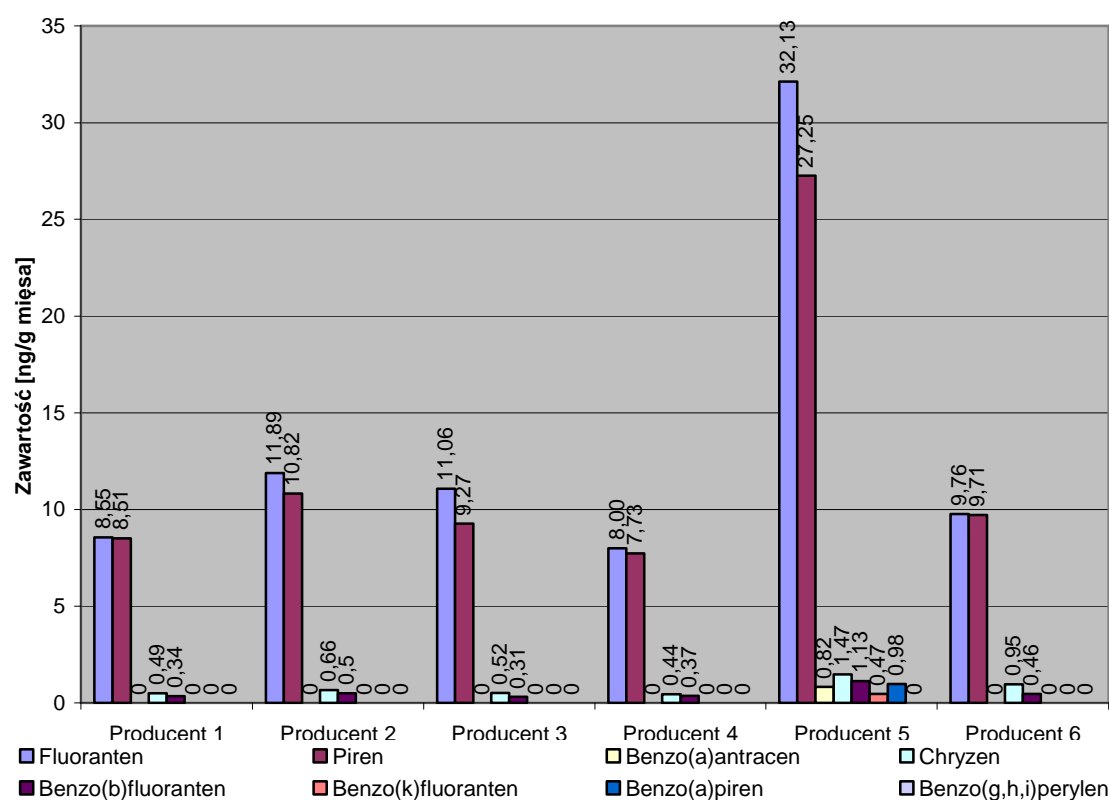


Rysunek 40. Zawartość wybranych WWA w rybach wędzonych tradycyjnie ze świeżego surowca pozyskanego od sześciu producentów [ng/g mięsa]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone „0” oznaczają granice oznaczalności metody „<0,30ng/g”

Badaniom poddano również pstrągi tęczowe wędzone metodą tradycyjną z surowca mrożonego pochodzące od sześciu znanych producentów (rysunek 41). Największą średnią zawartość fluorantenu (32,13 ng/g mięsa) oznaczono w rybie od producenta piątego, a najmniejszą w rybie producenta numer 4 (8,00 ng/g mięsa). Najwięcej pirenu zawierała ryba producenta piątego (27,25 ng/g mięsa), a najmniej ryba producenta czwartego (7,73 ng/g mięsa). Benzo[a]antracen został oznaczony jedynie w rybie producenta piątego (0,82 ng/g mięsa), natomiast ryby producentów numer 1, 2, 3, 4 i 6 zawierały poniżej 0,30 ng/g mięsa tego związku. Ryba producenta piątego

zawierała najwięcej chryzenu (1,47 ng/g mięsa), natomiast ryba producenta pierwszego zawierała go najmniej (0,49 ng/g mięsa). Analiza benzo[b]fluorantenu wykazała największą jego ilość w rybie producenta numer 5 (1,13 ng/g mięsa), a najmniejszą w rybie producenta pierwszego (0,34 ng/g mięsa). Największą ilość benzo[k]fluorantenu oznaczono w rybie od producenta piątego (0,47 ng/g mięsa), natomiast w rybach pozostałych producentów oznaczono mniej niż 0,30 ng/g mięsa tego związku. Benzo[a]piren oznaczono jedynie w rybie producenta piątego (0,98 ng/g mięsa), w rybach pozostałych producentów oznaczono mniej niż 0,30 ng/g mięsa tego związku. W żadnej z analizowanych prób nie oznaczono więcej niż 0,30 ng/g mięsa benzo[g,h,i]perylenu. Na uwagę zasługuje fakt, że największy udział w sumie WWA stanowią fluoranten i piren (Załącznik 42).

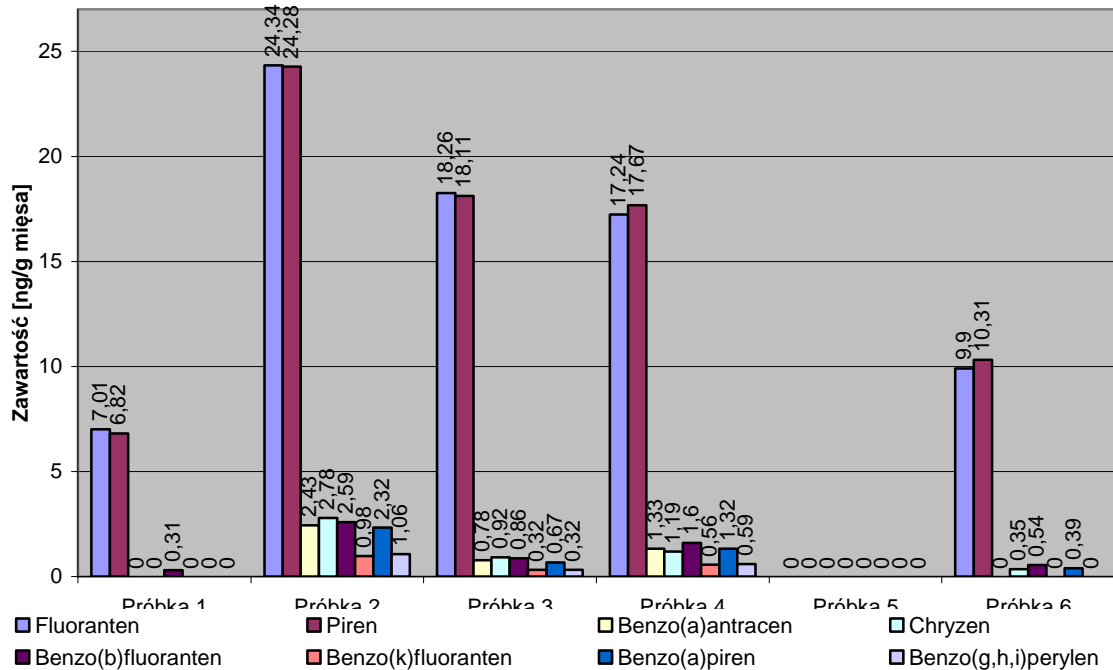


Rysunek 41. Zawartość wybranych WWA w rybach wędzonych tradycyjnie z mrożonego surowca pozyskanego od sześciu producentów [ng/g mięsa]

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone „0” oznaczają granice oznaczalności metody „<0,30ng/g”

Analiza zawartości wybranych WWA przeprowadzona w rybach świeżych i mrożonych (nie poddanych procesowi wędzenia) nie wykazała zawartości żadnego z oznaczanych związków w ilości większej niż granica oznaczalności metody (0,30 ng/g mięsa) (Załącznik 40). Kolejnym badanym asortymentem były ryby wędzone

różnymi metodami pozyskane z różnych zakładów przetwórczych (rysunek 42). Próbka numer 1 była wędzona w wędzarni z zewnętrzną wytwornicą dymu, próbki 2, 3, 4 i 6 były wędzone tradycyjnie przez różnych producentów, natomiast próbka numer 5 została wyprodukowana przy użyciu preparatu dymu wędzarniczego. W przypadku próby numer 5 (wędzonej przy użyciu preparatu dymu wędzarniczego), identycznie jak w przypadku ryb nie poddanych procesowi wędzenia, nie zanotowano zawartości żadnego z wybranych WWA w ilości większej niż wynosi granica oznaczalności metody (0,30 ng/g mięsa). Analiza próbki numer 1 (produkt wędzarni z zewnętrzną wytwornicą dymu) pozwoliła na stwierdzenie zawartości poniżej granicy oznaczalności metody w przypadku benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu i benzo(g,h,i)perylenu. Oznaczono w niej jedynie zawartość fluorantenu w ilości 7,01 ng/g mięsa, pirenu w ilości 6,82 ng/g mięsa oraz benzo(b)fluorantenu w ilości 0,31 ng/g mięsa. Najwyższe zawartości oznaczanych związków wykryto w próbkach ryb wędzonych metodami tradycyjnymi, najwięcej zawartości wybranych związków stwierdzono w próbce numer 2, a najmniejsze w próbce numer 6, w której oznaczone wartości są niewiele wyższe niż w przypadku ryb wędzonych z użyciem zewnętrznej wytwornicy dymu. We wszystkich badanych próbkach fluoranten i piren wyróżniają się o wiele wyższą zawartością w odniesieniu do pozostałych WWA (Załącznik 39).



Rysunek 42. Zawartość wybranych WWA w rybach wędzonych różnymi metodami pochodzących od zróżnicowanych producentów

Źródło: opracowanie własne, wartości oznaczone „0” oznaczają granice oznaczalności metody „<0,30ng/g”

Zawartości wybranych ośmiu WWA w rybach świeżych, oznaczone w tej pracy w celu określenia skażenia bazowego, są wielokrotnie niższe niż otrzymane przez Visciano i wsp. w świeżych pstrągach tęczowych pochodzących z włoskich hodowli, którzy otrzymali następujące zawartości średnie (w ng/g mięsa – średnia wilgotność 73,09%) wybranych WWA: antracen 14,02; fluoranten 6,30; piren 17,54; benzo[a]antracen 1,92, chryzen 0,71; bezno[b]fluoranten 4,43; benzo[k]fluoranten 2,23; benzo[g,h,i]perylene 5,23. Wyniki niskiej zawartości oznaczanych WWA w rybach świeżych mogą świadczyć o równie niskim skażeniu środowiska hodowli pstrągów tęczowych. W filetach wędzonych przy użyciu płynnego preparatu dymu wędzarniczego (dopuszczony do użytku wewnątrz Unii Europejskiej: Smokez C-6 maple & H-6 hichory firmy Red Arrow International LLC, Manitowoc, WI, USA w komorze o sterowanym dostępie powietrza i kontrolowanej temperaturze; mięśnie spryskane dawką 5 g preparatu na 1 kg ryby) w/w autorzy oznaczyli następujące zawartości średnie (w ng/g mięsa – średnia wilgotność 71,28%) wybranych WWA: antracen 10,52; fluoranten 6,63; piren 17,70; benzo[a]antracen 2,09, chryzen 0,65; bezno[b]fluoranten 4,32; benzo[k]fluoranten 2,32; benzo[g,h,i]perylene 5,62, które również były wielokrotnie wyższe niż zawartości oznaczone w próbce wędzonej przy użyciu preparatu dymu wędzarniczego w niniejszej pracy. Jednak wydaje się, że to

początkowe skażenie surowca determinowało zawartość wybranych WWA, ponieważ w obu badaniach wartości oznaczone w rybach wędzonych przy użyciu preparatu dymu wędzarniczego nie różniły się istotnie od wartości oznaczonych w rybach niepodanych procesowi wędzenia. Ci sami autorzy przeprowadzili również badania zawartości WWA w rybach wędzonych tradycyjnie w temperaturze 25°C przez okres 3 godzin w piecu, w którym palenisko znajdowało się bezpośrednio pod wiszącymi rybami. Wędzono całe, wypatroszone ryby, do badań natomiast została pobrana jedynie tkanka mięśniowa bez ości i skóry. W całych rybach wędzonych tradycyjnie filetowanych po uwędzeniu oznaczono następujące zawartości średnie (w ng/g mięsa – średnia wilgotność 69,63%) wybranych WWA: antracen 11,30; fluoranten 5,64; piren 18,74; benzo[a]antracen 1,75, chryzen 0,61; bezno[b]fluoranten 4,68; benzo[k]fluoranten 2,65; benzo[g,h,i]perylen 5,62. Niewielkie różnice w zawartości analizowanych WWA, gdyż jedyne istotne różnice zaobserwowano w zawartości chryzenu i benzo[b]fluorantenu między rybami wędzonymi a rybami niepodanymi procesowi wędzenia, prawdopodobnie spowodowane są niską temperaturą tradycyjnego wędzenia i krótkim czasem oddziaływania składników dymu.¹³⁵ Porównując otrzymane przez Visciano i wsp. wyniki zawartości oznaczonych WWA w rybach wędzonych tradycyjnie (zarówno różnych wędzarni tradycyjnych, jak i różnych producentów i różnego rodzaju surowca użytego do wędzenia przez tą samą wędzarnię) z tymi otrzymanymi w niniejszej pracy można stwierdzić, że proces tradycyjnego wędzenia, ze względu na swój niecałkowicie kontrolowany charakter (temperatura, ilość i przepływ dymu, czas wędzenia), powoduje nieregularne wzbogacanie mięsa w niektóre z oznaczanych WWA, lecz nie bez wpływu pozostaje początkowa zawartość WWA w surowcu.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej przeprowadzono badania na pstrągach pochodzących z wielkich jezior: Lake Michigan – ryby chude oraz Lake Superior – ryby tłuste. Ryby surowe z Jeziora Michigan zawierały niewiele wyższe od otrzymanych w niniejszej pracy średnie ilości wybranych WWA (w ng/g m.m.): fluoranten 0,39; piren 0,84; benzo[a]antracen 0,17, chryzen 0,07. Ryby wędzone na gorąco (temperatura wewnętrzna 82°C przez 30 minut) z tego samego jeziora zawierały większe od oznaczonych w tej pracy średnie ilości następujących WWA (w ng/g m.m.): pirenu (82,4), benzo[a]antracenu (9,66) i benzo[a]pirenu (5,12), zbliżone ilości

¹³⁵ Visciano P., Perugini M., Monte F., Morena M. „Policyclic aromatic hydrocarbons in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by traditional flue gas smoking and by liquid smoke flavourings” *Food and Chemical Toxicology* 46 (2008) s 1409-1413

fluorantenu (26,84) i chryzenu (2,93) oraz niższą zawartość benzo[b]fluorantenu (0,08). Natomiast w przypadku tłustych surowych pstrągów pozyskanych z Jeziora Superior oznaczono następujące średnie ilości WWA (w ng/g m.m.): fluoranten 0,13; piren 2,91; benzo[a]antracenu 1,54; chryzen 0,28. Pstrągi wędzone pochodzące z tego samego jeziora zawierały o wiele wyższe średnie ilości pirenu (175,43 ng/g m.m.), fluorantenu (38,68 ng/g m.m.), benzo[a]antracenu (15,63 ng/g m.m.), benzo[a]pirenu (8,43 ng/g m.m.) niż ryby objęte badaniem w niniejszej pracy. Jedynie zawartość chryzenu (1,46 ng/g m.m.) charakteryzowała się zbliżoną zawartością.¹³⁶

Badania przeprowadzone w Estonii w latach 2003-2004 wykazały brak sześciu WWA (benzo[a]piren B[a]P, benz[a]antracenu B[a]A, benzo[k]fluorantenu B[k]F, benzo[b]fluorantenu B[b]F, benzo[g,h,i]perylene B[ghi]P, indeno[1,2,3-cd]piren I[cd]P) w rybach świeżych. W mięsie ryb wędzonych na zimno wykryto jedynie w przypadku łososia 0,4 ng/g mięsa B[a]P oraz 0,94 ng/g mięsa B[a]A. Natomiast w przypadku mięsa pstrąga wędzonego na gorąco stwierdzono wartości zbliżone do otrzymanych w tej pracy, a średnie zawartości wybranych WWA kształtowały się następująco: B[a]P 0,5 ng/g mięsa; B[a]A 1,6 ng/g mięsa; B[b]F+B[k]F 0,5 ng/g mięsa; I[cd]P 0,4 ng/g mięsa.¹³⁷

Na uwagę zasługuje fakt, że w przeprowadzonych w niniejszej pracy badaniach różnego asortymentu zarówno w przypadku ryb świeżych, jak również w przypadku ryb wędzonych różnymi metodami, maksymalne dopuszczalne stężenia WWA (odpowiednio 2,0 ng/g m.m. i 5,0 ng/g m.m. benzo[a]pirenu jako wskaźnika) nie zostały przekroczone w żadnej z analizowanych próbek. Potwierdzono również dane literaturowe, że w produktach nowoczesnych wędzarni fluoranten stanowi większy udział w sumie WWA, a suma WWA jest mniejsza niż w procesie wędzenia tradycyjnego.

¹³⁶ Zabik M.E., Booren A.I., Zabik M.J., Welch R., Humphrey H. "Pesticides residues, PCBs and Pahas in baked, charboiled, salt boiled and smoked Great Lakes lake trout" Food chemistry vol. 55 No. 3 1996 s. 231-239

¹³⁷ Yurchenko S., Molder U. "The determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish by gas chromatography mass spectrometry with positive-ion chemical ionization" Journal of Food Composition and Analysis 18 (2005) s. 857-869

6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podsumowując przeprowadzone doświadczenie i uzyskane wyniki charakteryzujące skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mięsa oraz zawartości chemicznych związków szkodliwych w pstrągach tęczowych dostępnych na rynku, pochodzących z intensywnego chowu przez różnych producentów zwraca uwagę występowanie różnic. Określony profil kwasów tłuszczowych różnił się w zależności od rodzaju używanej do produkcji paszy oraz w wyniku przeprowadzonych procesów przetwórczych. Ryby te wbrew powszechnej nieprawdziwej opinii, zawierają duże ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych (70-80% ogółu kwasów tłuszczowych) oraz szczególnie wartościowych żywieniowo kwasów grupy omega-3 (EPA, DPA i DHA), które są niezbędne dla organizmu człowieka do właściwego funkcjonowania. Natomiast chemiczne zanieczyszczenia w postaci insektycydów chloroorganicznych, polichlorowanych bifenyli i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w żadnej z badanych próbek nie przekroczyły dopuszczalnych norm zawartości, a oznaczane ilości były wręcz wielokrotnie od nich niższe, co skłania do stwierdzenia, że nie stanowią zagrożenia dla żywieniowych wartości tej ryby. Nie stwierdzono żadnych istotnych różnic między świeżymi rybami wszystkich producentów w zawartości lindanu, natomiast oznaczone istotne różnice w zawartości Σ DDT wskazywały jako czynnik różnicujący rodzaj stosowanej do produkcji paszy. W przypadku zawartości w tłuszczu ryb świeżych polichlorowanych bifenyli jedyne istotne różnice zaobserwowano między dwoma producentami, gdzie jeden z nich wodę do produkcji pozyskuje bezpośrednio ze źródeł, drugi natomiast z dna jeziora.

Uzyskane wyniki oraz powyższe podsumowanie pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Tłuszcz mięsa pstrągów świeżych będących w obrocie handlowym na rynku olsztyńskim różni się składem kwasów tłuszczowych, który ze względu na różny udział procentowy kwasów tłuszczowych z grupy nienasyconych może wpływać na wartość biologiczną (odżywczą) mięsa badanych ryb. Istotne zatem staje się zwracanie uwagi na pochodzenie dostępnych ryb, producenta i miejsca hodowli, a w konsekwencji rodzaju stosowanej paszy przez hodowców ryb.

Badania tłuszczu mięsa ryb świeżych objętych doświadczeniem wykazały występowanie insektycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenyli,

których jednak zawartość nie przekraczała wielkości uznawanych za dopuszczalne. Wobec powyższego pasza stosowana w żywieniu ryb hodowlanych powinna być monitorowana pod względem występowania chemicznych związków potencjalnie szkodliwych.

2. Przeprowadzone badania jakości tłuszczu mięsa pstrągów określonej składem kwasów tłuszczowych tłuszczu mięsa ryb przeznaczonych do sprzedaży po zamrożeniu i 6-cio miesięcznym przechowywaniu wykazały również występowanie różnic, które mogą wpływać na wartość odżywczą mięsa pstrągów objętych doświadczeniem. Wskazuje to, że obok wpływu paszy hodowlanej mogły zaistnieć inne czynniki wpływające na skład kwasów tłuszczowych ryb zamrożonych i przechowywanych, w tym np. niewłaściwe zabezpieczenie przed dostępem tlenu, zbyt długi czas uzyskania wymaganej temperatury czy niedostateczna jej kontrola, jak również stan surowca przed zamrożeniem.

Tłuszcz mięsa ryb mrożonych objętych doświadczeniem również zawierał insektycydy chloroorganiczne i polichlorowane bifenyle, lecz i w tym przypadku maksymalna dopuszczalna zawartość nie została przekroczona. Obserwowano jednak nieregularne zmiany ich zawartości, które mogą być punktem wyjścia do dalszych badań w tym kierunku.

3. Badanie składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mięsa pstrągów wędzonych dostępnych na rynku wykazało występowanie różnic w stwierdzonym profilu kwasów tłuszczowych. Różnice te występowały zarówno w tłuszczu mięsa ryb wędzonych z surowca świeżego, jak i mrożonego, choć nie odbiegały znacząco od zawartości oznaczonych w surowcu. Należy zatem przyjąć założenie, że tradycyjne wędzenie nie wpływa w znaczący sposób na zmianę charakterystyki analizowanych kwasów tłuszczowych surowca użytego do produkcji.

Tłuszcz mięsa badanych pstrągów tęczowych poddanych wędzeniu zawierał insektycydy chloroorganiczne i polichlorowane bifenyle w ilościach zdecydowanie mniejszych niż dopuszczalne i również wykazywał podobieństwo do tłuszczu surowca użytego do produkcji.

4. Przeprowadzone badania mięsa pstrągów tęczowych dostępnych na rynku olsztyńskim wykazały wyższą zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w rybach wędzonych tradycyjnie niż w rybach wędzonych nowoczesnymi metodami, choć w żadnym z analizowanych przypadków maksymalne dopuszczalne zawartości WWA nie zostały przekroczone.

7. BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE G.: 2007. *Produkcja i eksport pstrąga w Chile, Peru i Norwegii*. Magazyn Przemysłu Rybnego, 5: 12-15.

ANONIM.: 2008. *Salmon yield more fish protein than they consume*. Eurofish magazine, 6: 53-55.

ANONIM.: 2009. *Krajowa produkcja i rynek pstrąga*. Magazyn Przemysłu Rybnego, 5: 71-75.

ANONIM.: 2009. *Liderzy w wędzeniu pstrąga i łososia* Magazyn Przemysłu Rybnego nr 6 (72).

ANONIM.: 2008. *Lisner deklaruje ponad 30% udział w rynku ryb* Magazyn Przemysłu Rybnego 4(64).

ANONIM.: 2007. *Raport numeru – Pstrąg Rynek Rybny* nr 10 (122) s. 3-4.

ARENS U.: 1997. *Fish and heart disease* Coronary Health Care 1, s. 79-82.

BARRADO E., JIMENEZ F., PRIETO F., NUEVO C.: 2003. *The use of fatty-acid profiles of the lipids of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to differentiate tissue and dietary feed* Food chemistry 81 s. 13-20.

BERG V., KARL I. UGLAND, NILS R. HAREIDE, PAUL E. ASPHOLM, ANUSCHKA POLDER, JANNECHE UTNE SKAARE: 1997. *Organochlorine contamination in deep-sea fish from the davis strait* Mar. Environ. Res. vol. 44 s. 135-148.

BIENIARZ K., KORDAS M.: 2000. *Kwasy tłuszczowe i cholesterol w mięsie ryb*. Komunikaty Rybackie 6.

BIENKIEWICZ G., DOMISZEWSKI Z., KUSZYŃSKI T.: 2008. *Ryby słodkowodne jako źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT*. Magazyn przemysłu rybnego nr 3 (63).

BIZIUK M. (red.): 2001. *Pestycydy występowanie, oznaczanie i unieszkodliwianie* WNT.

BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., STRZELECKI R.: 2000. *Trwałe zanieczyszczenia organiczne – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, Polichlorowane bifenylole i pestycydy chlororganiczne – w osadach zbiornika wrocławskiego*, Przegląd geologiczny vol. 48, nr 9.

BONTEMPS S.: 2009. *Analiza produkcji i sprzedaży pstrągów tęczowych w 2008 r*. Komunikaty Rybackie Nr 4(111).

- BORDAJANDI L.R., GOMEZ G., FERNANDEZ M.A., ABAK E., RIVERA J., GONZALEZ M.J.: 2003. *Study on PCBs, PCDD/Fs, organochlorine pesticides, heavy metals and arsenic content in fresh water fish species from the River Turia (Spain)* Chemosphere 53 s. 163-171.
- BRZozowska E.: 1998. *Ryby – wartość odżywcza i przydatność kulinarna*. Przemysł Spożywczy 7 s.37-38.
- BUDSŁAWSKI J.: 1967. *Metody analizy żywności* WPL i Sp. Warszawa.
- BYKOWSKI J.: 2003. *Szanse i zagrożenia dla polskiego przetwórstwa rybnego wynikające z akcesji do Unii Europejskiej* Magazyn Przemysłu Rybnego nr 3.
- CASTRO F. A. F., PINHEIRO SANT'ANA H.M., CAMPOS F.M., BRUNORO COSTA N.M., COELHO SILVA M.T., SALARO A.L., FRANCESCHINI S.: 2007. *Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes*. Food Chemistry 103 s. 1080–1090.
- CHENG Y.C., NGUYEN J., SEMMENS K., BEAMER S., JACZYNSKI J.: 2006. *Enhancement of omega-3 fatty acid content in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets*. Journal of Food Science vol. 71 (7), s. 383-389.
- CIEMNIAK A., PROTASOWICKI M.: 2002. *WWA w mięsnych i drobiowych artykułach spożywczych*. Bromat. Chem. Toksykol. s. 3-4.
- CIEŚLA M.: 2009. *Czy każda ryba dobrze wpływa na wszystko? Prozdrowotne walory najbardziej popularnych ryb pochodzących z akwakultury*. Magazyn Przemysłu Rybnego nr 3(69).
- CZAJA K. 1996. *Aspekty toksykologiczne i aktualny stan narażenia populacji generalnej na DDT Związki chloroorganiczne w środowisku i żywności. DDT obecny stan wiedzy*. Konferencja Olsztyn 18 grudnia s. 3-4.
- CZERWIŃSKA D.: 2003. *Samo zdrowie*. Przegląd Gastronomiczny 7 s.10-11.
- DOJLIDO J.: 1995 *Chemia wód powierzchniowych*. Białystok WEiŚ s. 56.
- EICHLER W.: 1989 *Trucizny w naszym pożywieniu*. PZWL s. 38-39.
- FALANDYSZ J.: 1999 *Polichlorowane bifenyle (PCBs) w środowisku: chemia, analiza, toksyczność, stężenia i ocena ryzyka*. Gdańsk .
- FALANDYSZ J. BRUDNOWSKA B., IWATA H., TANABE S.: 1999. *Pestycydy chloroorganiczne i polichlorowane bifenyle w wodzie wiślanej*. Rocz. PZH, 50, s. 123-130.
- FIGIEL SZ., KOZŁOWSKI W., PILARSKI S.: 2001. *Marketing w agrobiznesie. Marketing produktów spożywczych*. Tom I i II, wyd. Olsztyn UWM.

FOLCH J., LEES M., SLOANE STANLYE G.H.: 1957. *A simple method of the isolation and purification of total lipides from animal tissues*. J. Biol. Chem. 226 s 497-509.

GALER K., ZYGMUNT B., WOLSKA L., NAMIERNIK J.: 2000. *Evaluation of Pollution Degree of the Odra River Basin with Organic compounds after the 97 Summer Flood. Part III. Determination of pollution of Post – Flood Sediments with Polichlorinated Biphenyls and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*. Chemia Analityczna, Warszawa, 45, 2, s. 297-304.

GAWĘDZKI J., HRYNIEWIECKI L. (red.): 2000. *Żywienie człowieka. Podstawy Nauki o żywieniu* PWN.

GROCHOWALSKI A.: 2000. *Badania nad oznaczaniem polichlorowanych dibenzodioskyn, dibenzofuranów i bifenyli*. Seria Inżynieria i Technologia Chemiczna Kraków.

GUILLEN, M.D., SOPELANA, P., PARTEARROYO, M.A.: 1997. *Food as a source of polycyclic aromatic carcinogens*. Reviews on Environmental Health 12 (3) s.133–146.

GUZIUR J., WIŚNIEWSKA A.: 2009. *Panga (nareszcie) na cenzurowanym*. Magazyn Przemysłu Rybnego nr 6(72).

JIRA W.: 2004. *A GC/MS method for the determination of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in smoked meat products and liquid smokes*. Eur. Food Res. Technol. 218: s. 208–212.

JÓŹWIAK J., PODGÓRSKI J.: 2005. *Statystyka od podstaw*. PWE. Warszawa.

JUSZCZAK L.: 2008. *Chemiczne zanieczyszczenia żywności i metody ich oznaczania*. Laboratorium 3 s. 41.

KIZIEWICZ B., CZECZUGA B.: 2003. *DDT and Its Metabolites in the Tissues of Certain Fish Species from Podlasie Province*. Polish Journal of Environmental Studies Vol. 12, No. 1, s. 123-127.

KOŁAKOWSKA A., KOŁAKOWSKI E.: 2001. *Szczególne właściwości żywieniowe ryb*. Przemysł spożywczy nr 6.

KOŁAKOWSKA A., MACUR J., PANKIEWICZ A., SZCZYGIELSKI M.: 1998. *Wędzona makrela jako źródło n-3 polienowych kwasów tłuszczowych*. In: Olej z nasion cieciołka i inne oleje zawierające kwasy n-6 i n-3 w profilaktyce i leczeniu. Red. A. Stołyhwo. III Sympozjum Sulejów s. 71-77.

KOŁAKOWSKA A., OLLEY J., DUNSTAN G.A.: 2002. *Fish lipids*. In: “Chemical and functional properties of food lipids”. Ed. Z. E. Sikorski, A. Kołakowska. Boca Raton, CRC Press.

KOTLER PH.: 2002. *Marketing - podejście europejskie*. PWE s. 615 – 621.

- KREŁOWSKA-KUŁAS M.: 1993. *Badanie jakości produktów spożywczych PWE*.
- KULIKOWSKI T.: 2009. *Polskie dobro eksportowe: ryby wędzone*. Magazyn Przemysłu Rybnego Nr 2 (68).
- KULIKOWSKI T.: 2008. *Rynek konserw rybnych w Polsce na przetomie lat 2007/2008*. Magazyn Przemysłu Rybnego Nr 1 (61).
- KULIKOWSKI T.: 2008. *Rynek ryb wędzonych – wzrost w eksporcie i na papierze?* Magazyn Przemysłu Rybnego Nr 2 (62).
- KURPIOS M., NOWOSIELSKI A.: 1999. *Pozostałości chlorowych pochodnych węglowodorów w organizmach trzech gatunków ryb z Zalewu Szczecińskiego*. Bromat. Chem. Toksykol. vol. 32 s. 87.
- KUŹMIŃSKI H. (red.): 2009. *Pstrągarstwo Hodowla, manipulacje genetyczne, zagadnienia prawne, ochrona zdrowia*. IRŚ Olsztyn 2006, dane IRŚ, Komunikaty Rybackie Nr 4(111).
- CIELAK L.: 2003. „Czy warto jeść ryby?” Magazyn przemysłu rybnego nr 2 (32) s. 33.
- LARSEN, D. et al.: 2009. *Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*)*. Food Chemistry, doi:10.1016/j.foodchem.2009.07.037.
- LEMPKA A. (red.): 1985. *Towaroznawstwo. Produkty spożywcze PWE*.
- LUDWICKI J., GÓRALCZYK K., CZAJA K., STRUCIŃSKI P.: 1996. *Oznaczanie pozostałości insektycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenyli w środkach spożywczych metodą chromatografii gazowej*. PZH Warszawa.
- ŁUKJANIENKO W. I.: 1974. *Toksykologia ryb*. PWRiL.
- MATUSZEWICZ J., MATUSZEWICZ P.: 1999. *Rachunkowość od podstaw*. Finans Servis.
- MORTENSEN A., SKIBSTED L.H.: 2000. *Antioxidant activity of carotenoids in muscle food*. In: *Antioxidants in muscle food. Nutritional strategies to improve quality*. Eds. E. Kecker, C. Faustman, C.J. Lopez-Bote. New York, Wiley Interscience s. 357-388.
- NIEMIRYCZ E., KACZMARCZYK A., RODZIEWICZ M.: 2007. *Zanieczyszczenie trwałymi substancjami organicznymi środowiska wód powierzchniowych w Polsce*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Zakład Ochrony Wód Przymorza.
- NIEMIRYCZ E., KACZMARCZYK A., RODZIEWICZ M., SAPOTA G., SAPOTA M., HEYBOWICZ E., BOGACKA T., TAYLOR R.: 2002. *Ocena stanu jakości przyujściowych przekrojów rzek Wisły i Odry w odniesieniu do trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) objętych Konwencją Sztokholmską*. Gdańsk.

NIEWIADOWSKA A.: 2001. *Badania pozostałości polichlorowanych bifenyli (PCB) w żywności zwierzęcego pochodzenia*. Materiały konferencyjno-szkoleniowe programu PCB STOP Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju.

NIEWIADOWSKA A.: 2007. *Ocena narażenia na pestycydy chloroorganiczne i polichlorowane bifenyly pobierane z żywnością pochodzenia zwierzęcego*. Rozprawa habilitacyjna, PIWet, Puławy.

NIEWIADOWSKA A. SEMENIUK S.: 2003. *Monitoring zawartości kongenerów polichlorowanych bifenyli w tkankach i produktach zwierzęcych*. Roczn. PZH Supplement, 54 s. 93-94.

NIEWIADOWSKA A., SEMENIUK S. ŻMUDZKI J.: 2008. *Pozostałości pestycydów w żywności pochodzenia zwierzęcego w latach 1997-2006 w Polsce*. Medycyna Wet., 64 (10).

SAFE S.: 1994. *Polychlorinated biphenyls (PCBs) environmental impact, biochemical and toxic responses, and implication for risk assessment*. CRC Crit. Rev. Toxicol., 24, s. 87-149.

SAHAGUN A. M., TERAN M. T., GARCIA J.J., SIERRA M., FERNANDEZ N., DIEZ M. J.: 1997. *Organochlorine Pesticide Residues in Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*, taken from four fish farms in Spain*. Bull. Environ. Contam. Toxicol 58:779-786.

SAPOTA G.: 2000. *Bioakumulacja węglowodorów chlorowanych w sieci troficznej Zatoki Gdańskiej*. Gdynia.

SIKORKI Z. E.: 2004. *Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie, właściwości i przetwarzani*. WNT.

SMOCZYŃSKI S., AMAROWICZ. R.: 1988. *Chemiczne skażenia żywności*. WNT s. 87.

SOJKIN B. (red.): 2003. *Zarządzanie produktem*. Praca zbiorowa PWE s. 19.

STAREK A.: 1999. *Ocena narażenia łącznego - koncepcja równoważników toksyczności*. Mat. Konf.: Dioksyny w przemyśle, Kraków 23-24 września.

STAREK A.: 2007. *Polichlorowane bifenyly – toksykologia – ryzyko zdrowotne*. Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju.

STAREK A.: 1996. *Toksykologia związków chloroorganicznych w zarysie*. Rocznik PZH (47) s.1-9.

STOŁYHWO A., KOŁODZIEJSKA I., SIKORKI Z.E.: 2006. *Long chain polyunsaturated fatty acids in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats*. Food Chemistry 9 s. 589-595.

STOŁYHWO A., SIKORKI Z.E.: 2005. *Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish – a critical review*. Food chemistry 91 s. 303-311.

SZLINDER-RICHERT J., BARSKA I., MAZERSKI J., USYDUS Z.: 2009. *PCBs in fish from the southern Baltic Sea: Levels, bioaccumulation features, and temporal trends during the period from 1997-2006*. Marine Pollution Bulletin 58 s. 85-92.

SZLINDER-RICHERT J., BARSKA I., MAZERSKI J., USYDUS Z.: 2008. *Organochlorine pesticides in fish from the southern Baltic Sea: Levels, bioaccumulation features and temporal trends during 1995-2006 period*. Marine Pollution Bulletin 56 927-940.

ŚWIDERSKI F. (red.): 2003. *Towaroznawstwo żywności przetworzonej*. SGGW.

TILGNER D.J., DAUN H.: 1969. *Polycyclic aromatic hydrocarbons (polynuclears) in smoked foods*. Residue Rev. Vol. 27, s. 9-41.

TOMZA-MARCINIAK A., CIERESZKO W.: 2008. *Wpływ zawartości dioksynopodobnych kongenerów PCB w mięsie ryb pochodzących z Międzyodrza na stopień zagrożenia toksykologicznego konsumentów*. Medycyna Wet., 64 (2) s. 190.

USYDUS Z., KANDERSKA J.: 2006. *Konserwy rybne jako źródło nienasyconych kwasów tłuszczowych*. Wiadomości Rybackie 9-10(06).

USYDUS Z., SZLINDER-RICHERT J., POLAK-JUSZCZAK L., KOMAR K., ADAMCZYK M., MALESZA-CIECWIERZ M., RUCZYNSKA W.: 2009. *Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants*. Chemosphere 74 s. 1420-1428.

VAN DEN BERG., BIMBAM L., BOSVELD A.T.C.: 1998. *Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife*. Environ. Health. Perspec., 106, s. 775-792.

VISCIANO P., PERUGINI M., MONTE F., MORENA M.: 2008. *Polycyclic aromatic hydrocarbons in farmed rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) processed by traditional flue gas smoking and by liquid smoke flavourings*. Food and Chemical Toxicology 46 s 1409-1413.

WASZAK I., DĄBROWSKA H.: 2009. *Persistent organic pollutants in two fish species of Percidae and sediment from the Sulejowski Reservoir in central Poland*. Chemosphere 75 () 1135-1143.

WHITE-STEVENS R. (red.): 1977. *Pestycydy w środowisku*. PWRiL.

WÓJTOWICZ A.K., GREGORASZCZUK E.Ł.: 2001. *Polichlorowane bifenyle jako czynniki zaburzające procesy endokrynne w jajniku*. Dioksyny w przemyśle i środowisku, Kraków 21-22 czerwca.

YURCHENKO S., MOLDER U.: 2005. *The determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish by gas chromatography mass spectrometry with positive-ion chemical ionization*. Journal of Food Composition and Analysis 18 s. 857-869.

ZABIK M.E., BOOREN AL, ZABIK M.J., WELCH R., HUMPHREY H.: 1996. *Pesticides residues, PCBs and Pahs in baked, charboiled, salt boiled and smoked Great Lakes lake trout*. Food chemistry vol. 55 No. 3 s. 231-239.

ŻEGARSKA Z., JAWORSKI J., BOREJSZO Z.: 1991. *Ocena zmodyfikowanej metody Peiskera otrzymywania estrów metylowych kwasów tłuszczowych*. Acta. Acad. Agricult. Tech. Olst. Tech. Aliment., 24 s. 25-33.

ŻELECHOWSKA A., MAKOWSKI Z.: 1993. *Monitoring pestycydów w wodach powierzchniowych*. Warszawa Biblioteka Monitoringu Środowiska.

Komputerowy Słownik Języka Polskiego PWN 2002.

Komputerowy Słownik Wyrazów Bliskoznacznych PWN 2002.

„Krajowy program badań kontrolnych obecności substancji niedozwolonych oraz pozostałości chemicznych, biologicznych i produktów leczniczych u zwierząt i w żywności pochodzenia zwierzęcego” GIW, MRiRW marzec 2008 s. 34.

„Krajowy program badań kontrolnych obecności substancji niedozwolonych oraz pozostałości chemicznych, biologicznych i produktów leczniczych u zwierząt i w żywności pochodzenia zwierzęcego” GIW, MRiRW 2009.

„Leksykon marketingu”, Warszawa, Studio EMKA, 1997 s. 252-253.

„Morska Gospodarka Rybna w 2008 r”. MIR Gdynia czerwiec 2009.

Nutritional contents of aquatic products project - www.nutraqua.com.

„Rynek Ryb. Stan i perspektywy” Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Warszawa 2005.

Dz. U. z dnia 04 lipca 2007r. Nr 119 Poz. 817 Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 maja 2007 roku w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 208/2005 z dnia 4 lutego 2005r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

8. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1. Procentowa zawartość tłuszczu w różnym asortymencie ryb pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Procentowa zawartość tłuszczu w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	Ryby świeże	Oznaczenie próbki	Ryby mrożone	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca świeżego	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca mrożonego
świeże 5A	5,15	25A	4,85	świeże 11A	3,34	W31A	4,86
świeże 5B	4,90	26A	4,78	świeże 11B	3,45	W32A	5,11
świeże 17A	6,62	27A	6,24	świeże 23A	4,16	W33A	4,97
świeże 17B	8,07	28A	6,95	świeże 23B	4,67	W34A	2,90
świeże 29A	4,25	29A	4,05	świeże 35A	3,36	W35A	3,86
świeże 29B	4,86	30A	4,53	świeże 35B	3,79	W36A	3,94

Procentowa zawartość tłuszczu w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	Ryby świeże	Oznaczenie próbki	Ryby mrożone	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca świeżego	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca mrożonego
świeże 1A	6,65	25A	6,74	świeże 7A	4,96	W25A	3,42
świeże 1B	5,71	26A	4,60	świeże 7B	5,52	W26A	4,03
świeże 13A	7,54	27A	2,76	świeże 19A	5,38	W27A	5,91
świeże 13B	6,76	28A	5,90	świeże 19B	6,73	W28A	4,13
świeże 25A	9,27	29A	6,53	świeże 31A	10,33	W29A	2,87
świeże 25B	7,82	30A	3,32	świeże 31B	8,22	W30A	3,64

Procentowa zawartość tłuszczu w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	Ryby świeże	Oznaczenie próbki	Ryby mrożone	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca świeżego	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca mrożonego
świeże 2A	3,58	31A	2,61	świeże 8A	2,75	W7A	5,60
świeże 2B	3,37	32A	5,93	świeże 8B	3,22	W8A	4,60
świeże 14A	3,80	33A	4,14	świeże 20A	6,02	W9A	4,45
świeże 14B	4,11	34A	3,36	świeże 20B	5,21	W10A	6,62
świeże 26A	7,24	35A	2,69	świeże 32A	6,74	W11A	3,45
świeże 26B	8,21	36A	7,16	świeże 32B	5,96	W12B	2,55

Procentowa zawartość tłuszczu w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	Ryby świeże	Oznaczenie próbki	Ryby mrożone	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca świeżego	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca mrożonego
świeże 3A	4,53	1A	2,04	świeże 9A	2,52	W1A	1,80
świeże 3B	3,78	2A	3,18	świeże 9B	2,80	W2A	1,82
świeże 15A	4,80	3A	2,36	świeże 21A	4,58	W3A	2,01
świeże 15B	4,84	4A	7,41	świeże 21B	4,22	W4A	2,42
świeże 27A	5,90	5A	1,39	świeże 33A	5,33	W5A	1,47
świeże 27B	5,94	6A	2,83	świeże 33B	5,57	W6A	0,96

Procentowa zawartość tłuszczu w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	Ryby świeże	Oznaczenie próbki	Ryby mrożone	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca świeżego	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca mrożonego
świeże 4A	4,69	19A	4,86	świeże 10A	4,70	W19A	7,22
świeże 4B	6,41	20A	5,42	świeże 10B	4,93	W20A	4,70
świeże 16A	5,48	21A	6,50	świeże 22A	5,69	W21A	5,63
świeże 16B	6,27	22A	3,21	świeże 22B	3,76	W22A	5,67
świeże 28A	6,70	23A	6,82	świeże 34A	5,87	W23A	8,09
świeże 28B	7,29	24A	4,50	świeże 34B	5,76	W24A	5,14

Procentowa zawartość tłuszczu w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	Ryby świeże	Oznaczenie próbki	Ryby mrożone	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca świeżego	Oznaczenie próbki	Ryby wędzone z surowca mrożonego
świeże 6A	6,82	7A	4,89	świeże 12A	7,43	W13A	3,86
świeże 6B	6,85	8A	7,23	świeże 12B	9,16	W14A	6,48
świeże 18A	6,18	9A	5,86	świeże 24A	4,71	W15A	5,08
świeże 18B	7,34	10A	6,71	świeże 24B	6,25	W16A	3,77
świeże 30A	10,00	11A	5,98	świeże 36A	7,59	W17B	3,40
świeże 30B	9,31	12A	6,96	świeże 36B	6,51	W18A	4,09

Załącznik 2. Procentowa zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w świeżych pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	świeże 5A	świeże 5B	świeże 17A	świeże 17B	świeże 29A	świeże 29B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,47	3,69	3,83	3,23	3,46	3,10	3,46
C14:1	0,08	0,09	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07
C15	0,24	0,25	0,22	0,20	0,23	0,22	0,23
C16	11,69	12,19	11,69	10,79	12,15	11,45	11,66
C16:1	4,52	4,69	5,22	4,81	4,44	4,32	4,67
C17	0,19	0,20	0,15	0,16	0,18	0,19	0,18
C17:1	0,61	0,62	0,74	0,72	0,62	0,64	0,66
C18:0	2,74	2,77	2,64	2,69	2,62	2,67	2,69
C18:1 CIS9	25,93	25,90	26,07	26,23	23,05	24,10	25,21
C18:1 CIS 11	2,87	2,92	2,87	2,74	3,31	2,76	2,91
C18:2	13,08	12,88	12,80	12,81	12,60	12,85	12,84
C18:3 N-3	12,17	11,82	11,86	11,90	12,07	12,19	12,00
C18:4	1,79	1,77	2,54	2,51	1,76	1,73	2,02
C20:0	0,14	0,14	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13
C20:1 N-9	1,05	1,06	0,97	0,96	1,00	0,98	1,00
C20:1 N-7	0,16	0,17	0,15	0,16	0,16	0,17	0,16
C20:2	0,45	0,45	0,44	0,48	0,34	0,36	0,42
C20:3 N-6	0,25	0,27	0,27	0,27	0,24	0,26	0,26
C20:4 N-6	0,60	0,61	0,64	0,67	0,69	0,69	0,65
C20:3 N-3	0,45	0,44	0,37	0,40	0,32	0,36	0,39
C20:4 N-3	1,08	1,04	0,99	1,06	1,08	1,13	1,06
C20:5 N-3	5,90	5,80	6,78	7,21	6,78	6,92	6,57
C22:1 N-11	0,36	0,36	0,23	0,25	0,37	0,44	0,34
C22:1 N-9	0,15	0,00	0,00	0,15	0,15	0,17	0,10
C22:5 N-3	1,63	1,56	1,80	2,03	1,97	2,06	1,84
C22:6	8,40	8,33	6,55	7,37	10,23	10,04	8,48
Średni udział % kwasów nasyconych	18,46	19,24	18,65	17,18	18,76	17,77	18,34
Średni udział % kwasów monoenuowych	35,73	35,80	36,31	36,10	33,16	33,64	35,13
Średni udział % kwasów polienowych	45,80	44,96	45,04	46,72	48,07	48,59	46,53

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	świeże 1A	świeże 1B	świeże 13A	świeże 13B	świeże 25A	świeże 25B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,45	3,56	3,22	3,34	3,15	3,33	3,34
C14:1	0,08	0,08	0,07	0,07	0,04	0,07	0,07
C15	0,23	0,24	0,22	0,23	0,22	0,23	0,23
C16	11,29	11,86	11,30	11,78	11,92	12,15	11,72
C16:1	4,68	4,75	4,51	4,57	4,43	4,13	4,51
C17	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19
C17:1	0,65	0,65	0,65	0,65	0,58	0,61	0,63
C18:0	2,55	2,60	2,90	2,99	3,12	3,11	2,88
C18:1 CIS9	26,64	26,09	26,45	26,53	26,06	25,43	26,20
C18:1 CIS 11	2,86	2,84	2,69	2,72	2,70	2,72	2,76
C18:2	13,34	13,06	13,25	13,14	12,82	12,70	13,05
C18:3 N-3	11,67	11,66	12,96	12,82	12,97	13,07	12,53
C18:4	2,71	2,70	1,88	1,57	1,29	1,30	1,91
C20:0	0,15	0,13	0,15	0,15	0,14	0,13	0,14
C20:1 N-9	0,98	0,92	1,13	1,11	1,22	1,09	1,08
C20:1 N-7	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,14	0,13
C20:2	0,32	0,30	0,47	0,52	0,54	0,53	0,45
C20:3 N-6	0,26	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,26
C20:4 N-6	0,60	0,61	0,59	0,59	0,55	0,58	0,59
C20:3 N-3	0,27	0,26	0,47	0,46	0,58	0,58	0,44
C20:4 N-3	1,00	0,94	1,09	1,05	1,11	1,11	1,05
C20:5 N-3	6,74	6,74	5,48	5,34	4,98	5,11	5,73
C22:1 N-11	0,41	0,33	0,29	0,30	0,34	0,33	0,33
C22:1 N-9	0,00	0,00	0,17	0,14	0,18	0,18	0,11
C22:5 N-3	1,74	1,67	1,87	1,77	1,96	1,97	1,83
C22:6	7,06	7,44	7,60	7,60	8,50	8,97	7,86
Średni udział % kwasów nasyconych	17,86	18,58	17,97	18,68	18,74	19,12	18,49
Średni udział % kwasów monoenuowych	36,43	35,78	36,10	36,22	35,68	34,70	35,82
Średni udział % kwasów polienowych	45,71	45,64	45,93	45,11	45,58	46,18	45,69

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 3						
Oznaczenie próbki	świeże 2A	świeże 2B	świeże 14A	świeże 26A	świeże 26B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	
C14	5,25	5,24	5,06	4,37	5,32	5,05
C14:1	0,15	0,14	0,13	0,12	0,14	0,14
C15	0,35	0,36	0,34	0,29	0,34	0,34
C16	13,90	14,21	13,85	13,35	14,48	13,96
C16:1	6,31	6,21	6,01	5,38	5,98	5,98
C17	0,25	0,25	0,24	0,22	0,22	0,24
C17:1	0,80	0,75	0,83	0,75	0,83	0,79
C18:0	2,65	2,73	2,69	2,79	2,72	2,72
C18:1 CIS9	23,39	23,37	24,62	24,37	24,19	23,99
C18:1 CIS 11	3,15	3,17	3,16	2,91	2,89	3,05
C18:2	8,38	8,41	9,69	10,03	10,06	9,31
C18:3 N-3	2,71	3,01	4,62	6,77	6,81	4,78
C18:4	1,79	1,76	1,43	1,88	1,93	1,76
C20:0	0,16	0,15	0,16	0,16	0,14	0,15
C20:1 N-9	3,31	3,24	2,57	2,46	2,22	2,76
C20:1 N-7	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,19
C20:2	0,36	0,36	0,40	0,32	0,29	0,35
C20:3 N-6	0,20	0,20	0,23	0,20	0,19	0,21
C20:4 N-6	0,76	0,76	0,75	0,71	0,66	0,73
C20:3 N-3	0,14	0,14	0,21	0,20	0,18	0,17
C20:4 N-3	1,21	1,17	1,00	0,92	0,85	1,03
C20:5 N-3	7,68	7,37	6,89	7,28	6,87	7,22
C22:1 N-11	2,83	2,77	1,98	2,04	1,68	2,26
C22:1 N-9	0,39	0,39	0,36	0,34	0,32	0,36
C22:5 N-3	2,58	2,46	2,58	2,18	1,92	2,34
C22:6	11,08	11,17	10,02	9,78	8,61	10,13
Średni udział % kwasów nasyconych	22,57	22,94	22,33	21,17	23,22	22,45
Średni udział % kwasów monoenowych	40,53	40,25	39,84	38,55	38,42	39,52
Średni udział % kwasów polienowych	36,90	36,81	37,83	40,28	38,36	38,04

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	świeże 3A	świeże 3B	świeże 15A	świeże 15B	świeże 27A	świeże 27B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	5,59	5,78	5,65	5,17	6,25	5,19	5,60
C14:1	0,16	0,15	0,16	0,15	0,15	0,14	0,15
C15	0,37	0,37	0,37	0,35	0,40	0,36	0,37
C16	15,46	16,19	14,33	13,97	16,23	14,88	15,18
C16:1	6,24	6,38	6,12	5,83	6,40	5,85	6,14
C17	0,27	0,27	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26
C17:1	0,80	0,79	0,76	0,74	0,78	0,76	0,77
C18:0	3,15	3,19	2,81	2,86	2,79	2,85	2,94
C18:1 CIS9	22,64	22,53	23,20	23,15	21,29	21,15	22,33
C18:1 CIS 11	3,18	3,21	3,17	3,13	3,41	3,06	3,19
C18:2	7,73	7,68	8,11	8,00	7,37	7,31	7,70
C18:3 N-3	2,28	2,31	2,55	2,50	2,32	2,29	2,37
C18:4	1,54	1,55	1,76	1,71	1,71	1,71	1,66
C20:0	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16
C20:1 N-9	3,36	3,24	3,50	3,66	3,10	3,26	3,35
C20:1 N-7	0,23	0,22	0,18	0,24	0,18	0,25	0,22
C20:2	0,38	0,37	0,37	0,39	0,32	0,33	0,36
C20:3 N-6	0,21	0,19	0,21	0,29	0,19	0,22	0,22
C20:4 N-6	0,76	0,76	0,73	0,76	0,80	0,85	0,78
C20:3 N-3	0,14	0,13	0,15	0,15	0,12	0,13	0,14
C20:4 N-3	1,06	1,02	1,31	1,34	0,95	1,02	1,12
C20:5 N-3	7,25	7,13	7,28	7,40	7,87	8,51	7,57
C22:1 N-11	2,97	2,61	3,17	3,21	2,47	2,79	2,87
C22:1 N-9	0,43	0,33	0,52	0,45	0,40	0,39	0,42
C22:5 N-3	2,70	2,54	2,35	2,50	2,28	2,66	2,50
C22:6	10,95	10,89	10,83	11,64	11,81	13,62	11,62
Średni udział % kwasów nasyconych	25,00	25,97	23,57	22,76	26,09	23,71	24,51
Średni udział % kwasów monoenuowych	40,00	39,47	40,78	40,56	38,17	37,64	39,44
Średni udział % kwasów polienowych	35,00	34,56	35,65	36,68	35,74	38,65	36,05

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	świeże 4A	świeże 4B	świeże 16A	świeże 16B	świeże 28A	świeże 28B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	4,75	4,90	5,17	4,67	5,18	4,79	4,91
C14:1	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
C15	0,32	0,33	0,34	0,32	0,32	0,32	0,32
C16	14,13	15,63	15,22	14,62	15,06	14,87	14,92
C16:1	7,15	7,34	6,79	6,53	6,96	6,89	6,94
C17	0,21	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
C17:1	0,86	0,85	0,83	0,84	0,82	0,84	0,84
C18:0	2,97	3,21	2,88	2,90	2,96	3,12	3,01
C18:1 CIS9	24,80	24,64	23,19	23,16	21,89	22,39	23,34
C18:1 CIS 11	3,33	3,44	3,34	3,27	3,74	3,33	3,41
C18:2	8,63	8,36	9,00	8,95	8,07	8,05	8,51
C18:3 N-3	3,85	3,61	4,35	4,32	3,29	3,20	3,77
C18:4	1,43	1,34	1,57	1,58	1,41	1,38	1,45
C20:0	0,16	0,15	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17
C20:1 N-9	2,61	2,45	2,64	2,54	2,56	2,59	2,56
C20:1 N-7	0,22	0,29	0,18	0,25	0,31	0,27	0,25
C20:2	0,38	0,35	0,33	0,34	0,35	0,35	0,35
C20:3 N-6	0,21	0,20	0,20	0,23	0,23	0,25	0,22
C20:4 N-6	0,71	0,70	0,70	0,74	0,75	0,77	0,73
C20:3 N-3	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,15	0,16
C20:4 N-3	0,95	0,87	0,85	0,88	0,95	0,97	0,91
C20:5 N-3	7,74	7,15	7,83	8,18	7,98	8,08	7,83
C22:1 N-11	2,01	1,77	1,84	2,01	1,92	2,08	1,94
C22:1 N-9	0,33	0,21	0,34	0,36	0,39	0,37	0,33
C22:5 N-3	2,41	2,16	2,18	2,38	2,61	2,65	2,40
C22:6	9,57	9,53	9,53	10,21	11,58	11,74	10,36
Średni udział % kwasów nasyconych	22,54	24,45	24,00	22,93	23,92	23,51	23,56
Średni udział % kwasów monoenuowych	41,42	41,11	39,28	39,10	38,73	38,88	39,75
Średni udział % kwasów polienowych	36,04	34,44	36,72	37,98	37,35	37,61	36,69

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	świeże 6A	świeże 6B	świeże 18A	świeże 18B	świeże 30A	świeże 30B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,97	3,58	4,17	3,80	3,44	3,03	3,66
C14:1	0,09	0,08	0,10	0,09	0,07	0,07	0,08
C15	0,27	0,25	0,27	0,27	0,22	0,22	0,25
C16	13,18	12,88	12,61	11,97	11,64	11,17	12,24
C16:1	4,98	4,79	5,22	4,90	5,11	4,44	4,91
C17	0,20	0,20	0,21	0,20	0,17	0,17	0,19
C17:1	0,67	0,64	0,68	0,70	0,58	0,58	0,64
C18:0	2,96	3,00	2,80	2,81	2,49	2,65	2,79
C18:1 CIS9	26,46	26,59	24,74	24,49	25,88	27,00	25,86
C18:1 CIS 11	2,78	2,82	3,12	2,82	3,44	2,79	2,96
C18:2	13,15	13,10	10,99	11,01	13,91	13,95	12,69
C18:3 N-3	12,39	12,40	8,46	8,80	12,76	12,83	11,27
C18:4	1,55	1,53	1,97	1,97	1,51	1,49	1,67
C20:0	0,15	0,15	0,14	0,14	0,12	0,13	0,14
C20:1 N-9	1,03	1,06	2,05	1,92	1,09	1,10	1,37
C20:1 N-7	0,16	0,12	0,20	0,19	0,15	0,16	0,16
C20:2	0,41	0,42	0,43	0,43	0,49	0,51	0,45
C20:3 N-6	0,23	0,23	0,25	0,27	0,30	0,32	0,27
C20:4 N-6	0,53	0,55	0,67	0,71	0,51	0,55	0,59
C20:3 N-3	0,38	0,39	0,32	0,34	0,42	0,47	0,39
C20:4 N-3	0,87	0,89	1,16	1,21	0,98	1,01	1,02
C20:5 N-3	5,08	5,25	6,75	7,15	4,82	4,93	5,66
C22:1 N-11	0,35	0,33	1,34	1,31	0,30	0,35	0,66
C22:1 N-9	0,16	0,00	0,27	0,26	0,16	0,17	0,17
C22:5 N-3	1,66	1,74	2,10	2,25	1,90	2,00	1,94
C22:6	6,37	6,99	8,98	10,02	7,52	7,92	7,97
Średni udział % kwasów nasyconych	20,72	20,06	20,20	19,18	18,09	17,37	19,27
Średni udział % kwasów monoenuowych	36,68	36,44	37,72	36,67	36,78	36,65	36,82
Średni udział % kwasów polienowych	42,61	43,50	42,09	44,16	45,13	45,98	43,91

Załącznik 3. Procentowa zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w wędzonych z surowca świeżego pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	świeże 11A	świeże 11B	świeże 23A	świeże 23B	świeże 35A	świeże 35B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,53	3,34	3,74	3,60	3,93	3,47	3,60
C14:1	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08
C15	0,25	0,24	0,25	0,23	0,27	0,24	0,25
C16	12,41	11,81	13,17	12,72	13,00	12,50	12,60
C16:1	4,78	4,52	4,57	4,82	5,01	4,73	4,74
C17	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
C17:1	0,68	0,69	0,68	0,68	0,71	0,66	0,68
C18:0	2,84	2,81	2,99	2,92	2,73	2,81	2,85
C18:1 CIS9	26,29	25,66	25,66	25,04	23,62	23,39	24,94
C18:1 CIS 11	2,84	2,82	2,86	2,80	2,85	2,83	2,83
C18:2	13,18	13,03	12,20	11,96	11,78	11,58	12,29
C18:3 N-3	10,34	10,95	11,77	11,50	10,63	10,34	10,92
C18:4	2,05	2,15	1,73	1,73	1,53	1,50	1,78
C20:0	0,16	0,16	0,14	0,14	0,12	0,13	0,14
C20:1 N-9	1,32	1,18	1,03	1,08	1,19	1,29	1,18
C20:1 N-7	0,14	0,17	0,17	0,14	0,17	0,18	0,16
C20:2	0,38	0,38	0,44	0,44	0,37	0,39	0,40
C20:3 N-6	0,22	0,23	0,26	0,25	0,21	0,21	0,23
C20:4 N-6	0,61	0,65	0,69	0,72	0,69	0,73	0,68
C20:3 N-3	0,27	0,30	0,43	0,42	0,31	0,32	0,34
C20:4 N-3	0,83	0,89	1,01	1,06	0,87	0,91	0,93
C20:5 N-3	6,48	7,13	6,32	6,74	6,93	7,30	6,82
C22:1 N-11	0,68	0,54	0,38	0,44	0,66	0,74	0,57
C22:1 N-9	0,20	0,18	0,00	0,16	0,17	0,19	0,15
C22:5 N-3	1,80	1,93	1,71	1,88	2,07	2,25	1,94
C22:6	7,43	7,96	7,49	8,26	9,87	11,02	8,67
Średni udział % kwasów nasyconych	19,39	18,56	20,50	19,81	20,25	19,36	19,65
Średni udział % kwasów monoenuowych	37,01	35,84	35,44	35,24	34,48	34,08	35,35
Średni udział % kwasów polienowych	43,60	45,60	44,05	44,95	45,26	46,56	45,00

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	świeże 7A	świeże 7B	świeże 19A	świeże 19B	świeże 31A	świeże 31B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,52	3,51	3,56	3,24	3,98	3,34	3,53
C14:1	0,06	0,09	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
C15	0,24	0,24	0,24	0,22	0,26	0,23	0,24
C16	12,65	12,54	12,89	12,33	14,00	12,51	12,82
C16:1	4,72	4,71	4,75	4,54	5,37	4,41	4,75
C17	0,19	0,19	0,19	0,19	0,21	0,19	0,20
C17:1	0,65	0,67	0,68	0,63	0,83	0,71	0,69
C18:0	3,04	3,03	3,07	3,06	3,33	3,02	3,09
C18:1 CIS9	25,50	25,51	26,09	26,06	28,81	25,69	26,28
C18:1 CIS 11	2,75	2,68	2,78	2,74	3,07	2,74	2,79
C18:2	12,81	12,83	12,70	12,71	14,52	12,74	13,05
C18:3 N-3	13,57	13,50	12,75	12,79	1,61	13,59	11,30
C18:4	1,50	1,33	1,44	1,45	2,04	1,75	1,59
C20:0	0,14	0,14	0,14	0,15	0,16	0,14	0,15
C20:1 N-9	1,04	1,05	1,09	1,14	1,13	0,92	1,06
C20:1 N-7	0,17	0,14	0,13	0,18	0,15	0,14	0,15
C20:2	0,42	0,43	0,43	0,45	0,43	0,38	0,42
C20:3 N-6	0,22	0,22	0,23	0,24	0,22	0,20	0,22
C20:4 N-6	0,58	0,58	0,58	0,59	0,69	0,61	0,60
C20:3 N-3	0,48	0,48	0,44	0,45	0,47	0,41	0,45
C20:4 N-3	0,95	0,99	0,94	0,98	0,93	0,80	0,93
C20:5 N-3	5,13	5,21	5,18	5,34	6,92	5,93	5,62
C22:1 N-11	0,30	0,30	0,22	0,32	0,22	0,21	0,26
C22:1 N-9	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,03
C22:5 N-3	1,75	1,81	1,86	1,99	2,30	1,97	1,94
C22:6	7,62	7,82	7,54	7,95	8,26	7,28	7,75
Średni udział % kwasów nasyconych	19,80	19,66	20,10	19,21	21,94	19,44	20,02
Średni udział % kwasów monoenuowych	35,19	35,14	35,81	35,86	39,67	34,90	36,10
Średni udział % kwasów polienowych	45,01	45,20	44,09	44,93	38,39	45,66	43,88

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	świeże 8A	świeże 8B	świeże 20A	świeże 20B	świeże 32A	świeże 32B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	5,23	4,81	4,48	4,53	4,51	4,65	4,70
C14:1	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12
C15	0,35	0,32	0,30	0,30	0,29	0,29	0,31
C16	14,90	14,31	13,40	13,22	14,08	14,05	13,99
C16:1	6,10	5,71	5,93	6,01	5,38	5,38	5,75
C17	0,26	0,25	0,23	0,23	0,22	0,22	0,24
C17:1	0,76	0,69	0,78	0,80	0,72	0,73	0,75
C18:0	3,01	3,08	3,12	3,05	3,08	3,01	3,06
C18:1 CIS9	23,16	22,87	24,26	24,34	23,79	23,41	23,64
C18:1 CIS 11	3,10	3,09	2,93	2,88	2,91	2,84	2,96
C18:2	8,61	8,40	8,55	8,99	9,35	9,52	8,90
C18:3 N-3	3,84	3,67	3,74	4,59	6,98	7,46	5,05
C18:4	1,46	1,42	1,43	1,47	1,61	1,64	1,50
C20:0	0,19	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,17
C20:1 N-9	2,90	3,35	3,18	3,22	2,51	2,33	2,91
C20:1 N-7	0,20	0,20	0,20	0,18	0,18	0,16	0,19
C20:2	0,39	0,41	0,38	0,37	0,37	0,36	0,38
C20:3 N-6	0,21	0,22	0,23	0,23	0,20	0,19	0,21
C20:4 N-6	0,74	0,76	0,79	0,76	0,67	0,68	0,73
C20:3 N-3	0,18	0,19	0,16	0,18	0,30	0,30	0,22
C20:4 N-3	1,01	1,04	1,12	1,10	1,13	1,11	1,09
C20:5 N-3	6,57	6,70	6,77	6,62	6,35	6,49	6,58
C22:1 N-11	2,25	2,52	2,50	2,19	2,29	1,86	2,27
C22:1 N-9	0,29	0,40	0,40	0,36	0,38	0,29	0,35
C22:5 N-3	2,31	2,44	2,91	2,79	2,11	2,14	2,45
C22:6	11,87	12,86	11,93	11,30	10,31	10,59	11,48
Średni udział % kwasów nasyconych	23,93	22,94	21,70	21,48	22,35	22,39	22,47
Średni udział % kwasów monoenuowych	38,89	38,95	40,29	40,10	38,27	37,12	38,94
Średni udział % kwasów polienowych	37,18	38,11	38,01	38,41	39,38	40,49	38,60

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 4

Oznaczenie próbki	świeże 9A	świeże 9B	świeże 21A	świeże 21B	świeże 33A	świeże 33B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	5,91	5,17	4,83	4,78	5,00	4,69	5,06
C14:1	0,17	0,15	0,13	0,13	0,12	0,13	0,14
C15	0,38	0,34	0,30	0,32	0,32	0,33	0,33
C16	15,11	14,21	13,62	13,90	14,73	14,05	14,27
C16:1	6,57	6,04	5,65	5,88	5,75	5,58	5,91
C17	0,26	0,25	0,24	0,24	0,26	0,25	0,25
C17:1	0,85	0,80	0,72	0,79	0,73	0,75	0,77
C18:0	2,72	2,74	2,64	2,74	2,78	2,88	2,75
C18:1 CIS9	22,34	22,05	22,15	22,85	21,55	22,21	22,19
C18:1 CIS 11	3,14	3,13	3,30	3,05	3,74	3,01	3,23
C18:2	8,04	7,81	7,96	8,17	8,01	8,06	8,01
C18:3 N-3	2,76	2,63	2,63	2,81	3,23	3,33	2,90
C18:4	1,74	1,66	1,65	1,64	1,72	1,68	1,68
C20:0	0,15	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16
C20:1 N-9	3,13	3,38	3,74	3,24	3,22	3,28	3,33
C20:1 N-7	0,21	0,20	0,26	0,19	0,32	0,24	0,24
C20:2	0,35	0,37	0,34	0,32	0,33	0,34	0,34
C20:3 N-6	0,20	0,27	0,21	0,21	0,20	0,22	0,22
C20:4 N-6	0,75	0,80	0,83	0,83	0,78	0,81	0,80
C20:3 N-3	0,14	0,15	0,13	0,13	0,14	0,17	0,14
C20:4 N-3	1,07	1,12	1,09	1,10	1,09	1,13	1,10
C20:5 N-3	7,41	7,71	8,40	8,16	7,61	7,75	7,84
C22:1 N-11	2,67	3,10	2,94	2,81	2,57	2,83	2,82
C22:1 N-9	0,37	0,44	0,46	0,42	0,46	0,42	0,43
C22:5 N-3	2,44	2,76	2,67	2,64	2,53	2,67	2,62
C22:6	11,15	12,54	12,94	12,52	12,66	13,01	12,47
Średni udział % kwasów nasyconych	24,52	22,88	21,81	22,13	23,25	22,35	22,82
Średni udział % kwasów monoenuowych	39,45	39,30	39,34	39,35	38,45	38,47	39,06
Średni udział % kwasów polienowych	36,03	37,83	38,85	38,52	38,30	39,18	38,12

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 5

Oznaczenie próbki	świeże 10A	świeże 10B	świeże 22A	świeże 22B	świeże 34A	świeże 34B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,74	3,44	6,08	5,14	5,18	4,60	4,70
C14:1	0,11	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12
C15	0,27	0,26	0,35	0,32	0,32	0,30	0,30
C16	12,41	12,32	16,82	15,33	15,93	14,83	14,61
C16:1	4,66	4,73	7,88	7,36	6,96	6,36	6,33
C17	0,20	0,20	0,23	0,24	0,23	0,24	0,22
C17:1	0,54	0,50	0,94	0,90	0,82	0,82	0,75
C18:0	2,56	2,63	3,09	3,14	2,99	3,15	2,93
C18:1 CIS9	28,55	28,35	21,86	22,56	21,02	21,89	24,04
C18:1 CIS 11	2,84	2,81	3,66	3,41	4,09	3,26	3,34
C18:2	14,39	14,13	7,34	7,51	8,05	8,15	9,93
C18:3 N-3	3,60	3,50	2,78	2,86	2,98	3,10	3,14
C18:4	1,14	1,09	1,40	1,43	1,43	1,43	1,32
C20:0	0,19	0,20	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17
C20:1 N-9	3,28	3,36	2,27	2,47	2,48	2,58	2,74
C20:1 N-7	0,21	0,22	0,24	0,23	0,32	0,23	0,24
C20:2	0,54	0,55	0,29	0,32	0,33	0,35	0,40
C20:3 N-6	0,31	0,30	0,23	0,20	0,21	0,24	0,25
C20:4 N-6	0,55	0,56	0,74	0,78	0,78	0,83	0,70
C20:3 N-3	0,16	0,15	0,13	0,13	0,14	0,16	0,15
C20:4 N-3	0,81	0,82	0,92	1,00	0,95	1,03	0,92
C20:5 N-3	4,39	4,45	8,39	8,87	8,35	8,56	7,17
C22:1 N-11	2,42	2,57	1,71	2,04	1,87	2,19	2,13
C22:1 N-9	0,43	0,48	0,34	0,35	0,38	0,36	0,39
C22:5 N-3	2,08	2,14	2,32	2,62	2,48	2,72	2,39
C22:6	9,59	10,12	9,72	10,51	11,45	12,35	10,62
Średni udział % kwasów nasyconych	19,38	19,04	26,72	24,32	24,81	23,30	22,93
Średni udział % kwasów monoenowych	43,06	43,13	39,03	39,45	38,05	37,79	40,08
Średni udział % kwasów polienowych	37,56	37,83	34,25	36,23	37,14	38,91	36,99

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 6

Oznaczenie próbki	świeże 12A	świeże 12B	świeże 24A	świeże 24B	świeże 36A	świeże 36B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,93	3,12	3,78	3,43	3,39	3,06	3,45
C14:1	0,09	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
C15	0,26	0,23	0,24	0,25	0,22	0,21	0,23
C16	12,66	11,42	12,88	12,45	11,60	11,15	12,03
C16:1	4,81	4,27	4,81	4,64	4,61	4,39	4,59
C17	0,19	0,18	0,19	0,19	0,17	0,17	0,18
C17:1	0,68	0,64	0,65	0,65	0,67	0,62	0,65
C18:0	2,73	2,77	3,01	3,07	2,56	2,60	2,79
C18:1 CIS9	25,35	25,45	25,07	25,38	24,70	24,72	25,11
C18:1 CIS 11	2,85	2,80	3,03	2,74	2,72	2,72	2,81
C18:2	13,23	13,22	12,38	12,36	12,92	12,90	12,84
C18:3 N-3	13,01	12,90	13,41	13,23	13,73	13,69	13,33
C18:4	1,48	1,49	1,37	1,36	1,62	1,59	1,49
C20:0	0,13	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11	0,13
C20:1 N-9	1,00	1,10	1,08	1,06	0,93	0,98	1,03
C20:1 N-7	0,16	0,17	0,16	0,17	0,15	0,17	0,16
C20:2	0,49	0,51	0,46	0,47	0,43	0,44	0,46
C20:3 N-6	0,26	0,30	0,22	0,22	0,30	0,29	0,26
C20:4 N-6	0,56	0,61	0,59	0,61	0,60	0,62	0,60
C20:3 N-3	0,48	0,52	0,52	0,54	0,50	0,50	0,51
C20:4 N-3	0,95	1,03	0,89	0,94	1,12	1,15	1,01
C20:5 N-3	5,22	5,71	5,50	5,63	5,66	5,87	5,60
C22:1 N-11	0,32	0,38	0,28	0,30	0,31	0,33	0,32
C22:1 N-9	0,00	0,17	0,00	0,11	0,00	0,16	0,07
C22:5 N-3	1,86	2,17	1,87	2,02	2,35	2,46	2,12
C22:6	7,32	8,59	7,42	7,98	8,54	9,03	8,15
Średni udział % kwasów nasyconych	19,89	17,87	20,23	19,52	18,06	17,32	18,81
Średni udział % kwasów monoenowych	35,26	35,07	35,13	35,13	34,16	34,15	34,82
Średni udział % kwasów polienowych	44,84	47,06	44,64	45,35	47,78	48,53	46,37

Załącznik 4. Procentowa zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w mrożonych pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb mrożonych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	13A	14A	15A	16A	17A	18A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,44	3,23	3,37	3,23	3,32	3,23	3,30
C14:1	0,10	0,05	0,08	0,07	0,05	0,05	0,07
C15	0,25	0,24	0,25	0,24	0,23	0,23	0,24
C16	14,26	14,00	15,14	14,36	14,76	15,03	14,59
C16:1	4,26	4,27	4,34	4,12	4,19	4,52	4,28
C17	0,23	0,22	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23
C17:1	0,54	0,50	0,47	0,46	0,49	0,44	0,48
C18:0	3,71	3,55	3,88	3,77	3,74	3,90	3,76
C18:1 CIS9	19,78	20,00	21,57	20,55	20,91	21,15	20,66
C18:1 CIS 11	2,56	2,74	2,72	2,59	2,63	2,50	2,62
C18:2	16,33	16,06	15,51	15,91	15,71	14,48	15,67
C18:3 N-3	11,76	12,14	11,96	11,94	12,11	11,19	11,85
C18:4	2,08	1,71	1,20	1,21	1,58	1,60	1,56
C20:0	0,18	0,18	0,20	0,17	0,19	0,19	0,18
C20:1 N-9	1,05	1,07	1,26	1,11	1,12	1,12	1,12
C20:1 N-7	0,15	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14
C20:2	0,46	0,51	0,64	0,55	0,51	0,53	0,53
C20:3 N-6	0,28	0,29	0,28	0,29	0,30	0,35	0,30
C20:4 N-6	0,60	0,59	0,52	0,58	0,57	0,62	0,58
C20:3 N-3	0,30	0,41	0,56	0,49	0,39	0,42	0,43
C20:4 N-3	0,67	0,87	0,78	0,91	0,83	0,82	0,81
C20:5 N-3	5,17	5,27	4,30	4,67	4,92	4,91	4,87
C22:1 N-11	0,48	0,47	0,46	0,42	0,45	0,44	0,45
C22:1 N-9	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,05
C22:5 N-3	1,74	1,74	1,49	1,53	1,72	1,92	1,69
C22:6	9,49	9,77	8,64	10,46	8,89	9,83	9,51
Średni udział % kwasów nasyconych	22,06	21,41	23,07	22,01	22,47	22,80	22,30
Średni udział % kwasów monoenuowych	29,06	29,23	31,05	29,47	29,98	30,53	29,89
Średni udział % kwasów polienowych	48,87	49,36	45,89	48,52	47,55	46,67	47,81

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 2

Oznaczenie próbki	25A	26A	27A	28A	29A	30A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,66	3,27	3,74	3,68	3,77	3,61	3,62
C14:1	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,05	0,07
C15	0,25	0,22	0,26	0,25	0,24	0,27	0,25
C16	13,40	14,02	12,71	13,80	15,54	13,21	13,78
C16:1	4,70	5,01	4,72	4,61	5,32	4,24	4,77
C17	0,20	0,20	0,21	0,21	0,20	0,24	0,21
C17:1	0,63	0,62	0,66	0,64	0,62	0,51	0,61
C18:0	3,36	3,17	2,99	3,53	3,75	3,40	3,37
C18:1 CIS9	24,95	25,90	26,29	24,67	27,92	26,24	26,00
C18:1 CIS 11	3,21	2,82	2,95	2,75	3,12	2,99	2,97
C18:2	13,55	17,54	16,42	13,79	12,69	14,27	14,71
C18:3 N-3	11,77	6,69	9,04	11,30	8,37	11,03	9,70
C18:4	1,16	1,95	1,15	1,16	0,99	1,30	1,29
C20:0	0,17	0,17	0,16	0,18	0,21	0,21	0,18
C20:1 N-9	1,15	1,04	1,11	1,14	1,15	1,22	1,14
C20:1 N-7	0,12	0,14	0,15	0,12	0,15	0,12	0,13
C20:2	0,59	0,47	0,58	0,62	0,43	0,53	0,54
C20:3 N-6	0,23	0,42	0,28	0,27	0,25	0,31	0,29
C20:4 N-6	0,59	0,61	0,56	0,57	0,57	0,56	0,58
C20:3 N-3	0,59	0,15	0,36	0,55	0,32	0,41	0,40
C20:4 N-3	0,83	0,63	0,79	0,99	0,76	0,92	0,82
C20:5 N-3	5,36	5,21	5,41	4,99	4,96	4,61	5,09
C22:1 N-11	0,18	0,29	0,33	0,30	0,34	0,18	0,27
C22:1 N-9	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,00	0,05
C22:5 N-3	1,91	1,87	1,71	1,95	1,75	1,78	1,83
C22:6	7,37	7,36	7,33	7,71	6,48	7,78	7,34
Średni udział % kwasów nasyconych	21,03	21,06	20,08	21,65	23,72	20,94	21,42
Średni udział % kwasów monoenuowych	35,00	36,03	36,29	34,44	38,68	35,55	36,00
Średni udział % kwasów polienowych	43,96	42,91	43,62	43,91	37,60	43,51	42,59

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 3

Oznaczenie próbki	31A	32A	33A	34A	35A	36A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	4,56	4,93	4,57	4,88	4,07	4,19	4,54
C14:1	0,10	0,09	0,14	0,13	0,08	0,11	0,11
C15	0,35	0,36	0,40	0,41	0,36	0,37	0,37
C16	14,34	16,65	15,71	16,11	15,29	15,68	15,63
C16:1	4,66	5,27	4,98	5,27	4,45	5,33	5,00
C17	0,29	0,30	0,33	0,32	0,33	0,31	0,31
C17:1	0,59	0,52	0,53	0,53	0,50	0,49	0,53
C18:0	3,15	3,68	3,57	3,48	3,50	3,59	3,50
C18:1 CIS9	23,04	23,97	22,39	22,18	22,16	23,49	22,87
C18:1 CIS 11	2,96	3,04	3,05	2,97	2,93	2,71	2,94
C18:2	13,97	11,03	12,80	12,32	15,64	12,94	13,12
C18:3 N-3	6,43	4,11	4,03	4,02	4,89	3,17	4,44
C18:4	1,71	1,36	1,53	1,65	1,47	1,61	1,56
C20:0	0,20	0,20	0,19	0,20	0,20	0,19	0,20
C20:1 N-9	2,75	3,74	3,42	3,61	3,11	3,84	3,41
C20:1 N-7	0,23	0,18	0,17	0,17	0,15	0,18	0,18
C20:2	0,43	0,55	0,62	0,53	0,53	0,54	0,53
C20:3 N-6	0,25	0,22	0,28	0,24	0,23	0,25	0,24
C20:4 N-6	0,59	0,52	0,65	0,59	0,61	0,61	0,60
C20:3 N-3	0,22	0,23	0,24	0,20	0,20	0,18	0,21
C20:4 N-3	0,89	0,93	0,95	0,91	0,79	0,78	0,88
C20:5 N-3	5,18	4,04	4,61	4,84	4,66	4,51	4,64
C22:1 N-11	2,22	3,06	2,67	2,93	2,47	2,93	2,71
C22:1 N-9	0,34	0,42	0,37	0,40	0,37	0,39	0,38
C22:5 N-3	1,57	1,53	1,64	1,71	1,61	1,65	1,62
C22:6	8,96	9,05	10,18	9,40	9,38	9,97	9,49
Średni udział % kwasów nasyconych	22,91	26,12	24,76	25,40	23,75	24,33	24,54
Średni udział % kwasów monoenowych	36,90	40,31	37,72	38,19	36,23	39,46	38,13
Średni udział % kwasów polienowych	40,19	33,57	37,53	36,41	40,02	36,21	37,32

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 4

Oznaczenie próbki	1A	2A	3A	4A	5A	6A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,86	4,37	4,53	3,88	4,34	4,44	4,24
C14:1	0,10	0,11	0,19	0,11	0,12	0,12	0,13
C15	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,33
C16	15,79	15,54	14,41	14,01	14,29	15,02	14,84
C16:1	3,98	4,42	4,78	4,61	4,53	4,60	4,49
C17	0,28	0,29	0,29	0,24	0,26	0,27	0,27
C17:1	0,41	0,46	0,48	0,42	0,52	0,54	0,47
C18:0	3,65	3,45	3,22	3,17	3,24	3,35	3,35
C18:1 CIS9	23,51	23,70	25,22	27,96	26,39	24,76	25,26
C18:1 CIS 11	3,00	3,32	3,29	3,16	3,07	3,05	3,15
C18:2	8,24	8,46	9,30	9,02	9,24	8,95	8,87
C18:3 N-3	2,08	2,25	2,31	2,27	2,37	2,26	2,26
C18:4	1,32	1,31	1,46	1,18	1,33	1,29	1,31
C20:0	0,17	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18
C20:1 N-9	4,15	4,01	4,32	4,60	4,01	3,77	4,14
C20:1 N-7	0,29	0,31	0,35	0,32	0,20	0,28	0,29
C20:2	0,38	0,43	0,37	0,50	0,46	0,35	0,42
C20:3 N-6	0,20	0,21	0,26	0,28	0,22	0,20	0,23
C20:4 N-6	0,84	0,73	0,72	0,62	0,68	0,77	0,73
C20:3 N-3	0,11	0,14	0,12	0,13	0,14	0,11	0,13
C20:4 N-3	0,82	0,99	0,92	0,88	0,88	0,75	0,87
C20:5 N-3	5,88	5,69	5,42	4,17	5,41	6,15	5,45
C22:1 N-11	3,13	3,01	3,52	3,27	2,88	2,89	3,12
C22:1 N-9	0,61	0,52	0,62	0,68	0,47	0,49	0,56
C22:5 N-3	1,73	1,95	1,84	1,76	2,10	2,17	1,93
C22:6	15,17	13,83	11,52	12,24	12,34	12,92	13,00
Średni udział % kwasów nasyconych	24,07	24,17	22,98	21,81	22,65	23,59	23,21
Średni udział % kwasów monoenowych	39,17	39,86	42,77	45,13	42,18	40,49	41,60
Średni udział % kwasów polienowych	36,76	35,97	34,25	33,06	35,17	35,92	35,19

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 5

Oznaczenie próbki	19A	20A	21A	22A	23A	24A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,57	4,02	3,65	3,77	3,85	3,58	3,74
C14:1	0,05	0,06	0,09	0,07	0,08	0,09	0,07
C15	0,23	0,31	0,28	0,29	0,30	0,27	0,28
C16	14,78	15,59	15,29	16,19	15,91	13,89	15,27
C16:1	5,36	5,13	5,55	5,18	5,12	5,27	5,27
C17	0,19	0,25	0,22	0,23	0,24	0,22	0,22
C17:1	0,57	0,57	0,45	0,48	0,50	0,50	0,51
C18:0	3,21	3,44	3,40	3,28	3,81	3,23	3,39
C18:1 CIS9	26,36	23,50	28,09	27,98	26,22	24,96	26,19
C18:1 CIS 11	2,84	3,12	2,83	3,38	3,07	2,85	3,01
C18:2	13,67	13,92	11,92	12,42	13,77	14,99	13,45
C18:3 N-3	3,80	5,92	3,55	3,52	4,10	4,18	4,18
C18:4	1,02	1,13	1,17	1,11	0,98	1,26	1,11
C20:0	0,17	0,20	0,25	0,23	0,22	0,20	0,21
C20:1 N-9	2,42	2,52	3,37	2,90	2,83	2,96	2,83
C20:1 N-7	0,25	0,26	0,20	0,17	0,16	0,20	0,21
C20:2	0,63	0,55	0,51	0,49	0,63	0,56	0,56
C20:3 N-6	0,30	0,26	0,26	0,23	0,30	0,34	0,28
C20:4 N-6	0,66	0,58	0,51	0,51	0,53	0,56	0,56
C20:3 N-3	0,20	0,27	0,17	0,16	0,21	0,19	0,20
C20:4 N-3	0,70	0,73	0,71	0,68	0,83	0,77	0,74
C20:5 N-3	5,25	5,22	4,62	4,59	4,25	4,80	4,79
C22:1 N-11	1,31	1,54	2,37	1,83	1,76	1,95	1,79
C22:1 N-9	0,31	0,36	0,49	0,41	0,40	0,40	0,39
C22:5 N-3	2,14	1,78	1,64	1,45	1,67	1,97	1,78
C22:6	10,02	8,76	8,40	8,46	8,27	9,82	8,96
Średni udział % kwasów nasyconych	22,14	23,80	23,08	23,99	24,33	21,40	23,12
Średni udział % kwasów monoenowych	39,47	37,05	43,44	42,39	40,15	39,19	40,28
Średni udział % kwasów polienowych	38,39	39,15	33,47	33,62	35,52	39,41	36,59

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 6

Oznaczenie próbki	7A	8A	9A	10A	11A	12A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,52	3,45	3,54	3,45	3,31	3,26	3,42
C14:1	0,50	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,13
C15	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,23	0,25
C16	14,72	14,34	13,90	13,70	13,04	13,25	13,83
C16:1	4,24	4,56	4,41	4,11	4,28	4,46	4,34
C17	0,23	0,23	0,24	0,24	0,22	0,22	0,23
C17:1	0,51	0,53	0,56	0,53	0,63	0,52	0,55
C18:0	3,73	3,80	3,58	3,47	3,38	3,61	3,60
C18:1 CIS9	22,41	24,40	23,01	22,36	22,57	21,99	22,79
C18:1 CIS 11	2,81	3,06	3,01	2,95	2,79	2,84	2,91
C18:2	12,44	12,17	13,14	13,12	13,38	13,42	12,94
C18:3 N-3	11,64	12,04	12,14	12,85	12,74	13,62	12,51
C18:4	1,51	1,47	1,99	1,54	1,69	1,42	1,60
C20:0	0,18	0,21	0,19	0,18	0,18	0,16	0,18
C20:1 N-9	1,02	1,01	1,03	1,01	1,00	0,99	1,01
C20:1 N-7	0,16	0,10	0,21	0,21	0,16	0,21	0,18
C20:2	0,43	0,43	0,40	0,45	0,42	0,46	0,43
C20:3 N-6	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,29	0,27
C20:4 N-6	0,67	0,62	0,63	0,62	0,67	0,59	0,63
C20:3 N-3	0,41	0,41	0,34	0,49	0,40	0,52	0,43
C20:4 N-3	0,89	0,78	0,78	1,04	0,82	1,03	0,89
C20:5 N-3	5,26	5,14	5,55	5,62	5,98	5,41	5,50
C22:1 N-11	0,29	0,24	0,26	0,28	0,28	0,27	0,27
C22:1 N-9	0,16	0,17	0,00	0,00	0,16	0,00	0,08
C22:5 N-3	1,77	1,75	1,71	1,81	1,89	1,88	1,80
C22:6	9,98	8,49	8,80	9,39	9,41	9,28	9,23
Średni udział % kwasów nasyconych	22,65	22,29	21,70	21,30	20,38	20,74	21,51
Średni udział % kwasów monoenowych	32,09	34,13	32,54	31,50	31,95	31,35	32,26
Średni udział % kwasów polienowych	45,26	43,58	45,76	47,20	47,67	47,91	46,23

Załącznik 5. Procentowa zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w wędzonych z surowca mrożonego pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	W31A	W32A	W33A	W34A	W35A	W36A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,63	3,69	3,66	3,68	3,28	3,34	3,55
C14:1	0,09	0,06	0,09	0,07	0,07	0,05	0,07
C15	0,26	0,26	0,28	0,27	0,25	0,24	0,26
C16	14,57	15,25	15,00	15,20	14,10	14,12	14,71
C16:1	4,59	4,56	4,32	4,44	4,29	4,51	4,45
C17	0,23	0,23	0,24	0,24	0,22	0,22	0,23
C17:1	0,59	0,56	0,54	0,50	0,54	0,48	0,54
C18:0	3,65	3,76	3,83	3,82	3,48	3,65	3,70
C18:1 CIS9	22,46	21,75	21,61	21,41	21,25	22,76	21,87
C18:1 CIS 11	2,66	2,55	2,53	2,53	2,48	2,41	2,53
C18:2	15,88	15,90	15,66	16,36	15,95	15,17	15,82
C18:3 N-3	10,29	11,54	11,12	11,34	11,82	12,00	11,35
C18:4	1,86	1,44	1,39	1,34	1,81	1,31	1,52
C20:0	0,17	0,18	0,20	0,19	0,18	0,19	0,19
C20:1 N-9	1,11	1,12	1,20	1,16	1,12	1,22	1,15
C20:1 N-7	0,13	0,13	0,12	0,12	0,10	0,12	0,12
C20:2	0,50	0,59	0,62	0,63	0,51	0,59	0,57
C20:3 N-6	0,34	0,26	0,33	0,30	0,27	0,27	0,29
C20:4 N-6	0,57	0,54	0,55	0,52	0,59	0,52	0,55
C20:3 N-3	0,32	0,45	0,48	0,51	0,38	0,51	0,44
C20:4 N-3	0,77	0,73	0,89	0,88	0,79	0,84	0,82
C20:5 N-3	4,89	4,62	4,45	4,28	5,57	4,56	4,73
C22:1 N-11	0,47	0,45	0,50	0,39	0,33	0,43	0,43
C22:1 N-9	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17	0,08
C22:5 N-3	1,79	1,50	1,77	1,51	1,66	1,52	1,62
C22:6	8,01	7,89	8,44	8,30	8,96	8,79	8,40
Średni udział % kwasów nasyconych	22,52	23,35	23,21	23,40	21,51	21,77	22,63
Średni udział % kwasów monoenuowych	32,26	31,19	31,08	30,64	30,17	32,15	31,25
Średni udział % kwasów polienowych	45,22	45,46	45,71	45,96	48,32	46,09	46,12

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	W25A	W26A	W27A	W28A	W29A	W30A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,58	3,71	3,85	3,47	3,73	3,56	3,65
C14:1	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07
C15	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,23	0,24
C16	12,83	13,21	13,49	13,98	12,97	13,73	13,37
C16:1	4,45	4,47	4,68	4,60	4,61	4,56	4,56
C17	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,20	0,21
C17:1	0,65	0,65	0,69	0,68	0,74	0,65	0,68
C18:0	3,12	3,27	3,30	3,46	3,03	3,34	3,25
C18:1 CIS9	24,08	23,46	25,24	25,19	23,48	25,69	24,53
C18:1 CIS 11	2,73	2,84	2,88	2,93	2,96	2,94	2,88
C18:2	14,80	13,65	13,28	13,27	14,42	13,55	13,83
C18:3 N-3	11,06	11,95	11,46	10,18	11,59	9,63	10,98
C18:4	1,59	1,33	1,07	1,23	1,30	1,21	1,29
C20:0	0,16	0,17	0,19	0,19	0,17	0,18	0,18
C20:1 N-9	1,02	1,03	1,15	1,24	1,02	1,22	1,11
C20:1 N-7	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	0,17
C20:2	0,50	0,53	0,62	0,59	0,51	0,60	0,56
C20:3 N-6	0,26	0,24	0,25	0,31	0,23	0,28	0,26
C20:4 N-6	0,62	0,63	0,59	0,65	0,63	0,60	0,62
C20:3 N-3	0,43	0,50	0,60	0,44	0,46	0,45	0,48
C20:4 N-3	0,82	0,79	0,82	0,78	0,86	0,79	0,81
C20:5 N-3	6,01	5,71	5,28	5,39	5,87	5,36	5,60
C22:1 N-11	0,35	0,36	0,31	0,31	0,29	0,31	0,32
C22:1 N-9	0,00	0,39	0,16	0,00	0,00	0,16	0,12
C22:5 N-3	1,85	2,13	1,90	2,11	1,96	1,94	1,98
C22:6	8,40	8,27	7,50	8,31	8,43	8,57	8,25
Średni udział % kwasów nasyconych	20,13	20,82	21,28	21,57	20,36	21,24	20,90
Średni udział % kwasów monoenuowych	33,50	33,44	35,35	35,19	33,35	35,77	34,43
Średni udział % kwasów polienowych	46,36	45,74	43,37	43,24	46,29	42,98	44,66

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	W7A	W8A	W9A	W10A	W11A	W12B	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	5,39	4,78	4,75	4,35	4,32	4,66	4,71
C14:1	0,15	0,03	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09
C15	0,43	0,12	0,37	0,36	0,36	0,39	0,34
C16	16,74	16,37	16,52	16,49	16,15	16,94	16,53
C16:1	0,06	5,50	5,16	5,19	4,75	4,77	4,24
C17	0,34	0,31	0,31	0,31	0,32	0,33	0,32
C17:1	0,55	0,52	0,54	0,50	0,56	0,51	0,53
C18:0	3,82	3,55	3,73	3,73	3,59	3,63	3,68
C18:1 CIS9	23,63	24,43	22,78	24,06	23,23	22,66	23,47
C18:1 CIS 11	3,08	3,00	2,99	3,03	3,05	2,95	3,02
C18:2	11,21	12,28	11,74	13,33	15,03	14,45	13,01
C18:3 N-3	3,54	4,06	4,14	4,07	4,58	3,89	4,05
C18:4	1,76	1,55	1,57	1,15	1,65	1,30	1,50
C20:0	0,22	0,21	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21
C20:1 N-9	4,13	3,78	3,53	3,19	2,86	2,93	3,40
C20:1 N-7	0,21	0,22	0,21	0,20	0,19	0,19	0,20
C20:2	0,51	0,56	0,55	0,76	0,55	0,69	0,61
C20:3 N-6	0,25	0,29	0,22	0,26	0,36	0,28	0,28
C20:4 N-6	0,61	0,61	0,60	0,59	0,60	0,62	0,60
C20:3 N-3	0,20	0,21	0,21	0,25	0,19	0,21	0,21
C20:4 N-3	1,11	0,95	0,78	0,79	0,64	0,74	0,83
C20:5 N-3	4,96	4,57	4,50	3,91	4,52	4,02	4,41
C22:1 N-11	4,03	3,09	3,07	2,40	2,64	2,40	2,94
C22:1 N-9	0,51	0,44	0,42	0,36	0,35	0,36	0,41
C22:5 N-3	1,72	1,63	1,54	1,30	1,28	1,42	1,48
C22:6	10,82	6,95	9,46	9,14	7,94	9,37	8,95
Średni udział % kwasów nasyconych	26,94	25,35	25,88	25,44	24,95	26,15	25,79
Średni udział % kwasów monoenuowych	36,35	41,01	38,80	39,02	37,71	36,86	38,29
Średni udział % kwasów polienowych	36,70	33,64	35,31	35,54	37,34	36,99	35,92

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	W1A	W2A	W3A	W4A	W5A	W6A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	5,41	4,86	4,13	4,26	4,47	4,85	4,66
C14:1	0,12	0,11	0,12	0,12	0,10	0,10	0,11
C15	0,38	0,36	0,31	0,33	0,31	0,32	0,34
C16	16,11	15,57	13,78	14,55	14,34	14,72	14,84
C16:1	5,27	4,76	4,56	4,48	4,52	4,42	4,67
C17	0,30	0,30	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27
C17:1	0,61	0,52	0,48	0,47	0,51	0,53	0,52
C18:0	3,24	3,17	3,11	3,14	3,13	3,15	3,16
C18:1 CIS9	25,20	25,97	27,13	27,25	26,14	25,20	26,15
C18:1 CIS 11	3,21	3,15	2,81	2,82	3,03	3,22	3,04
C18:2	8,70	8,95	9,47	9,26	9,39	9,29	9,18
C18:3 N-3	2,33	2,31	2,57	2,51	2,52	2,41	2,44
C18:4	1,44	1,44	1,44	1,28	1,40	1,26	1,38
C20:0	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21
C20:1 N-9	3,81	4,28	3,88	4,63	3,79	3,92	4,05
C20:1 N-7	0,18	0,18	0,22	0,22	0,17	0,30	0,21
C20:2	0,39	0,42	0,46	0,41	0,44	0,40	0,42
C20:3 N-6	0,21	0,22	0,23	0,21	0,25	0,20	0,22
C20:4 N-6	0,65	0,64	0,65	0,62	0,68	0,73	0,66
C20:3 N-3	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,13	0,14
C20:4 N-3	0,84	0,90	0,92	0,84	0,90	0,87	0,88
C20:5 N-3	5,60	5,36	5,50	5,01	5,57	6,04	5,51
C22:1 N-11	2,87	3,30	3,37	3,61	2,78	3,03	3,16
C22:1 N-9	0,48	0,54	0,54	0,58	0,49	0,54	0,53
C22:5 N-3	1,98	1,74	2,17	1,69	2,23	2,17	2,00
C22:6	10,32	10,59	11,55	11,13	12,21	11,70	11,25
Średni udział % kwasów nasyconych	25,65	24,46	21,80	22,73	22,72	23,53	23,48
Średni udział % kwasów monoenuowych	41,76	42,82	43,10	44,18	41,54	41,26	42,45
Średni udział % kwasów polienowych	32,60	32,71	35,10	33,09	35,74	35,21	34,07

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	W19A	W20A	W21A	W22A	W23A	W24A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	4,17	3,89	3,74	3,80	4,02	3,75	3,89
C14:1	0,10	0,10	0,10	0,07	0,10	0,11	0,10
C15	0,32	0,30	0,30	0,29	0,29	0,30	0,30
C16	16,73	15,01	15,11	15,35	14,77	14,89	15,31
C16:1	5,00	4,79	5,13	5,21	5,06	5,45	5,11
C17	0,26	0,26	0,26	0,24	0,23	0,24	0,25
C17:1	0,54	0,60	0,50	0,55	0,61	0,48	0,55
C18:0	3,59	3,49	3,31	3,51	3,50	3,29	3,45
C18:1 CIS9	25,99	21,45	23,45	27,89	23,61	25,60	24,66
C18:1 CIS 11	3,19	2,96	2,91	3,16	2,91	3,34	3,08
C18:2	12,90	15,42	15,44	13,01	14,91	13,80	14,24
C18:3 N-3	3,23	4,38	2,92	3,52	4,73	4,05	3,81
C18:4	1,11	1,17	1,03	1,11	1,19	1,03	1,11
C20:0	0,23	0,19	0,19	0,24	0,19	0,21	0,21
C20:1 N-9	2,79	2,70	3,17	2,88	2,55	2,97	2,84
C20:1 N-7	0,18	0,20	0,16	0,18	0,16	0,19	0,18
C20:2	0,51	0,65	0,65	0,56	0,52	0,66	0,59
C20:3 N-6	0,27	0,28	0,26	0,27	0,24	0,27	0,27
C20:4 N-6	0,57	0,66	0,59	0,55	0,61	0,55	0,59
C20:3 N-3	0,15	0,22	0,15	0,18	0,20	0,22	0,19
C20:4 N-3	0,69	0,77	0,78	0,68	0,77	0,66	0,72
C20:5 N-3	4,79	5,46	4,47	4,57	5,48	4,55	4,89
C22:1 N-11	1,78	1,70	1,96	1,79	1,58	1,75	1,76
C22:1 N-9	0,39	0,34	0,37	0,40	0,32	0,38	0,37
C22:5 N-3	1,65	1,97	2,00	1,78	1,95	1,96	1,88
C22:6	8,90	11,04	11,07	8,23	9,48	9,29	9,67
Średni udział % kwasów nasyconych	25,30	23,14	22,90	23,43	23,00	22,68	23,41
Średni udział % kwasów monoenuowych	39,95	34,84	37,74	42,13	36,91	40,28	38,64
Średni udział % kwasów polienowych	34,75	42,02	39,36	34,45	40,08	37,04	37,95

Procentowy udział zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	W13A	W14A	W15A	W16A	W17B	W18A	Wartość średnia
Kwas	%	%	%	%	%	%	
C14	3,59	3,66	3,38	3,59	3,48	3,62	3,55
C14:1	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	0,07	0,06
C15	0,25	0,27	0,24	0,27	0,26	0,27	0,26
C16	13,93	14,22	13,27	14,44	14,12	13,71	13,95
C16:1	4,43	4,58	4,31	4,35	4,38	4,58	4,44
C17	0,22	0,24	0,22	0,24	0,23	0,22	0,23
C17:1	0,66	0,59	0,57	0,55	0,59	0,61	0,59
C18:0	3,57	3,68	3,55	3,58	3,62	3,44	3,57
C18:1 CIS9	23,56	24,17	23,58	23,40	23,35	23,52	23,60
C18:1 CIS 11	2,79	2,84	2,73	2,82	2,73	2,77	2,78
C18:2	12,64	13,47	13,76	13,25	12,60	14,07	13,30
C18:3 N-3	11,66	12,14	11,93	11,41	12,44	13,09	12,11
C18:4	1,54	1,56	1,37	1,34	1,47	1,41	1,45
C20:0	0,20	0,19	0,18	0,19	0,18	0,17	0,19
C20:1 N-9	1,10	1,06	1,09	1,13	1,07	1,07	1,09
C20:1 N-7	0,17	0,12	0,13	0,14	0,16	0,13	0,14
C20:2	0,50	0,46	0,51	0,58	0,47	0,53	0,51
C20:3 N-6	0,27	0,28	0,28	0,35	0,27	0,23	0,28
C20:4 N-6	0,66	0,57	0,62	0,60	0,64	0,55	0,61
C20:3 N-3	0,46	0,45	0,50	0,53	0,51	0,54	0,50
C20:4 N-3	0,87	0,84	1,10	1,06	0,88	0,91	0,94
C20:5 N-3	5,86	4,82	5,27	5,02	5,33	5,03	5,22
C22:1 N-11	0,28	0,28	0,30	0,31	0,29	0,30	0,29
C22:1 N-9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C22:5 N-3	1,91	1,76	1,81	1,98	1,86	1,67	1,83
C22:6	8,85	7,68	9,25	8,84	9,03	7,48	8,52
Średni udział % kwasów nasyconych	21,76	22,27	20,84	22,31	21,90	21,43	21,75
Średni udział % kwasów monoenuowych	33,03	33,69	32,76	32,75	32,60	33,06	32,98
Średni udział % kwasów polienowych	45,21	44,04	46,41	44,95	45,50	45,51	45,27

Załącznik 6. Zawartość [ng/g tłuszczu] wybranych insektycydów chloroorganicznych w świeżych pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	5A	5B	17A	17B	29A	29B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,66	0,44	0,73	0,35	0,35	0,12	0,44
DDE	9,51	10,15	11,16	9,66	18,04	13,62	12,02
DDD	4,08	3,98	3,04	2,62	5,38	4,17	3,88
DDT	9,01	7,01	7,94	5,20	8,40	7,60	7,53
ΣDDT	22,60	21,14	22,14	17,48	31,82	25,38	23,43
% DDE w ΣDDT	42,08	48,00	50,40	55,25	56,69	53,66	51,32
% DDD w ΣDDT	18,06	18,84	13,73	14,98	16,90	16,41	16,55
% DDT w ΣDDT	39,86	33,15	35,88	29,77	26,41	29,93	32,13

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	1B	1A	13B'	13B	25B	25A'	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,33	0,72	0,57	0,59	0,55	0,20	0,49
DDE	8,11	10,32	9,09	10,19	15,34	14,21	11,21
DDD	3,03	4,83	3,81	4,38	5,08	4,54	4,28
DDT	3,93	6,84	2,87	2,95	9,27	9,02	5,82
ΣDDT	15,07	21,99	15,77	17,51	29,69	27,77	21,30
% DDE w ΣDDT	53,80	46,91	57,65	58,18	51,67	51,16	52,62
% DDD w ΣDDT	20,12	21,98	24,15	24,98	17,10	16,34	20,08
% DDT w ΣDDT	26,07	31,11	18,20	16,84	31,23	32,50	27,30

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	2A	2B	14B	14B'	26B	26B'	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,14	0,46	1,10	0,29	0,70	0,15	0,48
DDE	16,93	13,45	27,99	18,09	25,81	22,92	20,86
DDD	7,04	5,10	5,08	6,51	5,52	5,06	5,72
DDT	6,32	4,04	4,99	6,29	11,49	7,69	6,80
ΣDDT	30,29	22,59	38,07	30,88	42,82	35,66	33,39
% DDE w ΣDDT	55,89	59,52	73,54	58,57	60,27	64,26	62,49
% DDD w ΣDDT	23,23	22,58	13,35	21,06	12,89	14,19	17,13
% DDT w ΣDDT	20,88	17,90	13,11	20,36	26,84	21,55	20,38

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	3A	3B	15A	15B	27A	27B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,53	0,28	0,38	0,19	0,23	0,17	0,30
DDE	15,88	17,74	14,04	24,57	32,32	22,46	21,17
DDD	5,64	7,09	4,45	7,79	5,69	6,30	6,16
DDT	5,29	7,37	5,85	3,86	13,07	6,80	7,04
ΣDDT	26,81	32,20	24,33	36,22	51,07	35,56	34,37
% DDE w ΣDDT	59,23	55,10	57,70	67,83	63,28	63,17	61,60
% DDD w ΣDDT	21,04	22,01	18,27	21,51	11,14	17,71	17,92
% DDT w ΣDDT	19,72	22,89	24,03	10,66	25,58	19,12	20,48

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	4A	4B	16A	16B	28A	28B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,36	0,78	0,23	0,50	0,32	0,17	0,39
DDE	24,50	15,87	22,78	18,50	13,08	23,20	19,66
DDD	5,11	4,73	4,27	2,52	5,13	5,90	4,61
DDT	7,27	8,23	9,53	6,47	8,32	7,07	7,81
ΣDDT	36,88	28,82	36,58	27,48	26,54	36,17	32,08
% DDE w ΣDDT	66,43	55,06	62,29	67,30	49,30	64,14	61,27
% DDD w ΣDDT	13,87	16,39	11,67	9,16	19,34	16,32	14,37
% DDT w ΣDDT	19,70	28,54	26,05	23,54	31,36	19,55	24,36

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	6A	6B	18A	18B	30A	30B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,94	0,45	0,34	0,34	0,30	0,27	0,44
DDE	10,35	11,04	17,96	18,81	13,69	11,84	13,95
DDD	3,62	4,89	5,06	3,51	5,39	3,70	4,36
DDT	4,01	2,93	6,48	7,63	6,48	3,47	5,16
ΣDDT	17,99	18,86	29,49	29,95	25,55	19,01	23,48
% DDE w ΣDDT	57,56	58,51	60,90	62,81	53,56	62,29	59,41
% DDD w ΣDDT	20,15	25,95	17,14	11,72	21,09	19,47	18,58
% DDT w ΣDDT	22,29	15,55	21,96	25,47	25,34	18,24	22,00

Załącznik 7. Zawartość [ng/g tłuszczu] wybranych insektycydów chloroorganicznych w mrożonych pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	13B	14B	15B	16B	17B	18B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	2,35	0,95	0,68	0,74	0,92	1,17	1,13
DDE	16,24	8,11	13,88	15,09	18,70	21,04	15,51
DDD	6,48	0,66	3,71	4,37	6,42	4,68	4,39
DDT	20,91	0,00	2,28	4,93	5,32	1,94	5,90
ΣDDT	43,62	8,77	19,87	24,39	30,44	27,66	25,79
% DDE w ΣDDT	37,22	92,51	69,85	61,85	61,43	76,07	60,13
% DDD w ΣDDT	14,86	7,49	18,67	17,93	21,09	16,93	17,01
% DDT w ΣDDT	47,92	0,00	11,48	20,22	17,48	7,01	22,86
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	25B	26B	27B	28B	29B	30B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,90	0,86	1,36	0,57	4,37	0,69	1,46
DDE	7,20	13,19	9,88	7,35	11,64	29,70	13,16
DDD	2,01	4,79	3,65	2,20	0,78	14,96	4,73
DDT	1,92	3,95	3,08	2,32	2,46	7,47	3,53
ΣDDT	11,13	21,94	16,61	11,87	14,87	52,12	21,43
% DDE w ΣDDT	64,69	60,13	59,48	61,89	78,27	56,98	61,42
% DDD w ΣDDT	18,05	21,85	21,97	18,54	5,21	28,69	22,08
% DDT w ΣDDT	17,26	18,02	18,55	19,56	16,51	14,33	16,49
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	31A	32B	33A	34A	35A	36A	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,28	0,14	0,23	0,17	0,20	0,58	0,27
DDE	8,69	17,03	14,74	14,62	26,71	21,07	17,14
DDD	3,55	4,38	1,99	4,14	9,72	6,50	5,05
DDT	3,60	5,80	2,77	2,24	11,36	3,37	4,86
ΣDDT	15,84	27,21	19,51	21,00	47,79	30,94	27,05
% DDE w ΣDDT	54,89	62,57	75,57	69,62	55,90	68,12	63,39
% DDD w ΣDDT	22,39	16,11	10,22	19,72	20,33	21,00	18,66
% DDT w ΣDDT	22,72	21,32	14,21	10,66	23,77	10,89	17,95

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	1B	2B	3B	4A	5B	6B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	6,13	4,34	5,73	5,67	7,87	9,54	6,55
DDE	40,00	28,15	57,14	63,52	69,49	43,22	50,25
DDD	15,54	8,97	14,67	22,41	24,40	21,21	17,87
DDT	12,58	12,54	14,22	32,06	47,12	30,32	24,81
ΣDDT	68,13	49,66	86,03	117,99	141,00	94,75	92,93
% DDE w ΣDDT	58,71	56,69	66,42	53,84	49,28	45,62	54,08
% DDD w ΣDDT	22,81	18,06	17,05	18,99	17,30	22,39	19,23
% DDT w ΣDDT	18,47	25,25	16,52	27,17	33,42	31,99	26,69
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	19B	20B	21B	22B	23B	24B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	1,61	1,31	0,77	0,59	0,80	1,04	1,02
DDE	20,91	20,89	24,42	16,22	15,33	18,64	19,40
DDD	15,71	17,42	35,45	27,46	15,99	7,01	19,84
DDT	10,13	9,46	10,35	4,91	7,31	7,61	8,29
ΣDDT	46,75	47,77	70,22	48,59	38,62	33,25	47,53
% DDE w ΣDDT	44,73	43,72	34,78	33,39	39,69	56,04	40,81
% DDD w ΣDDT	33,61	36,47	50,49	56,52	41,40	21,07	41,74
% DDT w ΣDDT	21,66	19,81	14,73	10,09	18,91	22,89	17,45
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	7B	8B	9B	10B	11B	12B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	5,77	2,21	1,61	1,58	1,69	0,54	2,24
DDE	50,57	41,27	22,31	18,29	26,80	11,64	28,48
DDD	55,77	33,90	20,23	18,97	19,26	6,36	25,75
DDT	12,47	12,80	12,72	5,16	11,99	2,34	9,58
ΣDDT	118,81	87,97	55,27	42,42	58,05	20,34	63,81
% DDE w ΣDDT	42,56	46,92	40,37	43,11	46,17	57,23	44,63
% DDD w ΣDDT	46,94	38,54	36,60	44,72	33,18	31,28	40,35
% DDT w ΣDDT	10,50	14,55	23,02	12,17	20,65	11,49	15,01

Załącznik 8. Zawartość [ng/g tłuszczu] wybranych insektycydów chloroorganicznych w wędzonych z surowca świeżego pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	11A	11B	23A	23B	35A	35B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,82	0,39	0,66	0,20	0,38	0,52	0,49
DDE	13,47	10,33	18,49	12,25	0,65	14,32	11,59
DDD	8,36	4,52	6,80	4,74	4,33	6,88	5,94
DDT	5,87	3,95	15,69	9,89	6,61	12,85	9,15
ΣDDT	27,70	18,80	40,99	26,88	11,59	34,06	26,67
% DDE w ΣDDT	48,62	54,96	45,12	45,57	5,58	42,05	43,44
% DDD w ΣDDT	30,17	24,02	16,59	17,64	37,38	20,21	22,27
% DDT w ΣDDT	21,20	21,02	38,29	36,79	57,04	37,74	34,29
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	S7A	S7B	19A'	19A	31A'	31A	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	1,17	0,69	0,17	0,13	0,39	0,18	0,45
DDE	12,95	9,16	11,29	16,32	13,13	8,21	11,84
DDD	5,39	4,61	3,62	4,41	4,28	4,62	4,49
DDT	7,84	7,12	5,45	4,58	6,42	4,50	5,98
ΣDDT	26,17	20,89	20,36	25,31	23,82	17,33	22,31
% DDE w ΣDDT	49,47	43,83	55,47	64,49	55,12	47,38	53,08
% DDD w ΣDDT	20,60	22,08	17,76	17,42	17,96	26,68	20,11
% DDT w ΣDDT	29,94	34,09	26,77	18,08	26,93	25,95	26,81
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	8A	8B	20A	20B	32A	32B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	1,10	0,57	0,31	0,26	0,26	0,09	0,43
DDE	16,56	18,51	27,11	21,85	14,04	10,92	18,17
DDD	8,13	7,66	3,74	6,09	3,19	4,68	5,58
DDT	4,75	6,35	8,76	9,17	15,64	8,83	8,92
ΣDDT	29,44	32,52	39,61	37,10	32,87	24,44	32,66
% DDE w ΣDDT	56,26	56,91	68,44	58,88	42,72	44,70	55,61
% DDD w ΣDDT	27,63	23,55	9,44	16,40	9,70	19,17	17,09
% DDT w ΣDDT	16,12	19,53	22,13	24,71	47,58	36,13	27,30

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	9A	9B	21A	21B	33A	33B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,48	0,31	0,41	0,32	0,29	0,44	0,38
DDE	19,34	20,59	17,57	16,61	20,98	0,07	15,86
DDD	7,50	31,56	5,08	5,35	11,64	5,02	11,02
DDT	12,57	9,23	6,70	4,08	6,47	5,56	7,44
ΣDDT	39,41	61,38	29,36	26,04	39,09	10,65	34,32
% DDE w ΣDDT	49,09	33,54	59,86	63,78	53,68	0,67	46,21
% DDD w ΣDDT	19,03	51,42	17,31	20,55	29,77	47,12	32,12
% DDT w ΣDDT	31,89	15,05	22,83	15,68	16,55	52,21	21,67
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	10A	10B	22A	22B	34A	34B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,69	0,71	0,16	0,49	0,23	0,58	0,48
DDE	43,14	31,86	17,46	21,70	18,85	21,05	25,68
DDD	30,97	21,36	4,14	6,14	5,35	6,38	12,39
DDT	25,41	17,16	13,42	11,25	10,74	14,47	15,41
ΣDDT	99,52	70,38	35,03	39,09	34,94	41,90	53,48
% DDE w ΣDDT	43,34	45,27	49,86	55,50	53,96	50,24	48,02
% DDD w ΣDDT	31,12	30,35	11,82	15,71	15,31	15,23	23,17
% DDT w ΣDDT	25,53	24,38	38,32	28,78	30,73	34,53	28,81
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	12A	12B	24A	24B	36A	36B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,37	0,44	0,88	0,21	0,03	0,09	0,34
DDE	9,66	11,17	11,09	12,01	0,54	14,88	9,89
DDD	3,92	5,41	3,70	3,72	0,17	6,34	3,88
DDT	2,83	4,14	11,80	7,69	0,39	13,09	6,66
ΣDDT	16,40	20,73	26,59	23,42	1,10	34,31	20,43
% DDE w ΣDDT	58,89	53,91	41,71	51,29	48,89	43,37	48,43
% DDD w ΣDDT	23,87	26,11	13,92	15,89	15,48	18,47	18,98
% DDT w ΣDDT	17,24	19,98	44,37	32,82	35,63	38,16	32,59

Załącznik 9. Zawartość [ng/g tłuszczu] wybranych insektycydów chloroorganicznych w wędzonych z surowca mrożonego pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	31B	32B	33B	34B	35B	36B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,43	0,28	0,11	0,25	0,15	0,06	0,21
DDE	6,12	6,21	6,43	7,07	7,60	6,90	6,72
DDD	2,02	1,94	2,03	2,12	1,72	1,28	1,85
DDT	4,79	3,22	2,70	2,51	2,24	1,59	2,84
ΣDDT	12,93	11,37	11,16	11,70	11,57	9,77	11,42
% DDE w ΣDDT	47,30	54,60	57,60	60,41	65,72	70,63	58,87
% DDD w ΣDDT	15,62	17,06	18,22	18,16	14,89	13,06	16,23
% DDT w ΣDDT	37,08	28,34	24,18	21,43	19,40	16,31	24,90
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	25B	26B	27B	28B	29B	30B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,55	0,42	0,29	0,29	0,47	0,44	0,41
DDE	7,92	8,00	8,67	7,89	8,58	8,07	8,19
DDD	3,03	2,14	2,50	1,88	3,19	6,10	3,14
DDT	4,16	11,78	4,51	4,09	4,25	4,71	5,58
ΣDDT	15,11	21,92	15,68	13,86	16,02	18,87	16,91
% DDE w ΣDDT	52,42	36,50	55,27	56,97	53,53	42,76	48,42
% DDD w ΣDDT	20,07	9,76	15,96	13,53	19,94	32,31	18,57
% DDT w ΣDDT	27,52	53,75	28,77	29,50	26,53	24,93	33,01
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	7B	8B	9B	10B	11B	12B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,46	0,13	0,34	0,03	0,06	0,07	0,18
DDE	20,30	17,64	19,32	15,49	28,93	21,67	20,56
DDD	6,23	5,78	6,05	1,82	8,59	3,64	5,35
DDT	11,45	8,58	9,69	15,95	19,08	16,08	13,47
ΣDDT	37,99	32,00	35,06	33,26	56,60	41,40	39,38
% DDE w ΣDDT	53,45	55,11	55,10	46,58	51,12	52,35	52,20
% DDD w ΣDDT	16,40	18,06	17,27	5,48	15,18	8,80	13,59
% DDT w ΣDDT	30,15	26,82	27,63	47,94	33,71	38,85	34,21

Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	1B	2B	3B	4A	5B	6B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,42	0,34	0,31	1,21	0,37	0,96	0,60
DDE	20,54	26,62	44,70	39,28	21,51	29,04	30,28
DDD	7,85	14,87	10,68	8,26	5,92	7,85	9,24
DDT	11,47	25,58	34,17	30,00	18,65	27,62	24,58
ΣDDT	39,86	67,08	89,55	77,55	46,08	64,50	64,10
% DDE w ΣDDT	51,53	39,69	49,92	50,66	46,68	45,02	47,24
% DDD w ΣDDT	19,69	22,17	11,92	10,66	12,85	12,16	14,41
% DDT w ΣDDT	28,78	38,14	38,16	38,69	40,47	42,82	38,35
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	19B	20B	21B	22B	23B	24B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,42	0,20	0,37	0,61	0,23	0,53	0,39
DDE	19,14	17,36	38,65	22,70	22,29	19,32	23,24
DDD	14,15	16,26	63,93	49,57	25,82	22,33	32,01
DDT	9,34	7,37	20,67	12,96	10,01	8,46	11,47
ΣDDT	42,64	40,99	123,25	85,23	58,11	50,11	66,72
% DDE w ΣDDT	44,90	42,35	31,36	26,63	38,35	38,55	34,83
% DDD w ΣDDT	33,20	39,67	51,87	58,16	44,43	44,56	47,98
% DDT w ΣDDT	21,91	17,99	16,77	15,20	17,22	16,89	17,19
Zawartość wybranych insektycydów chloroorganicznych w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	13B	14B	15B	16B	17B	18B	
Insektycyd	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
HCH	0,57	0,02	0,04	0,48	0,66	0,34	0,35
DDE	10,49	26,35	22,46	16,61	26,28	17,54	19,95
DDD	7,40	26,34	26,17	15,30	26,55	10,10	18,64
DDT	2,19	12,60	11,19	9,78	15,35	6,55	9,61
ΣDDT	20,08	65,29	59,82	41,69	68,18	34,18	48,21
% DDE w ΣDDT	52,24	40,36	37,54	39,85	38,54	51,30	41,39
% DDD w ΣDDT	36,85	40,34	43,76	36,69	38,94	29,55	38,67
% DDT w ΣDDT	10,91	19,30	18,70	23,47	22,52	19,15	19,94

Załącznik 10. Zawartość [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów wskaźnikowych w świeżych pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	5A	5B	17A	17B	29A	29B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	1,57	0,77	0,78	0,45	1,26	1,71	1,09
PCB 118	2,49	1,72	1,20	1,55	1,93	1,34	1,71
PCB 153	6,21	6,63	6,56	6,47	7,39	9,51	7,13
PCB 138	5,67	6,28	4,66	5,61	6,78	8,69	6,28
PCB 180	2,84	1,76	2,32	2,01	3,83	3,04	2,63
ΣPCB	18,78	17,16	15,52	16,10	21,19	24,30	18,84
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	8,35	4,49	5,03	2,78	5,95	7,05	5,79
% PCB118 w ΣPCB	13,24	10,04	7,72	9,65	9,12	5,53	9,06
% PCB153 w ΣPCB	33,08	38,66	42,29	40,20	34,87	39,15	37,85
% PCB138 w ΣPCB	30,21	36,57	30,03	34,86	31,99	35,75	33,34
% PCB180 w ΣPCB	15,13	10,24	14,92	12,51	18,07	12,51	13,97

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	1A	1B	13A	13B	25A	25B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	1,50	0,00	1,93	0,80	0,36	0,43	0,84
PCB 118	2,48	0,16	2,73	0,80	0,61	1,01	1,30
PCB 153	7,33	0,20	11,75	8,58	3,64	6,19	6,28
PCB 138	6,29	0,00	10,29	6,55	3,36	4,97	5,24
PCB 180	2,31	0,68	4,01	3,65	1,19	2,81	2,44
ΣPCB	19,91	1,04	30,71	20,38	9,16	15,41	16,10
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	7,53	0,00	6,28	3,93	3,93	2,78	5,19
% PCB118 w ΣPCB	12,43	15,57	8,88	3,90	6,62	6,57	8,05
% PCB153 w ΣPCB	36,82	19,52	38,26	42,11	39,75	40,19	39,02
% PCB138 w ΣPCB	31,59	0,00	33,51	32,12	36,67	32,23	32,56
% PCB180 w ΣPCB	11,62	64,91	13,07	17,93	13,03	18,22	15,17

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	2A	2B	14A	14B	26A	26B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	2,01	0,69	2,57	1,40	0,79	0,56	1,33
PCB 118	2,41	1,47	3,68	1,73	1,49	1,00	1,96
PCB 153	7,29	4,31	13,37	9,72	4,79	4,79	7,38
PCB 138	6,46	4,28	13,03	7,31	4,03	5,73	6,81
PCB 180	2,20	5,63	4,15	2,99	1,47	1,90	3,06
ΣPCB	20,37	16,38	36,79	23,15	12,57	13,98	20,54
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	9,88	4,19	6,98	6,03	6,26	3,98	6,50
% PCB118 w ΣPCB	11,81	9,00	9,99	7,47	11,83	7,17	9,56
% PCB153 w ΣPCB	35,81	26,32	36,34	42,01	38,14	34,26	35,93
% PCB138 w ΣPCB	31,70	26,10	35,41	31,59	32,07	41,02	33,14
% PCB180 w ΣPCB	10,80	34,39	11,27	12,90	11,70	13,57	14,88

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	3A	3B	15A	15B	27A	27B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	2,47	2,36	2,99	1,88	1,09	1,95	2,12
PCB 118	3,79	3,78	4,34	2,85	0,16	2,14	2,84
PCB 153	10,39	10,33	12,58	10,62	5,50	7,98	9,57
PCB 138	10,63	11,05	12,39	10,30	5,04	8,48	9,65
PCB 180	3,24	2,61	4,35	1,88	1,06	1,39	2,42
ΣPCB	30,53	30,13	36,66	27,53	12,84	21,94	26,60
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	8,08	7,82	8,16	6,82	8,45	8,90	7,97
% PCB118 w ΣPCB	12,42	12,54	11,83	10,34	1,28	9,76	10,69
% PCB153 w ΣPCB	34,04	34,30	34,33	38,59	42,79	36,38	35,96
% PCB138 w ΣPCB	34,83	36,66	33,81	37,43	39,24	38,64	36,27
% PCB180 w ΣPCB	10,63	8,68	11,87	6,82	8,24	6,33	9,11

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	4A	4B	16A	16B	28A	28B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	3,87	1,80	1,89	2,44	2,15	1,00	2,19
PCB 118	6,03	3,40	3,38	3,98	3,24	1,20	3,54
PCB 153	15,80	10,30	14,06	11,87	10,00	8,56	11,77
PCB 138	15,53	7,77	14,14	11,97	10,20	6,92	11,09
PCB 180	4,12	2,14	3,98	3,22	2,81	2,53	3,13
ΣPCB	45,34	25,42	37,45	33,47	28,40	20,21	31,72
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	8,54	7,09	5,04	7,28	7,57	4,95	6,91
% PCB118 w ΣPCB	13,29	13,39	9,02	11,88	11,41	5,93	11,15
% PCB153 w ΣPCB	34,85	40,53	37,54	35,47	35,20	42,36	37,10
% PCB138 w ΣPCB	34,24	30,56	37,76	35,76	35,91	34,26	34,96
% PCB180 w ΣPCB	9,08	8,44	10,64	9,61	9,91	12,50	9,88

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb świeżych pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	6A	6B	18A	18B	36A	36B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	2,20	0,53	1,25	1,19	0,81	1,47	1,24
PCB 118	2,79	1,95	1,91	2,10	2,00	2,22	2,16
PCB 153	9,82	6,79	8,97	10,09	6,68	9,68	8,67
PCB 138	8,02	6,48	8,22	9,26	6,01	7,62	7,60
PCB 180	2,67	1,97	3,28	2,80	3,28	2,78	2,80
ΣPCB	25,52	17,72	23,63	25,44	18,78	23,78	22,48
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	8,63	2,99	5,31	4,67	4,31	6,17	5,53
% PCB118 w ΣPCB	10,94	10,99	8,09	8,24	10,64	9,35	9,62
% PCB153 w ΣPCB	38,49	38,30	37,95	39,68	35,58	40,71	38,58
% PCB138 w ΣPCB	31,45	36,59	34,79	36,40	32,02	32,07	33,83
% PCB180 w ΣPCB	10,48	11,12	13,86	11,00	17,45	11,71	12,44

Załącznik 11. Zawartość [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów wskaźnikowych w mrożonych pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	13A	14A	15A	16A	17B	18B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,17
PCB 118	0,93	1,72	0,94	1,09	0,00	1,07	0,96
PCB 153	6,53	9,27	7,86	8,25	8,16	9,18	8,21
PCB 138	5,35	7,93	6,79	7,34	6,83	7,29	6,92
PCB 180	1,31	2,90	1,66	2,96	2,15	2,90	2,31
ΣPCB	14,47	21,82	17,26	19,64	17,14	21,10	18,57
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	3,12	0,90
% PCB118 w ΣPCB	6,45	7,86	5,44	5,55	0,00	5,08	5,16
% PCB153 w ΣPCB	45,14	42,49	45,57	42,01	47,63	43,51	44,21
% PCB138 w ΣPCB	36,96	36,35	39,37	37,35	39,85	34,52	37,27
% PCB180 w ΣPCB	9,07	13,30	9,63	15,08	12,52	13,77	12,47

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	25B	26B	27B	28B	29B	30B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,25	0,20	0,18	0,37	0,00	0,62	0,27
PCB 101	0,40	0,73	0,25	0,12	0,36	1,21	0,51
PCB 118	0,81	1,53	0,58	0,82	0,48	1,10	0,89
PCB 153	4,65	7,12	3,34	3,91	8,01	12,36	6,56
PCB 138	3,61	6,77	3,63	3,41	6,32	10,38	5,69
PCB 180	2,03	3,34	1,77	2,00	1,72	5,91	2,79
ΣPCB	11,75	19,69	9,74	10,63	16,91	31,57	16,72
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	2,14	1,04	1,85	3,48	0,00	1,98	1,63
% PCB101 w ΣPCB	3,42	3,72	2,58	1,16	2,15	3,82	3,07
% PCB118 w ΣPCB	6,90	7,76	5,95	7,76	2,85	3,48	5,31
% PCB153 w ΣPCB	39,53	36,15	34,27	36,76	47,39	39,15	39,27
% PCB138 w ΣPCB	30,73	34,38	37,22	32,03	37,41	32,87	34,02
% PCB180 w ΣPCB	17,27	16,94	18,12	18,80	10,19	18,71	16,71

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	31B	32B	33B	34B	35B	36B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
PCB 101	1,84	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39
PCB 118	1,22	2,67	0,27	0,37	0,00	0,00	0,76
PCB 153	3,67	15,30	0,70	0,00	0,00	0,00	3,28
PCB 138	9,94	12,51	0,27	0,11	0,81	0,39	4,00
PCB 180	3,10	4,38	0,00	0,00	0,00	0,78	1,38
ΣPCB	20,05	35,38	1,24	0,49	0,81	1,17	9,86
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48
% PCB101 w ΣPCB	9,18	1,47	0,00	0,00	0,00	0,00	3,99
% PCB118 w ΣPCB	6,07	7,56	21,86	76,56	0,00	0,00	7,67
% PCB153 w ΣPCB	18,30	43,24	56,40	0,00	0,00	0,00	33,26
% PCB138 w ΣPCB	49,58	35,36	21,74	23,44	100,00	33,00	40,63
% PCB180 w ΣPCB	15,46	12,37	0,00	0,00	0,00	67,00	13,97

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	1B	2B	3B	4B	5B	6B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	5,72	1,91	6,91	2,22	0,93	0,96	3,11
PCB 118	4,23	2,28	6,48	2,69	1,29	1,16	3,02
PCB 153	18,08	10,58	27,91	13,36	8,65	8,28	14,48
PCB 138	17,24	10,22	27,59	12,57	8,03	7,26	13,82
PCB 180	3,89	2,67	5,98	1,84	1,47	1,86	2,95
ΣPCB	49,15	27,65	74,86	32,68	20,37	19,52	37,37
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	11,64	6,90	9,24	6,79	4,56	4,91	8,31
% PCB118 w ΣPCB	8,60	8,23	8,65	8,23	6,33	5,94	8,08
% PCB153 w ΣPCB	36,78	38,25	37,28	40,89	42,48	42,42	38,74
% PCB138 w ΣPCB	35,07	36,95	36,85	38,45	39,41	37,20	36,97
% PCB180 w ΣPCB	7,91	9,66	7,98	5,64	7,23	9,53	7,90

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	19A	20B	21A	22A	23A	24B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,03
PCB 101	0,34	1,42	0,70	0,61	0,18	1,15	0,73
PCB 118	0,96	1,35	1,57	1,42	1,46	1,22	1,33
PCB 153	7,22	7,54	7,27	8,28	8,27	7,09	7,61
PCB 138	6,98	5,39	7,34	7,28	7,66	6,48	6,85
PCB 180	1,72	1,94	1,39	1,69	1,84	1,82	1,73
ΣPCB	17,21	17,64	18,27	19,27	19,40	17,92	18,29
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,14
% PCB101 w ΣPCB	1,95	8,07	3,84	3,14	0,94	6,41	4,01
% PCB118 w ΣPCB	5,55	7,63	8,60	7,39	7,53	6,83	7,28
% PCB153 w ΣPCB	41,97	42,75	39,78	42,95	42,60	39,59	41,63
% PCB138 w ΣPCB	40,53	30,55	40,20	37,77	39,47	36,18	37,49
% PCB180 w ΣPCB	9,99	11,00	7,59	8,75	9,46	10,13	9,46

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb mrożonych pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	7B	8B	9B	10B	11B	12B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	1,08	0,00	0,25	0,65	0,23	0,58	0,46
PCB 118	1,00	0,64	0,68	2,24	1,82	1,23	1,27
PCB 153	8,05	9,42	8,73	11,80	8,27	9,75	9,34
PCB 138	6,80	7,19	7,82	9,58	6,85	8,65	7,81
PCB 180	2,51	2,81	5,48	5,08	3,50	2,57	3,66
ΣPCB	19,44	20,06	22,96	29,35	20,67	22,78	22,54
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	5,56	0,00	1,08	2,21	1,10	2,53	2,06
% PCB118 w ΣPCB	5,15	3,17	2,95	7,63	8,80	5,39	5,62
% PCB153 w ΣPCB	41,43	46,96	38,04	40,22	40,02	42,82	41,43
% PCB138 w ΣPCB	34,96	35,84	34,04	32,63	33,16	37,99	34,67
% PCB180 w ΣPCB	12,90	14,03	23,89	17,31	16,91	11,27	16,23

Załącznik 12. Zawartość [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów wskaźnikowych w wędzonych z surowca świeżego pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	11A	11B	23A	23B	35A	35B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	1,67	1,77	0,81	1,19	1,22	2,11	1,46
PCB 118	2,94	3,38	0,97	1,83	2,24	2,09	2,24
PCB 153	12,06	11,42	7,29	8,51	7,65	10,59	9,59
PCB 138	11,72	10,77	6,71	9,02	6,92	10,10	9,21
PCB 180	5,45	3,55	2,76	3,82	2,64	3,38	3,60
ΣPCB	33,84	30,88	18,55	24,36	20,67	28,27	26,10
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	4,93	5,72	4,36	4,87	5,91	7,45	5,59
% PCB118 w ΣPCB	8,69	10,95	5,25	7,49	10,85	7,40	8,60
% PCB153 w ΣPCB	35,63	36,98	39,31	34,93	36,99	37,47	36,73
% PCB138 w ΣPCB	34,65	34,86	36,19	37,02	33,50	35,71	35,28
% PCB180 w ΣPCB	16,10	11,49	14,89	15,69	12,76	11,97	13,80

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	S7A	S7B	19A	19B	31A	31B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	2,47	1,62	1,34	1,46	0,84	0,73	1,41
PCB 118	3,76	2,67	2,63	2,08	0,66	1,36	2,19
PCB 153	14,44	12,77	10,01	9,91	4,33	7,68	9,86
PCB 138	11,56	16,27	8,83	8,89	3,59	7,77	9,48
PCB 180	4,00	4,48	3,93	3,55	0,78	1,73	3,08
ΣPCB	36,22	37,83	26,75	25,88	10,20	19,27	26,02
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	6,81	4,29	5,03	5,63	8,24	3,80	5,42
% PCB118 w ΣPCB	10,39	7,07	9,83	8,02	6,45	7,04	8,43
% PCB153 w ΣPCB	39,86	33,77	37,42	38,30	42,50	39,86	37,88
% PCB138 w ΣPCB	31,91	43,01	33,02	34,34	35,19	40,34	36,45
% PCB180 w ΣPCB	11,04	11,85	14,70	13,71	7,61	8,97	11,83

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	8A	8B	20A	20B	32A	32B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	3,65	1,07	1,51	1,19	1,15	1,22	1,63
PCB 118	4,78	1,37	3,05	2,87	1,83	2,27	2,70
PCB 153	10,11	6,60	10,40	10,85	4,87	6,64	8,24
PCB 138	9,39	6,50	10,44	10,61	4,45	8,07	8,24
PCB 180	2,81	1,84	3,34	2,97	2,59	1,66	2,54
ΣPCB	30,74	17,39	28,73	28,48	14,90	19,86	23,35
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	11,88	6,16	5,24	4,18	7,71	6,15	6,99
% PCB118 w ΣPCB	15,54	7,89	10,62	10,07	12,31	11,44	11,55
% PCB153 w ΣPCB	32,87	37,95	36,18	38,08	32,69	33,42	35,30
% PCB138 w ΣPCB	30,56	37,40	36,33	37,24	29,89	40,62	35,31
% PCB180 w ΣPCB	9,15	10,60	11,63	10,43	17,39	8,37	10,87

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	9A	9B	21A	21B'	33A	33B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	2,71	2,24	1,82	4,45	0,08	1,25	2,09
PCB 118	2,41	3,16	2,81	4,44	1,94	2,21	2,83
PCB 153	7,80	11,89	8,74	15,42	6,46	9,10	9,90
PCB 138	8,88	11,73	9,63	14,33	5,85	7,63	9,67
PCB 180	1,62	3,10	3,02	2,98	1,30	2,45	2,41
ΣPCB	23,42	32,12	26,02	41,61	15,62	22,63	26,90
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	11,56	6,96	7,01	10,69	0,50	5,53	7,77
% PCB118 w ΣPCB	10,27	9,83	10,80	10,66	12,41	9,76	10,50
% PCB153 w ΣPCB	33,33	37,02	33,58	37,07	41,32	40,19	36,80
% PCB138 w ΣPCB	37,93	36,52	36,99	34,43	37,42	33,71	35,95
% PCB180 w ΣPCB	6,90	9,67	11,62	7,16	8,34	10,82	8,97

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	10A	10B	22A	22B	34A	34B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	4,53	2,67	1,42	0,83	2,18	2,35	2,33
PCB 118	5,27	4,30	2,36	2,08	2,77	2,31	3,18
PCB 153	16,20	13,95	7,92	8,91	9,81	11,31	11,35
PCB 138	15,60	15,09	8,20	8,26	8,80	10,72	11,11
PCB 180	3,91	2,51	3,10	2,76	2,17	3,75	3,03
ΣPCB	45,50	38,52	22,99	22,84	25,72	30,45	31,00
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	9,95	6,93	6,17	3,65	8,46	7,73	7,51
% PCB118 w ΣPCB	11,58	11,17	10,25	9,09	10,78	7,59	10,26
% PCB153 w ΣPCB	35,60	36,21	34,44	39,02	38,13	37,16	36,61
% PCB138 w ΣPCB	34,28	39,18	35,66	36,16	34,20	35,22	35,84
% PCB180 w ΣPCB	8,58	6,52	13,48	12,08	8,43	12,31	9,78

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	12A	12B	24A	24B	36A	36B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101	1,71	2,07	0,84	1,54	0,81	1,47	1,41
PCB 118	1,44	2,47	1,89	2,44	2,00	2,22	2,08
PCB 153	9,55	11,74	5,89	11,39	6,68	9,68	9,16
PCB 138	8,15	8,96	5,30	9,48	6,01	7,62	7,59
PCB 180	3,23	3,56	2,87	5,18	3,28	2,78	3,48
ΣPCB	24,07	28,79	16,79	30,03	18,78	23,78	23,71
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB101 w ΣPCB	7,11	7,19	4,99	5,13	4,31	6,17	5,93
% PCB118 w ΣPCB	5,98	8,56	11,27	8,11	10,64	9,35	8,76
% PCB153 w ΣPCB	39,67	40,77	35,08	37,94	35,58	40,71	38,62
% PCB138 w ΣPCB	33,84	31,10	31,56	31,56	32,02	32,07	32,00
% PCB180 w ΣPCB	13,40	12,37	17,10	17,25	17,45	11,71	14,69

Załącznik 13. Zawartość [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów wskaźnikowych w wędzonych z surowca mrożonego pstrągach tęczowych pozyskanych od zróżnicowanych producentów.

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 1							
Oznaczenie próbki	31A	32B	33A	34A	35A	36B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	2,42	0,00	1,29	1,29	1,47	0,00	1,08
PCB 101	1,20	0,83	1,58	1,79	0,70	0,64	1,12
PCB 118	1,19	0,86	1,85	1,24	2,14	1,01	1,38
PCB 153	8,08	2,45	8,81	8,42	9,72	4,44	6,98
PCB 138	6,21	2,71	7,43	5,36	7,39	6,46	5,93
PCB 180	2,45	0,88	3,43	1,55	3,08	2,01	2,23
ΣPCB	21,55	7,73	24,39	19,65	24,51	14,55	18,73
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	11,23	0,00	5,30	6,54	6,00	0,00	5,76
% PCB101 w ΣPCB	5,59	10,71	6,50	9,12	2,87	4,38	6,00
% PCB118 w ΣPCB	5,51	11,18	7,60	6,32	8,74	6,93	7,38
% PCB153 w ΣPCB	37,51	31,65	36,11	42,85	39,64	30,49	37,29
% PCB138 w ΣPCB	28,81	35,11	30,45	27,29	30,16	44,37	31,64
% PCB180 w ΣPCB	11,36	11,34	14,05	7,89	12,59	13,83	11,92

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 2							
Oznaczenie próbki	25A	26B	27A	28A	29A	30B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	1,48	0,00	1,53	0,00	1,95	0,00	0,83
PCB 101	1,65	1,97	1,00	0,63	2,37	0,87	1,42
PCB 118	1,77	1,70	2,05	0,88	1,68	1,47	1,59
PCB 153	5,87	2,93	6,43	3,21	8,53	4,44	5,24
PCB 138	5,73	2,85	4,59	2,94	7,79	6,08	5,00
PCB 180	2,53	3,36	2,28	0,72	2,90	1,88	2,28
ΣPCB	19,03	12,81	17,88	8,39	25,23	14,74	16,35
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	7,76	0,00	8,54	0,00	7,73	0,00	5,05
% PCB101 w ΣPCB	8,68	15,37	5,60	7,47	9,40	5,93	8,66
% PCB118 w ΣPCB	9,32	13,28	11,47	10,55	6,67	9,98	9,75
% PCB153 w ΣPCB	30,85	22,88	35,96	38,33	33,82	30,10	32,03
% PCB138 w ΣPCB	30,10	22,24	25,66	35,06	30,89	41,22	30,56
% PCB180 w ΣPCB	13,30	26,22	12,77	8,59	11,49	12,76	13,94

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 3							
Oznaczenie próbki	7A	8B	9A	10A	11A	12B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,99	0,22	0,80	7,99	3,25	0,30	2,26
PCB 101	1,48	0,00	2,07	1,25	3,22	1,22	1,54
PCB 118	2,83	0,00	3,35	2,69	5,32	1,87	2,68
PCB 153	9,25	0,00	14,07	12,42	18,43	16,35	11,75
PCB 138	7,81	0,00	11,60	10,85	16,59	14,19	10,17
PCB 180	3,44	0,00	3,86	4,66	5,96	6,81	4,12
ΣPCB	25,80	0,22	35,75	39,86	52,77	40,75	32,52
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	3,85	100,00	2,23	20,05	6,17	0,73	6,94
% PCB101 w ΣPCB	5,72	0,00	5,79	3,13	6,10	3,00	4,73
% PCB118 w ΣPCB	10,95	0,00	9,37	6,75	10,09	4,60	8,23
% PCB153 w ΣPCB	35,84	0,00	39,37	31,15	34,92	40,13	36,14
% PCB138 w ΣPCB	30,29	0,00	32,46	27,22	31,43	34,83	31,28
% PCB180 w ΣPCB	13,34	0,00	10,79	11,69	11,30	16,71	12,67

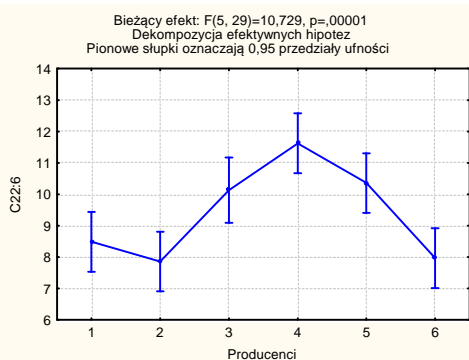
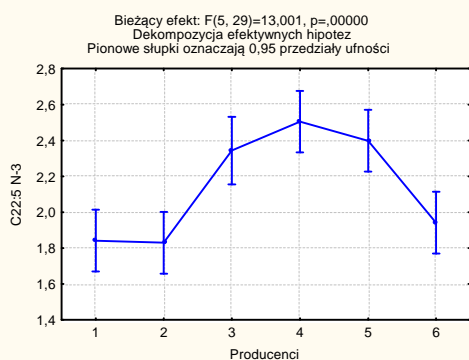
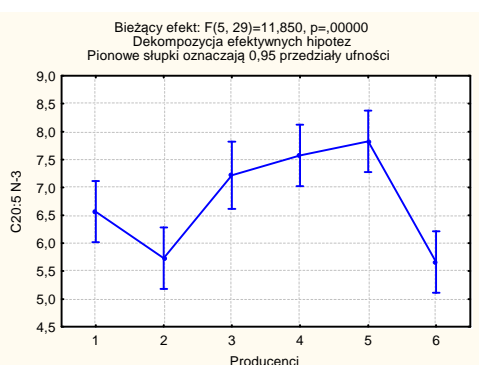
Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 4							
Oznaczenie próbki	1A	2A	3A	4A	5A	5B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,13	0,18	0,68	1,23	2,30	0,00	0,75
PCB 101	2,66	0,00	3,33	3,02	3,56	1,37	2,32
PCB 118	2,78	0,00	3,97	2,91	4,42	0,00	2,35
PCB 153	9,99	0,00	10,80	10,35	13,43	0,58	7,53
PCB 138	8,67	0,00	11,37	10,13	13,73	0,56	7,41
PCB 180	1,92	0,00	2,17	2,02	3,63	0,49	1,70
ΣPCB	26,15	0,18	32,32	29,66	41,08	3,00	22,06
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,50	100,00	2,09	4,14	5,60	0,00	3,41
% PCB101 w ΣPCB	10,18	0,00	10,29	10,19	8,68	45,78	10,54
% PCB118 w ΣPCB	10,62	0,00	12,27	9,81	10,76	0,00	10,63
% PCB153 w ΣPCB	38,22	0,00	33,43	34,90	32,70	19,23	34,11
% PCB138 w ΣPCB	33,15	0,00	35,19	34,15	33,43	18,60	33,59
% PCB180 w ΣPCB	7,32	0,00	6,72	6,81	8,83	16,39	7,73

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 5							
Oznaczenie próbki	19A	19B	21A	22A	23A	24B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,96	0,00	0,00	1,17	1,40	0,00	0,59
PCB 101	3,34	0,94	0,72	1,92	2,70	1,54	1,86
PCB 118	2,98	0,00	0,69	1,55	2,60	0,44	1,38
PCB 153	10,02	7,82	7,41	6,47	7,54	2,14	6,90
PCB 138	9,55	1,95	7,88	9,01	8,77	1,84	6,50
PCB 180	2,82	3,79	2,77	1,64	2,70	1,17	2,48
ΣPCB	29,67	14,50	19,46	21,76	25,72	7,13	19,71
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	3,23	0,00	0,00	5,36	5,44	0,00	2,98
% PCB101 w ΣPCB	11,26	6,51	3,70	8,81	10,50	21,59	9,44
% PCB118 w ΣPCB	10,06	0,00	3,54	7,14	10,12	6,19	7,00
% PCB153 w ΣPCB	33,79	53,93	38,06	29,75	29,31	30,06	35,02
% PCB138 w ΣPCB	32,18	13,43	40,49	41,41	34,12	25,74	32,98
% PCB180 w ΣPCB	9,49	26,13	14,21	7,52	10,51	16,42	12,59

Zawartość wybranych kongenerów PCB w tłuszczu ryb wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od producenta numer 6							
Oznaczenie próbki	13B	14B	15A	16A	17A	18B	
Kongener	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Zawartość ng/g	Średnia zawartość ng/g
PCB 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52	0,00	0,00	0,94	0,64	1,78	0,00	0,56
PCB 101	1,56	1,72	1,72	1,09	1,56	0,31	1,33
PCB 118	1,63	2,23	1,72	1,00	3,10	2,07	1,96
PCB 153	7,90	11,86	8,10	5,26	7,61	10,99	8,62
PCB 138	6,61	10,41	7,05	5,05	7,68	8,80	7,60
PCB 180	2,09	3,35	2,46	1,80	2,11	4,10	2,65
ΣPCB	19,80	29,57	22,00	14,84	23,84	26,27	22,72
% PCB28 w ΣPCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% PCB52 w ΣPCB	0,00	0,00	4,28	4,29	7,47	0,00	2,46
% PCB101 w ΣPCB	7,89	5,81	7,84	7,37	6,53	1,19	5,84
% PCB118 w ΣPCB	8,25	7,53	7,84	6,75	13,02	7,88	8,63
% PCB153 w ΣPCB	39,90	40,11	36,83	35,48	31,92	41,83	37,95
% PCB138 w ΣPCB	33,39	35,21	32,02	34,01	32,21	33,50	33,45
% PCB180 w ΣPCB	10,57	11,34	11,19	12,10	8,84	15,60	11,67

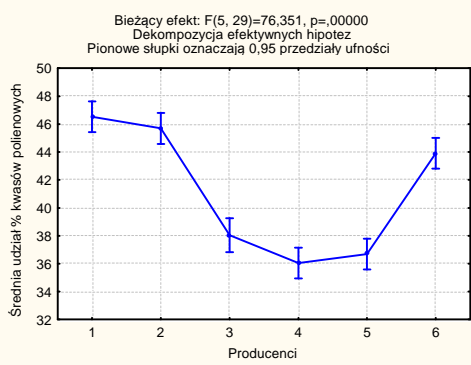
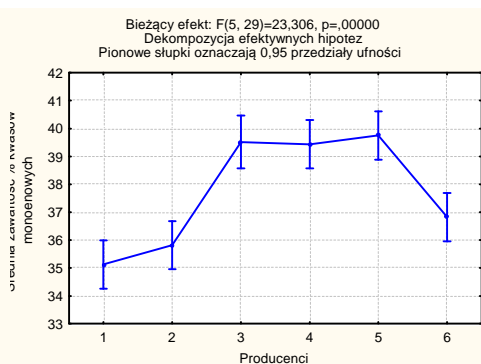
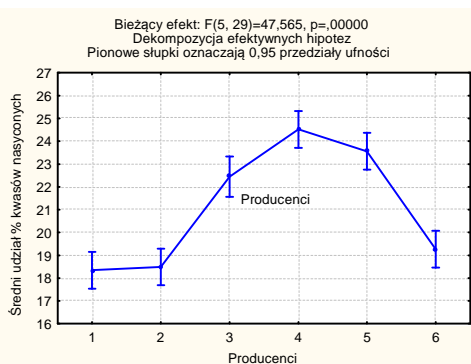
Załącznik 14. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych kwasów tłuszczowych omega-3 oraz odchyłeń standardowych w świeżych rybach pochodzących od sześciu producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	Kwasy omega-3					
	EPA		DPA		DHA	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	6,57 ± 0,58	BC	1,84 ± 0,21	A	8,49 ± 1,45	A
2	5,73 ± 0,80	A	1,83 ± 0,12	A	7,86 ± 0,72	A
3	7,22 ± 0,34	CD	2,34 ± 0,29	B	10,13 ± 1,05	B
4	7,57 ± 0,53	D	2,51 ± 0,17	B	11,62 ± 1,06	B
5	7,83 ± 0,37	D	2,40 ± 0,21	B	10,36 ± 1,04	B
6	5,66 ± 1,02	AB	1,94 ± 0,22	A	7,97 ± 1,34	A
Ogółem	6,75 ± 1,06		2,14 ± 0,34		9,38 ± 1,77	
Test F	F = 11,85; p < 0,001		F = 13,001; p < 0,001		F = 10,729; p < 0,001	



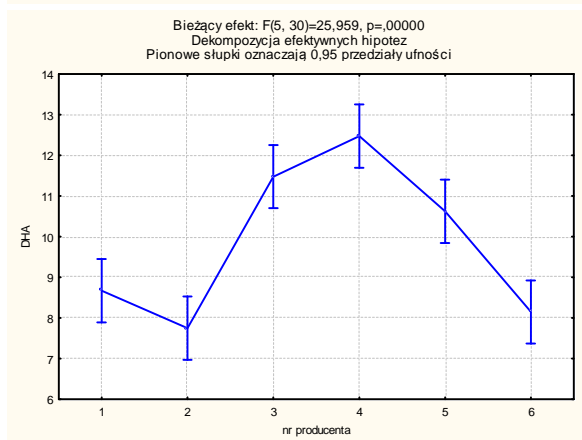
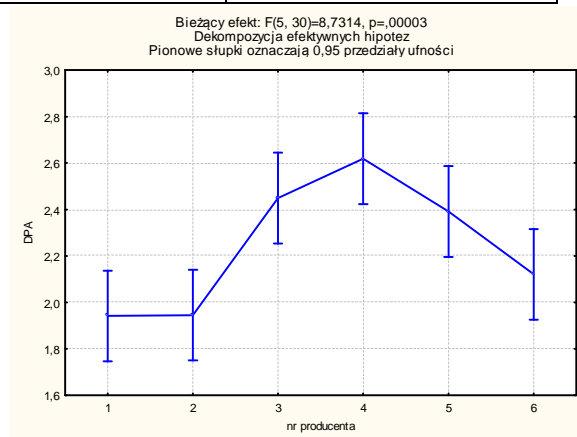
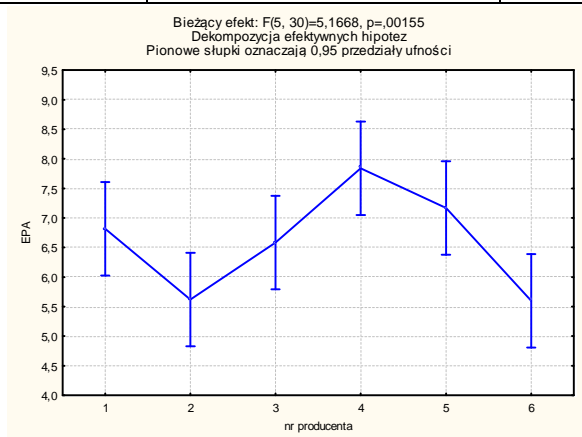
Załącznik 15. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych grup kwasów tłuszczowych oraz odchyłeń standardowych w świeżych rybach pochodzących od sześciu producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keuls

Producent	Kwasy					
	Nasycone		Monoenowe		Polienowe	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	18,34 ± 0,74	A	35,12 ± 1,36	A	46,53 ± 1,54	D
2	18,49 ± 0,48	A	35,82 ± 0,61	AB	45,69 ± 0,36	D
3	22,45 ± 0,79	B	39,52 ± 0,98	C	38,04 ± 1,41	B
4	24,52 ± 1,38	C	39,44 ± 1,28	C	36,05 ± 1,46	A
5	23,56 ± 0,71	BC	39,75 ± 1,19	C	36,69 ± 1,29	AB
6	19,27 ± 1,31	A	36,82 ± 0,45	B	43,91 ± 1,48	C
Ogółem	21,07 ± 0,34		37,69 ± 2,15		41,24 ± 4,59	
Test F	F = 47,57; p < 0,001		F = 23,31; p < 0,001		F = 76,35; p < 0,001	



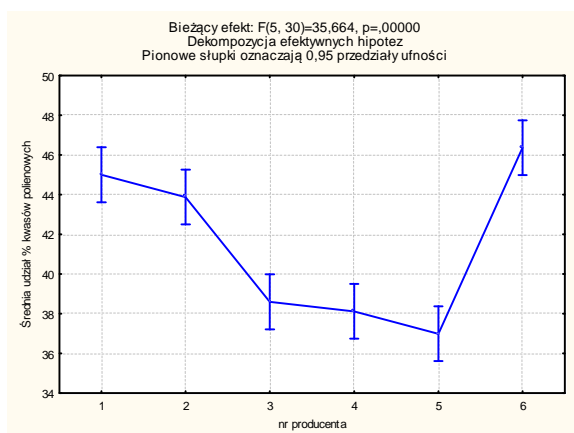
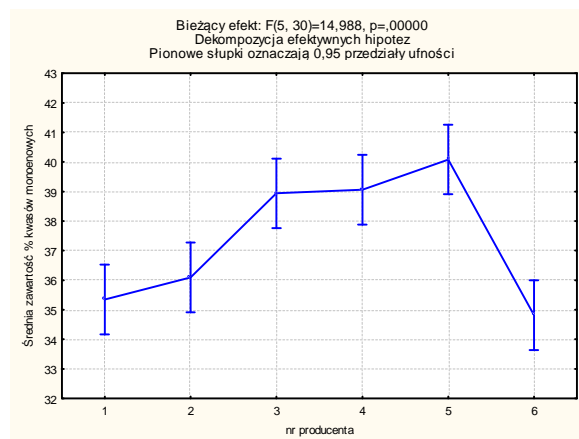
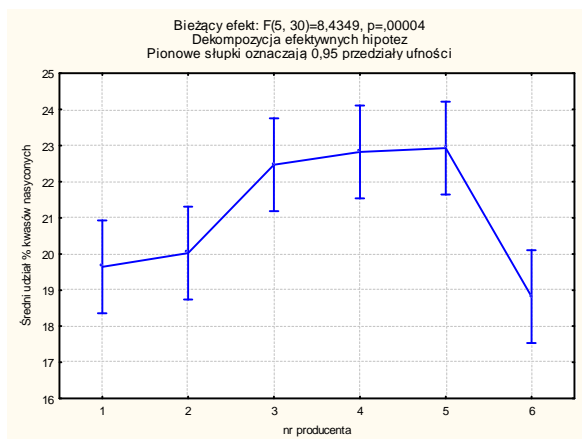
Załącznik 16. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych kwasów tłuszczowych omega-3 oraz odchyłeń standardowych w rybach wędzonych z surowca świeżego pochodzących od sześciu producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	Kwasy omega-3					
	EPA		DPA		DHA	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	6,82 ± 0,38	ABC	1,94 ± 0,19	A	8,67 ± 1,45	A
2	5,62 ± 0,70	A	1,94 ± 0,20	A	7,75 ± 0,34	A
3	6,58 ± 0,15	ABC	2,45 ± 0,34	BC	11,48 ± 0,95	BC
4	7,84 ± 0,37	C	2,62 ± 0,12	C	12,47 ± 0,68	C
5	7,17 ± 2,13	BC	2,39 ± 0,26	BC	10,62 ± 1,08	B
6	5,60 ± 0,22	AB	2,12 ± 0,25	AB	8,15 ± 0,69	A
Ogółem	6,60 ± 1,20		2,24 ± 0,34		9,86 ± 1,99	
Test F	F = 5,167; p = 0,001		F = 8,731; p < 0,001		F = 25,959; p < 0,001	



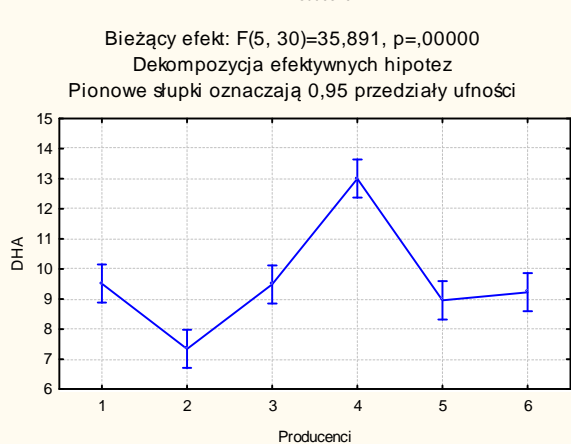
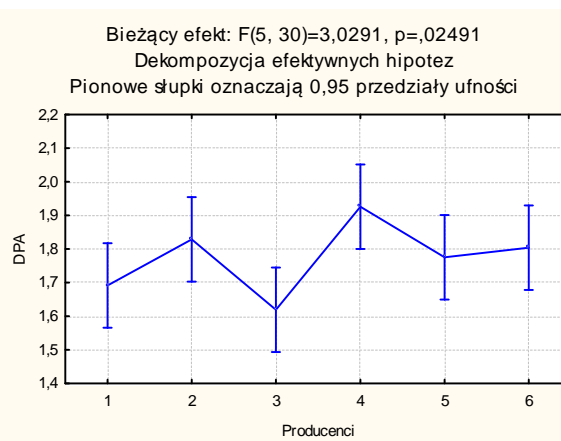
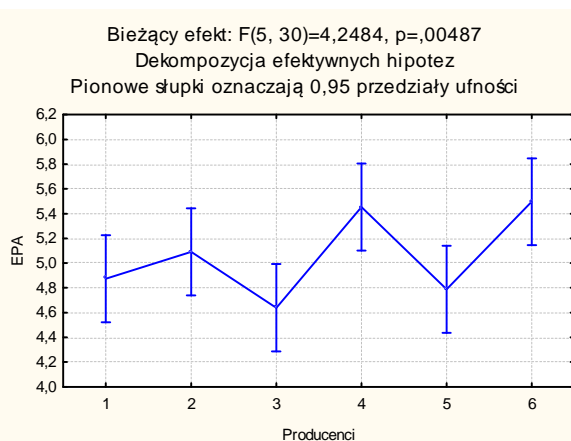
Załącznik 17. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych grup kwasów tłuszczowych oraz odchyłeń standardowych w rybach wędzonych z surowca świeżego pochodzących od sześciu producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	Kwasy					
	Nasycone		Monoenowe		Polienowe	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	19,65 ± 0,70	A	35,35 ± 1,04	A	45,00 ± 1,07	BC
2	20,02 ± 0,99	A	36,10 ± 1,79	A	43,88 ± 2,74	B
3	22,47 ± 0,89	B	38,94 ± 1,18	B	38,60 ± 1,17	A
4	22,82 ± 0,98	B	39,06 ± 0,47	B	38,12 ± 1,12	A
5	22,93 ± 3,09	B	40,08 ± 2,41	B	36,99 ± 1,60	A
6	18,81 ± 1,21	A	34,82 ± 0,52	A	46,37 ± 1,64	C
Ogółem	21,12 ± 2,21		37,39 ± 2,44		41,49 ± 4,05	
Test F	F = 8,435; p < 0,001		F = 14,99; p < 0,001		F = 35,66; p < 0,001	



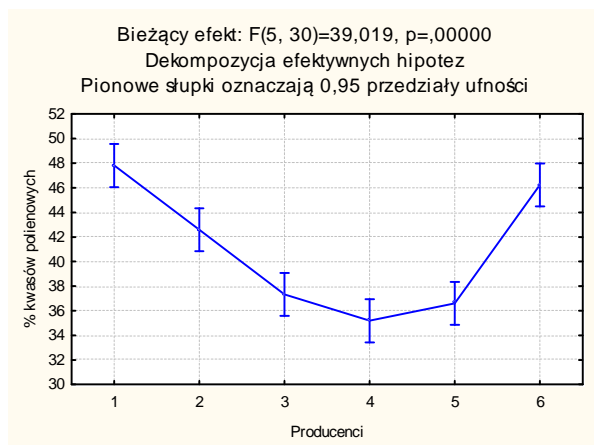
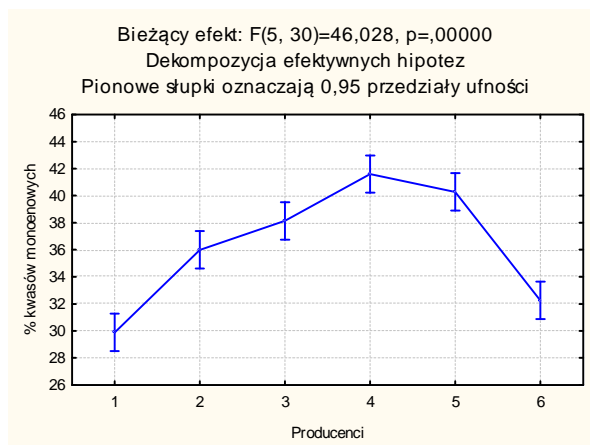
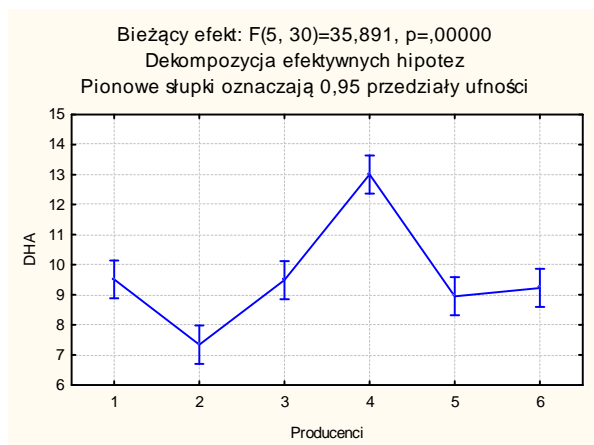
Załącznik 18. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych kwasów tłuszczowych omega-3 oraz odchyłeń standardowych w rybach mrożonych pochodzących od sześciu producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keuls

Producent	Kwasy omega-3					
	EPA		DPA		DHA	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	4,87 ± 0,35	AB	1,69 ± 0,16	AB	9,51 ± 0,66	B
2	5,09 ± 0,30	AB	1,83 ± 0,09	AB	7,34 ± 0,46	A
3	4,64 ± 0,38	A	1,62 ± 0,06	A	9,49 ± 0,49	B
4	5,45 ± 0,69	B	1,93 ± 0,18	B	13,00 ± 1,31	C
5	4,79 ± 0,39	A	1,78 ± 0,25	AB	8,96 ± 0,77	B
6	5,50 ± 0,30	B	1,80 ± 0,07	AB	9,23 ± 0,52	B
Ogółem	6,0,6 ± 0,51		1,77 ± 0,17		9,59 ± 1,86	
Test F	F = 4,248; p < 0,001		F = 3,029; p < 0,02		F = 35,891; p < 0,001	



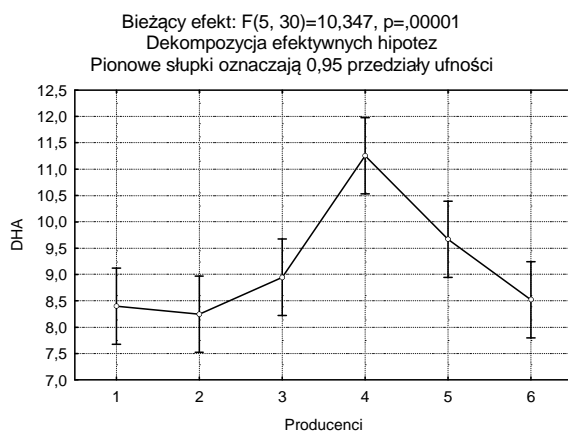
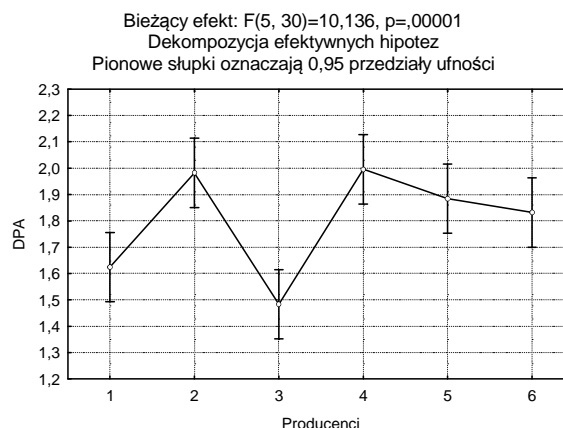
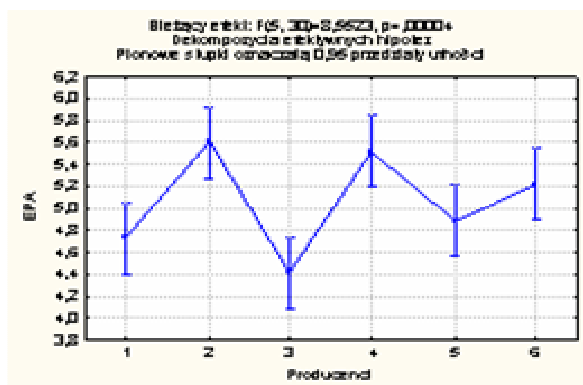
Załącznik 19. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych grup kwasów tłuszczowych oraz odchyłeń standardowych w rybach mrożonych pochodzących od sześciu producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	Kwasy					
	Nasycone		Monoenowe		Polienowe	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	22,30 ± 0,60	AB	29,89 ± 0,78	A	47,81 ± 1,35	C
2	21,42 ± 1,24	A	36,00 ± 1,48	C	42,59 ± 2,47	B
3	24,54 ± 1,15	C	38,13 ± 1,54	D	37,32 ± 2,52	A
4	23,21 ± 0,91	B	41,60 ± 2,21	E	35,19 ± 1,35	A
5	23,12 ± 1,15	BC	40,28 ± 2,31	E	36,60 ± 2,74	A
6	21,51 ± 0,88	A	32,26 ± 1,01	B	46,23 ± 1,67	C
Ogółem	22,68 ± 1,44		36,36 ± 4,51		40,96 ± 5,32	
Test F	F = 8,28; p < 0,001		F = 46,03; p < 0,001		F = 39,02; p < 0,001	



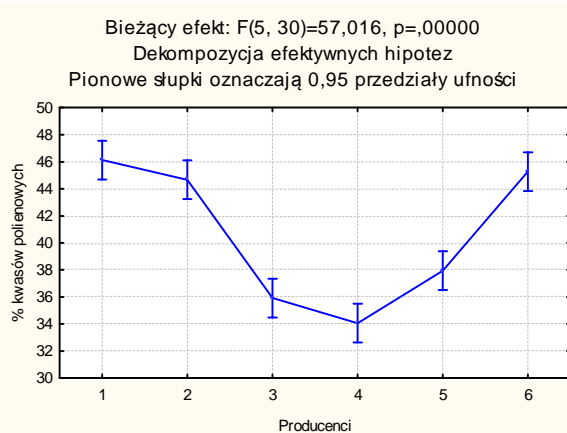
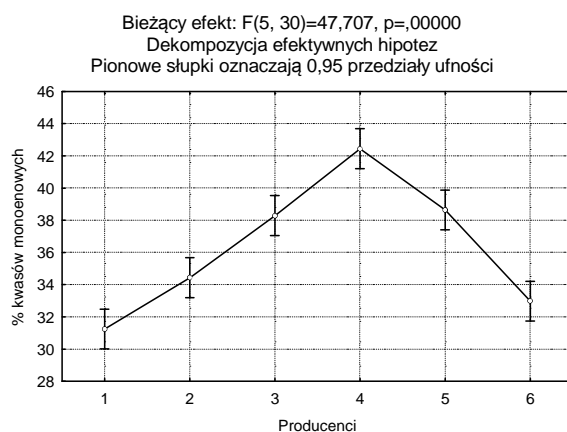
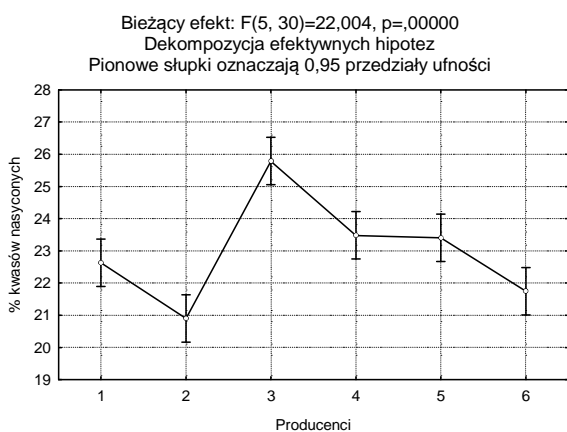
Załącznik 20. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych kwasów tłuszczowych omega-3 oraz odchyłeń standardowych w rybach wędzonych z surowca mrożonego pochodzących od sześciu producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	Kwasy omega-3					
	EPA		DPA		DHA	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	4,73 ± 0,46	AB	1,62 ± 0,13	A	8,40 ± 0,42	A
2	5,60 ± 0,30	C	1,98 ± 0,11	B	8,25 ± 0,38	A
3	4,41 ± 0,38	A	1,48 ± 0,18	A	8,94 ± 1,34	A
4	5,51 ± 0,34	C	1,99 ± 0,24	B	11,25 ± 0,71	B
5	4,89 ± 0,46	AB	1,88 ± 0,14	B	9,67 ± 1,16	A
6	2,22 ± 0,36	BC	1,83 ± 0,11	B	8,52 ± 0,75	A
Ogółem	5,06 ± 0,56		1,80 ± 0,24		9,17 ± 1,33	
Test F	F = 8,552 ; p < 0,001		F = 10,136; p < 0,001		F = 10,347 ; p < 0,001	



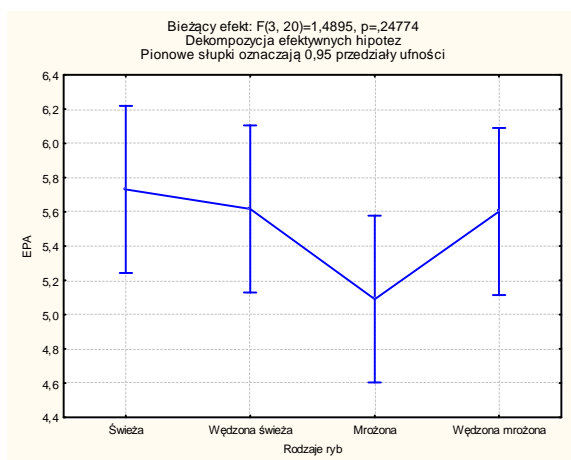
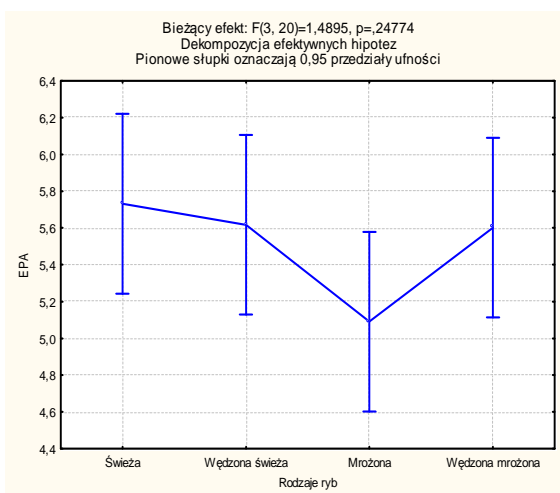
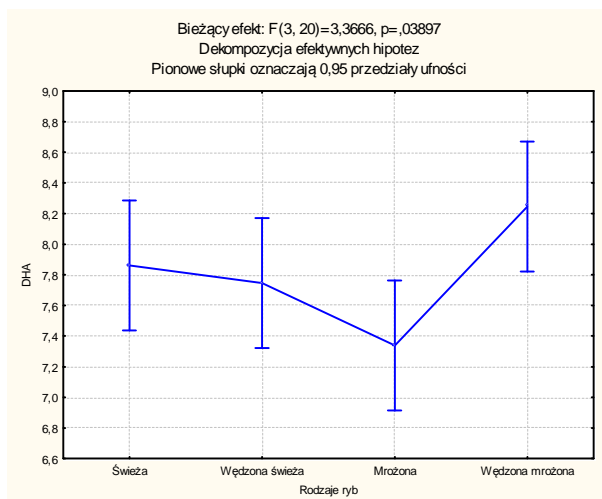
Załącznik 21. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych grup kwasów tłuszczowych oraz odchyłeń standardowych w rybach wędzonych z surowca mrożonego pochodzących od sześciu producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	Kwasy					
	Nasycone		Monoenowe		Polienowe	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	22,63 ± 0,83	BC	31,25 ± 0,82	A	46,12 ± 1,12	C
2	20,90 ± 0,57	A	34,43 ± 1,12	B	44,66 ± 1,63	C
3	25,79 ± 0,71	D	38,29 ± 1,69	C	35,92 ± 1,38	A
4	23,48 ± 1,39	C	42,45 ± 1,12	D	34,07 ± 1,42	A
5	23,41 ± 0,96	C	38,64 ± 2,64	C	37,95 ± 3,05	B
6	21,75 ± 0,55	AB	32,98 ± 0,39	AB	45,27 ± 0,78	C
Ogółem	22,99 ± 1,76		36,34 ± 4,10		40,67 ± 5,16	
Test F	F = 22,00; p < 0,001		F = 47,71; p < 0,001		F = 57,02; p < 0,001	



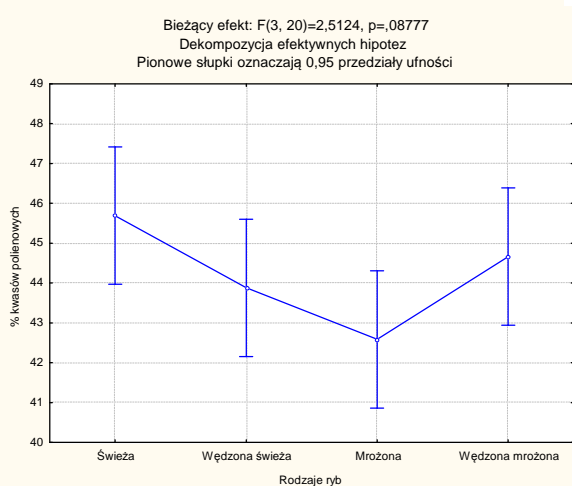
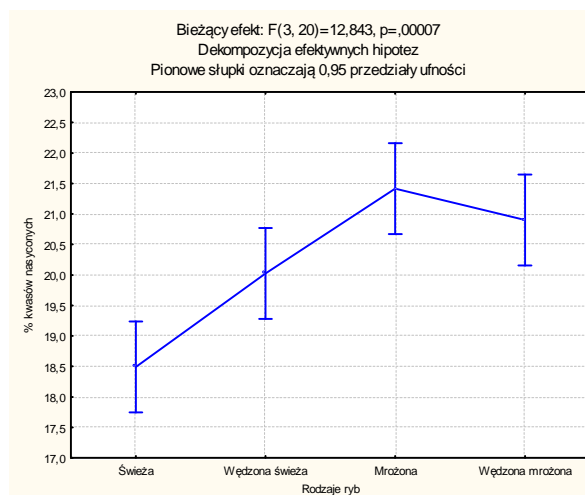
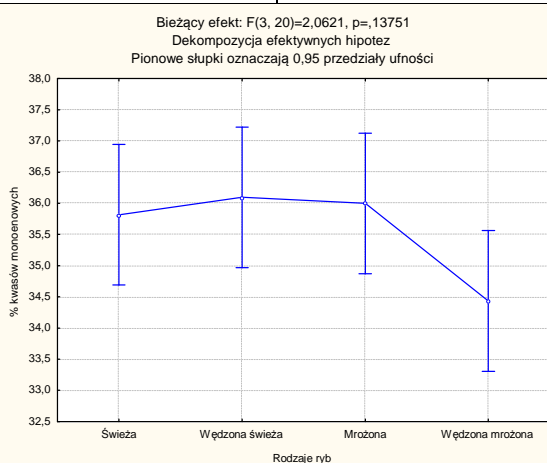
Załącznik 22. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych grup kwasów tłuszczowych oraz odchyłeń standardowych w różnym asortymencie pstrąga tęczowego pozyskanego od producenta numer 2. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Rodzaje ryb	Wybrane grupy kwasów tłuszczowych w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 2					
	Nasycone		Monoenowe		Polienowe	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
Ryba świeża	18,49 ± 0,48	A	35,82 ± 0,61	A	45,69 ± 0,36	A
Wędzona ryba świeża	20,02 ± 0,99	B	36,10 ± 1,79	A	43,88 ± 2,74	A
Ryba mrożona	21,42 ± 1,24	C	36,00 ± 1,48	A	42,59 ± 2,47	A
Wędzona ryba mrożona	20,90 ± 0,57	BC	34,43 ± 1,12	A	44,66 ± 1,63	A
Ogółem	20,21 ± 1,40		35,59 ± 1,41		44,21 ± 2,21	



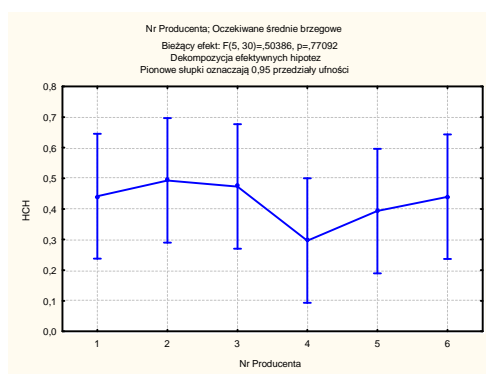
Załącznik 23. Zestawienie wartości średnich procentowych zawartości wybranych kwasów tłuszczowych omega-3 oraz odchyłeń standardowych w różnym asortymencie pstrąga tęczowego pozyskanego od producenta numer 2. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keuls

Rodzaje ryb	Wybrane kwasy tłuszczowe omega-3 w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 2					
	EPA		DPA		DHA	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
Ryba świeża	5,73 ± 0,80	A	1,83 ± 0,12	A	7,86 ± 0,72	AB
Wędzona ryba świeża	5,62 ± 0,70	A	1,94 ± 0,20	A	7,75 ± 0,34	AB
Ryba mrożona	5,09 ± 0,30	A	1,83 ± 0,09	A	7,34 ± 0,46	A
Wędzona ryba mrożona	5,60 ± 0,30	A	1,98 ± 0,11	A	8,25 ± 0,38	B
Ogółem	5,51 ± 0,59		1,90 ± 0,15		7,80 ± 0,57	
Test F	F = 1,490 ; p < 0,2		F = 2,007; p < 0,1		F = 3,367 ; p < 0,03	



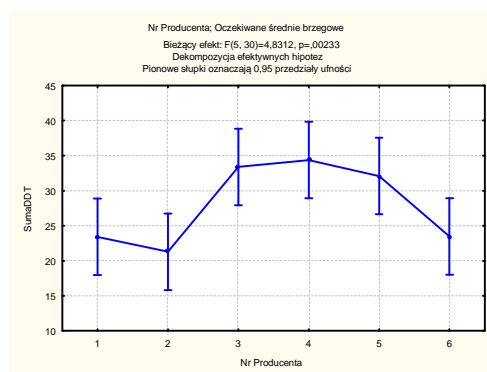
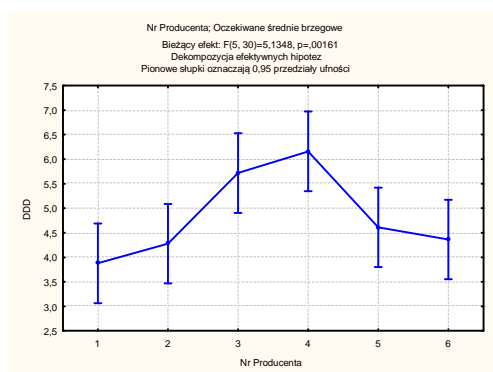
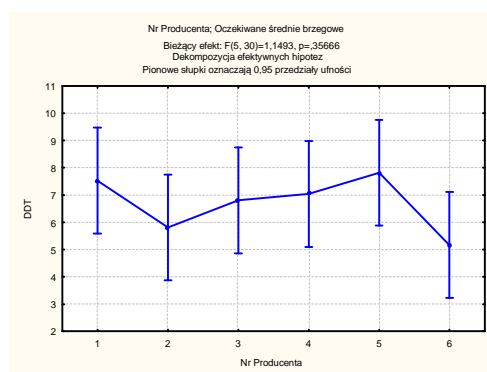
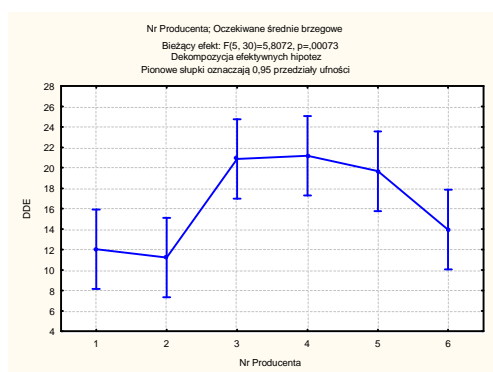
Załącznik 24. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] lindanu oraz odchyłeń standardowych w świeżych pstrągach tęczowych pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

PEST-RS	γ -HCH	
Producent	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	0,42 \pm 0,22	A
2	0,49 \pm 0,19	A
3	0,47 \pm 0,37	A
4	0,30 \pm 0,14	A
5	0,39 \pm 0,22	A
6	0,44 \pm 0,25	A
Ogółem	0,42 \pm 0,24	
Test F	F = 0,50; p = 0,77	



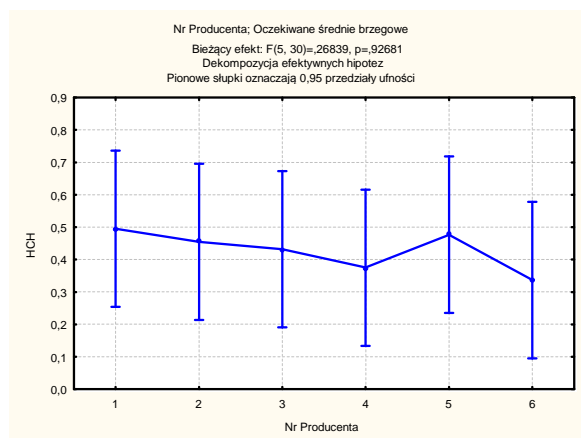
Załącznik 25. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] DDT, DDD, DDE i Σ DDT oraz odchyłeń standardowych w świeżych pstrągach tęczowych pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

PEST-RS	DDE		DDD		DDT		Suma DDT	
Producent	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	12,02 ± 3,13	A	3,88 ± 0,97	A	7,53 ± 1,33	A	23,43 ± 4,84	AB
2	11,21 ± 2,9	A	4,28 ± 0,75	AB	5,81 ± 2,96	A	21,3 ± 6,27	A
3	20,87 ± 5,61	B	5,72 ± 0,85	BC	6,80 ± 2,61	A	33,39 ± 7,05	B
4	21,16 ± 6,75	BC	6,16 ± 1,18	C	7,04 ± 3,2	A	34,37 ± 9,45	B
5	19,66 ± 4,58	B	4,61 ± 1,16	AB	7,82 ± 1,1	A	32,08 ± 4,95	B
6	13,94 ± 3,62	AC	4,36 ± 0,84	AB	5,17 ± 1,94	A	23,48 ± 5,54	A
Ogółem	16,47 ± 6,06		4,83 ± 1,22		6,69 ± 2,35		28,00 ± 8,14	
Test F	F = 5,80; p < 0,001		F = 5,13; p < 0,001		F = 1,14; p = 0,35		F = 4,83; p = 0,002	



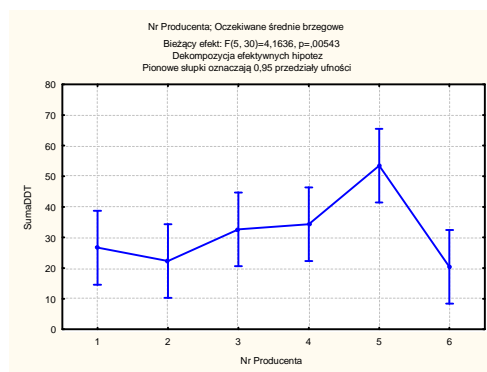
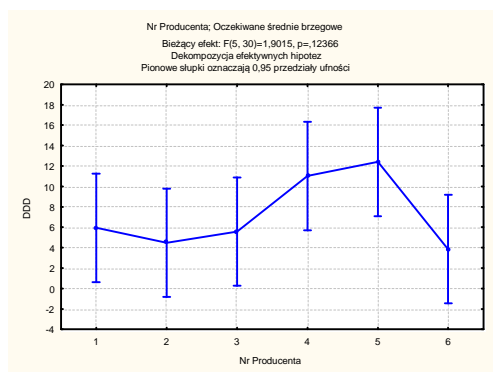
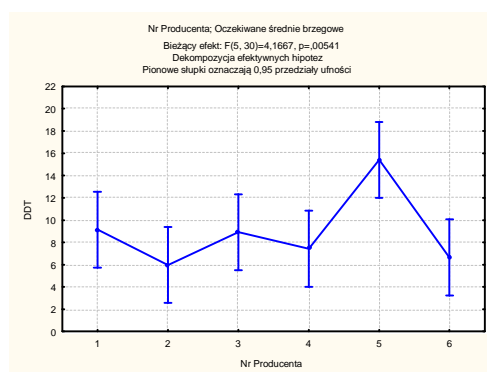
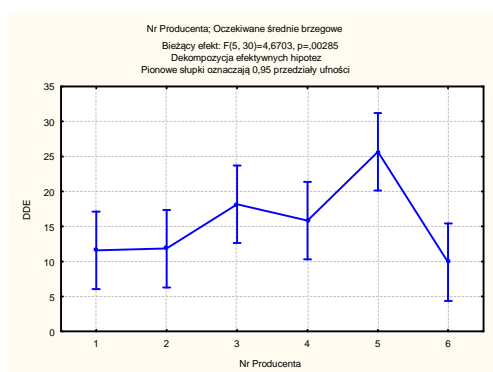
Załącznik 26. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] lindanu oraz odchyłeń standardowych w pstrągach tęczowych wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

PEST-WRS	γ -HCH	
Producent	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	0,50 \pm 0,22	A
2	0,46 \pm 0,41	A
3	0,43 \pm 0,36	A
4	0,38 \pm 0,08	A
5	0,48 \pm 0,23	A
6	0,34 \pm 0,31	A
Ogółem	0,43 \pm 0,27	
Test F	F = 0,26; p = 0,92	



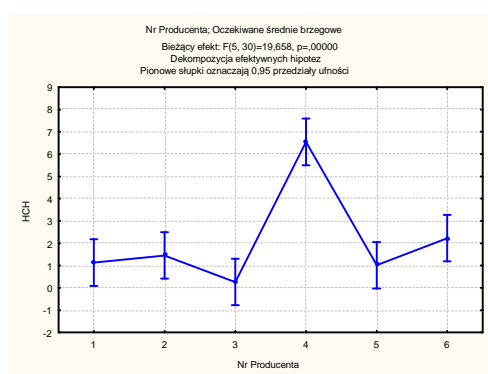
Załącznik 27. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] DDT, DDD, DDE i \sum DDT oraz odchyłeń standardowych w pstrągach tęczowych wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

PEST-WRS	DDE		DDD		DDT		Suma DDT	
Producent	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$x \pm s$	test N-K
1	11,59 ± 6,00	A	5,94 ± 1,64	A	9,14 ± 4,50	A	26,67 ± 10,49	A
2	11,84 ± 2,95	A	4,49 ± 0,57	A	5,99 ± 1,37	A	22,31 ± 3,37	A
3	18,17 ± 5,76	AB	5,58 ± 2,05	A	8,92 ± 3,72	A	32,66 ± 5,40	A
4	15,86 ± 7,92	A	11,03 ± 10,37	A	7,44 ± 3,03	A	34,32 ± 16,94	A
5	25,68 ± 9,95	B	12,39 ± 11,12	A	15,41 ± 5,42	B	53,48 ± 26,19	B
6	9,89 ± 4,90	A	3,88 ± 2,11	A	6,66 ± 5,08	A	20,43 ± 11,22	A
Ogółem	15,50 ± 8,18		7,21 ± 6,76		8,92 ± 4,93		31,65 ± 17,39	
Test F	F = 4,67; p = 0,002		F = 1,90; p = 0,12		F = 4,16; p = 0,005		F = 4,16 p = 0,005	



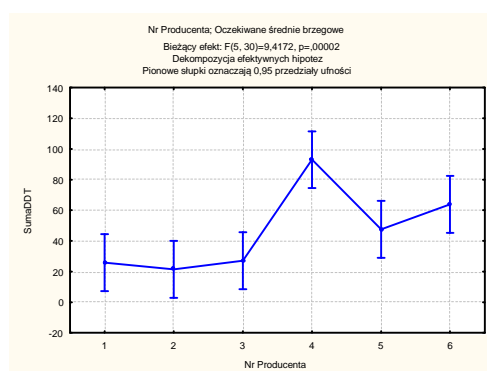
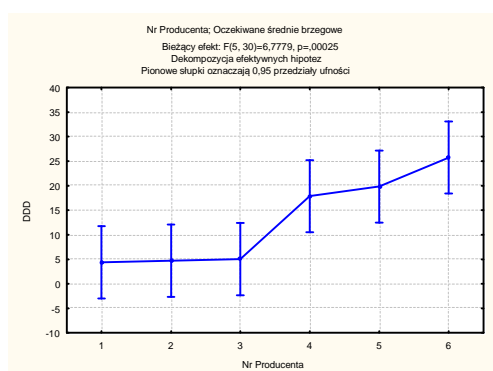
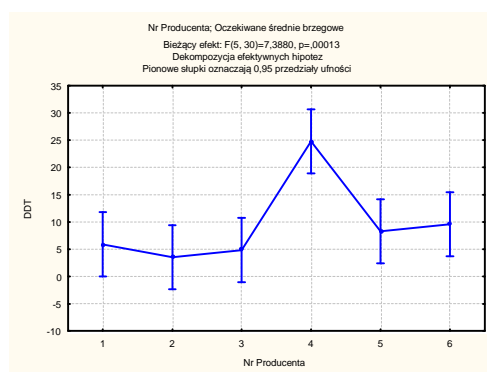
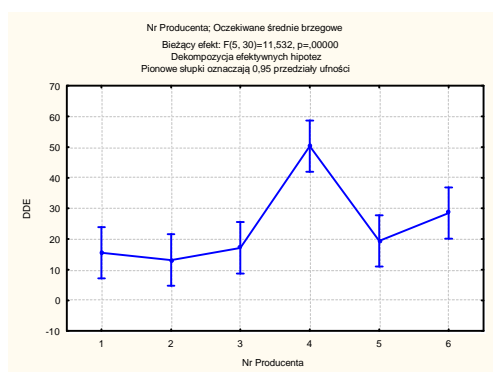
Załącznik 28. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] lindanu oraz odchyłeń standardowych w mrożonych pstrągach tęczowych pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

PEST-RM	γ -HCH	
Producent	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	1,14 \pm 0,62	A
2	1,46 \pm 1,45	A
3	0,27 \pm 0,16	A
4	6,55 \pm 1,85	B
5	1,02 \pm 0,38	A
6	2,23 \pm 1,81	A
Ogółem	2,11 \pm 2,40	
Test F	F = 19,65; p < 0,001	



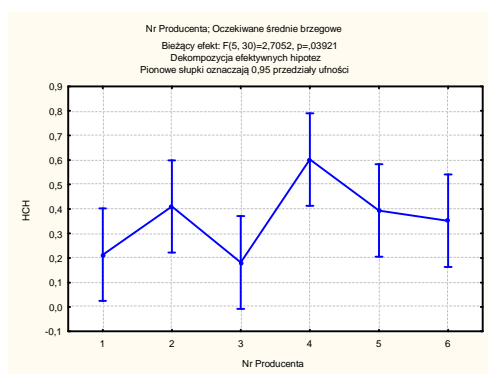
Załącznik 29. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] DDT, DDD, DDE i Σ DDT oraz odchyłeń standardowych w mrożonych pstrągach tęczowych pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keuls

PEST-RM	DDE		DDD		DDT		Suma DDT	
Producent	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$x \pm s$	test N-K
1	15,51 ± 4,45	A	4,39 ± 2,14	AB	5,90 ± 7,62	A	25,79 ± 11,57	A
2	13,16 ± 8,44	A	4,73 ± 5,20	A	3,53 ± 2,05	A	21,42 ± 15,53	A
3	17,14 ± 6,17	A	5,05 ± 2,71	A	4,86 ± 3,41	A	27,05 ± 11,53	A
4	50,25 ± 15,73	B	17,87 ± 5,81	BC	24,81 ± 14,09	B	92,93 ± 33,10	C
5	19,40 ± 3,38	A	19,84 ± 10,04	C	8,30 ± 2,09	A	47,53 ± 12,65	AB
6	28,48 ± 14,70	A	25,75 ± 17,10	C	9,58 ± 4,61	A	63,81 ± 34,82	B
Ogółem	23,99 ± 15,88		12,94 ± 11,91		9,49 ± 9,75		46,42 ± 33,05	
Test F	F = 11,53; p < 0,001		F = 6,77; p < 0,001		F = 7,38; p < 0,001		F = 9,41; p < 0,001	



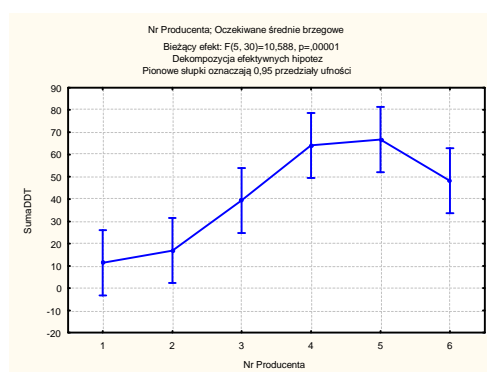
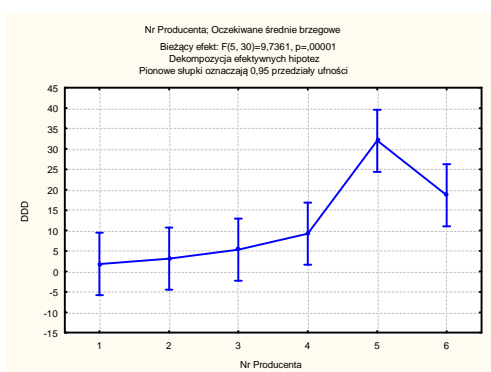
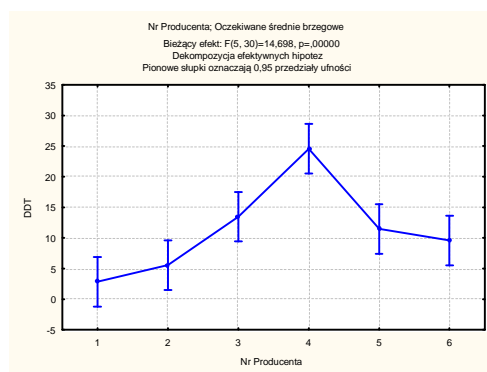
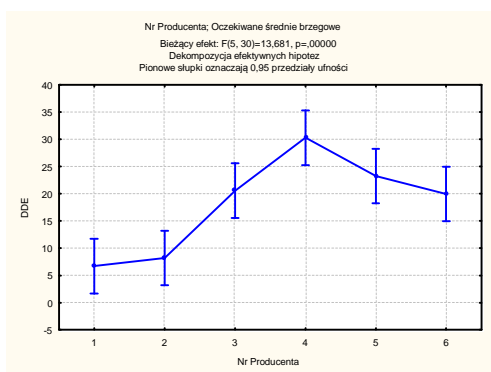
Załącznik 30. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] lindanu oraz odchyłeń standardowych w pstrągach tęczowych wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

PEST-WRM	γ -HCH	
Producent	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	0,21 \pm 0,14	A
2	0,41 \pm 0,11	AB
3	0,18 \pm 0,18	A
4	0,60 \pm 0,38	B
5	0,39 \pm 0,16	AB
6	0,35 \pm 0,27	AB
Ogółem	0,36 \pm 0,25	
Test F	F = 2,70; p = 0,039	



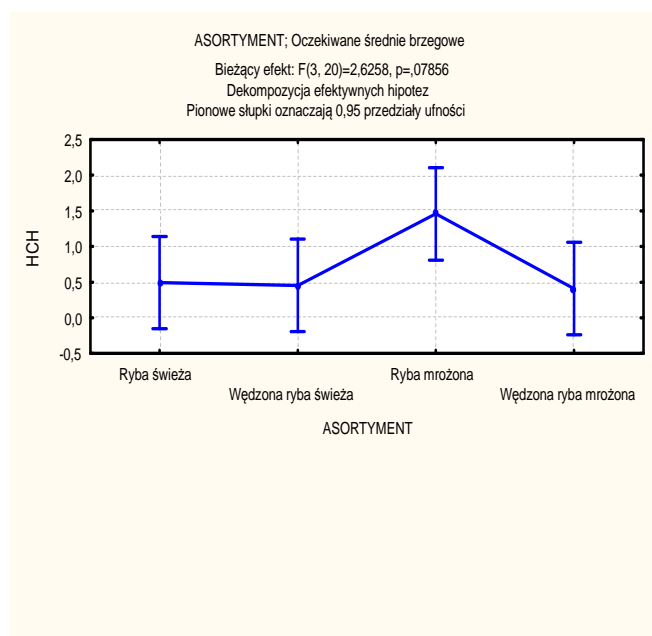
Załącznik 31. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] DDT, DDD, DDE i Σ DDT oraz odchyłeń standardowych w pstrągach tęczowych wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

PEST-WRM	DDE		DDD		DDT		Suma DDT	
Producent	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$x \pm s$	test N-K
1	6,72 ± 0,57	A	1,85 ± 0,31	A	2,84 ± 1,10	A	11,42 ± 1,02	A
2	8,19 ± 0,35	A	3,14 ± 1,54	A	5,58 ± 3,04	AB	16,91 ± 2,96	A
3	50,56 ± 4,63	B	5,35 ± 2,34	A	13,47 ± 4,16	C	39,39 ± 9,09	B
4	30,28 ± 9,75	C	9,24 ± 3,15	AB	24,58 ± 8,23	D	64,10 ± 18,71	B
5	23,24 ± 7,82	BC	32,01 ± 20,13	C	11,47 ± 4,87	BC	66,72 ± 32,03	B
6	19,96	B	18,64 ± 8,82	B	9,61 ± 4,67	ABC	48,21 ± 19,27	B
Ogółem	18,16 ± 10,08		11,71 ± 13,70		11,26 ± 8,34		41,12 ± 26,96	
Test F	F = 13,68; p < 0,001		F = 9,73; p < 0,001		F = 14,69; p < 0,001		F = 10,58; p < 0,001	



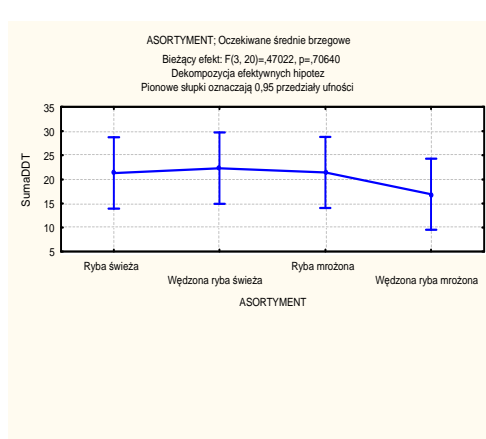
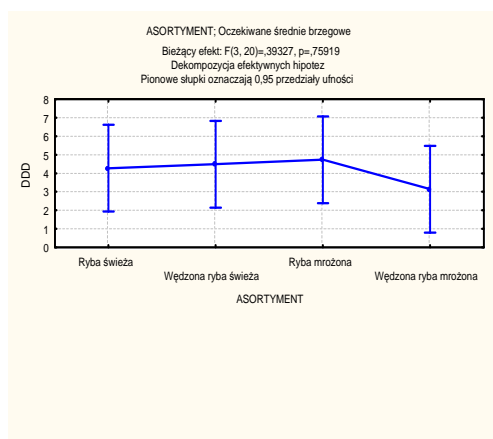
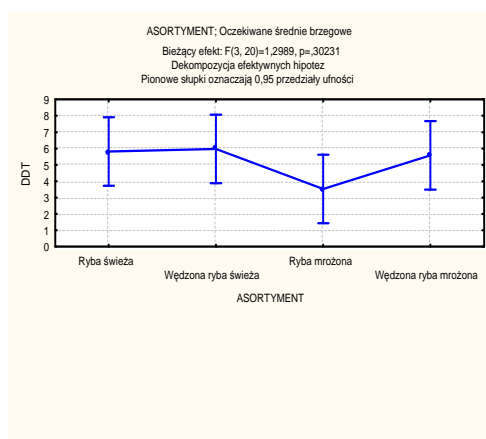
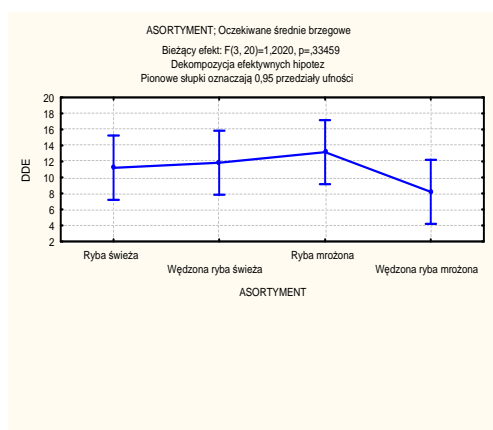
Załącznik 32. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] lindanu oraz odchyłeń standardowych w różnym asortymencie pstrągów tęczowych pozyskanych od producenta numer 2. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Średnia zawartość lindanu w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta nr 2		
Producent nr 2	γ -HCH	
Asortyment	$\bar{x} \pm s$	test N-K
Ryba świeża	0,49 ± 0,19	A
Wędzona ryba świeża	0,46 ± 0,41	AB
Ryba mrożona	1,46 ± 1,45	B
Wędzona ryba mrożona	0,41 ± 0,10	AB
Ogółem	0,70 ± 0,84	
Test F	F = 2,625; p<0,07	



Załącznik 33. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] DDT, DDD, DDE i Σ DDT oraz odchyłeń standardowych w różnym asortymencie pstrągów tęczowych pozyskanych od producenta numer 2. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Średnia zawartość DDT i jego metabolitów w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta nr 2								
Producent nr 2	DDE		DDD		DDT		Suma DDT	
Asortyment	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$x \pm s$	test N-K
Ryba świeża	11,21 ± 2,90	A	4,28 ± 0,75	A	5,81 ± 2,96	A	21,3 ± 6,27	A
Wędzona ryba świeża	11,84 ± 2,95	A	4,49 ± 0,57	A	5,99 ± 1,37	A	22,31 ± 3,37	A
Ryba mrożona	13,16 ± 8,44	A	4,73 ± 5,20	A	3,53 ± 2,05	A	21,42 ± 15,53	A
Wędzona ryba mrożona	8,19 ± 0,35	A	3,14 ± 1,53	A	5,58 ± 3,05	A	16,91 ± 2,96	A
Ogółem	11,10 ± 4,76		4,16 ± 2,64		5,23 ± 2,50		20,49 ± 8,36	
Test F	F = 1,2; p < 0,3		F = 0,393; p < 0,7		F = 1,298; p < 0,3		F = 0,47; p < 0,7	

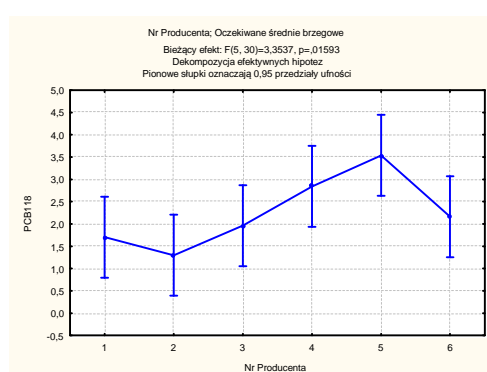
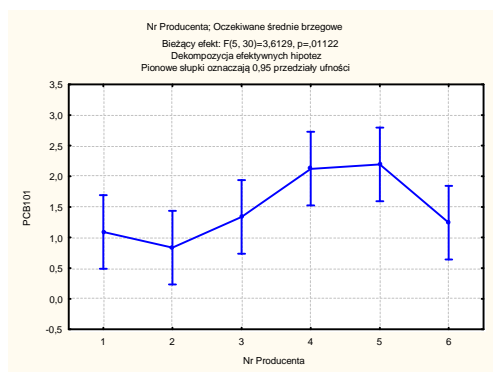


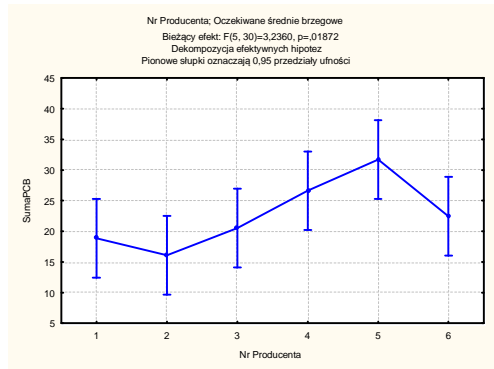
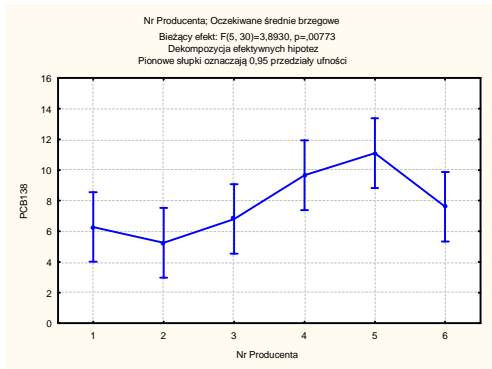
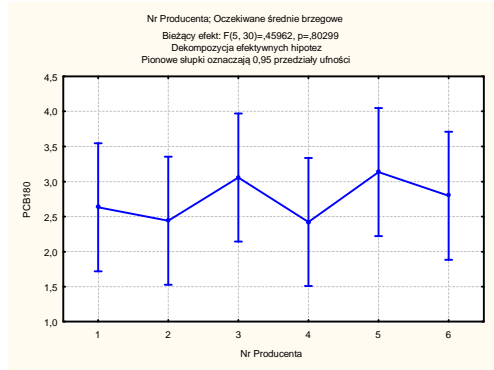
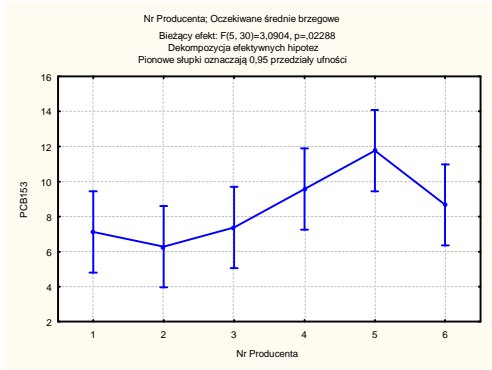
Załącznik 34. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów PCB oraz odchyłeń standardowych w świeżych pstrągach tęczowych pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	PCB RS					
	PCB 52		PCB 101		PCB 118	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	nw		1,09 ± 0,5	AB	1,70 ± 0,46	A
2	nw		0,84 ± 0,74	A	1,30 ± 1,05	A
3	nw		1,34 ± 0,81	AB	1,96 ± 0,96	AB
4	nw		2,12 ± 0,65	B	2,84 ± 1,53	AB
5	nw		2,19 ± 0,95	B	3,54 ± 1,55	B
6	nw		1,24 ± 0,58	AB	2,16 ± 0,33	AB
Ogółem			1,47 ± 0,84		2,25 ± 1,26	
Test F			F = 3,61; p = 0,01		F = 3,35; p = 0,01	

Producent	PCB RS						PCB RS	
	PCB 153		PCB 138		PCB 180		Suma PCB	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$x \pm s$	test N-K
1	7,13 ± 1,23	AB	6,28 ± 1,38	A	2,63 ± 0,76	A	18,84 ± 3,37	AB
2	6,28 ± 4,00	A	5,24 ± 3,45	A	2,44 ± 1,32	A	16,10 ± 10,22	A
3	7,38 ± 3,58	A	6,81 ± 3,30	A	3,06 ± 1,58	A	20,54 ± 8,89	AB
4	9,57 ± 2,47	AB	9,65 ± 2,59	AB	2,42 ± 1,24	A	26,61 ± 8,26	AB
5	11,77 ± 2,72	B	11,09 ± 3,43	B	3,13 ± 0,79	A	31,72 ± 9,00	B
6	8,67 ± 1,55	AB	7,60 ± 1,19	AB	2,80 ± 0,48	A	22,48 ± 3,39	AB
Ogółem	8,47 ± 3,17		7,78 ± 3,24		2,75 ± 1,05		22,71 ± 8,84	
Test F	F = 3,09; p = 0,02		F = 3,89; p = 0,007		F = 0,45; p = 0,80		F = 3,23; p = 0,01	

n.w. - nie wykryto



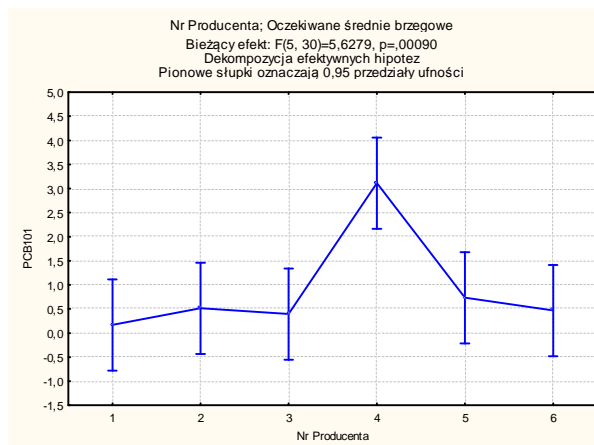
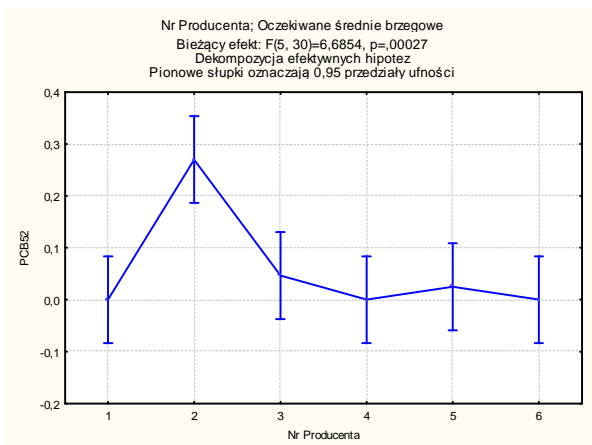


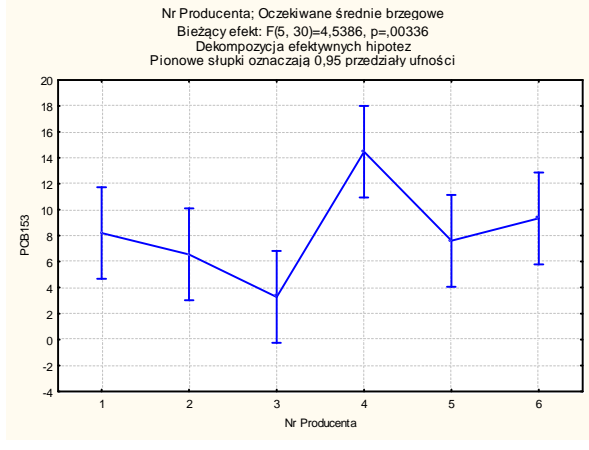
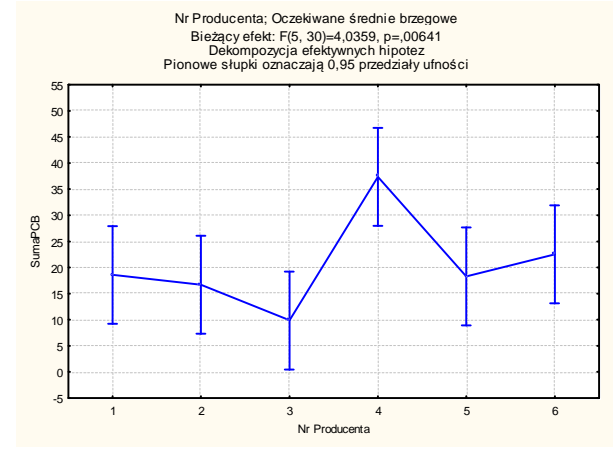
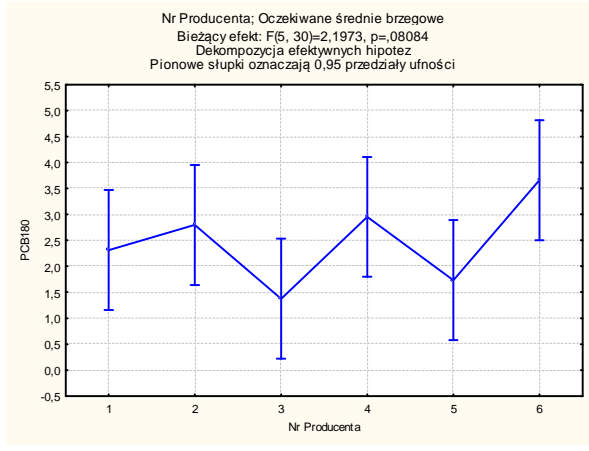
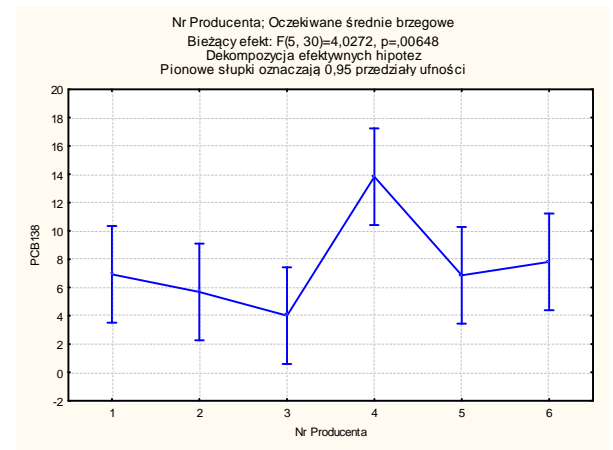
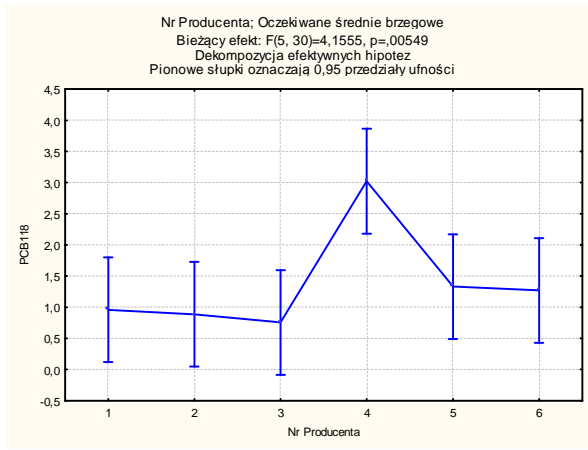
Załącznik 35. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów PCB oraz odchyłeń standardowych w mrożonych pstrągach tęczowych pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	PCBRM					
	PCB 52		PCB 101		PCB 118	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	nw	A	0,17 ± 0,28	A	0,96 ± 0,55	A
2	0,27 ± 0,21	B	0,51 ± 0,40	A	0,89 ± 0,38	A
3	0,05 ± 0,11	A	0,39 ± 0,74	A	0,76 ± 1,04	A
4	nw	A	3,11 ± 2,56	B	3,03 ± 2,03	B
5	0,03 ± 0,06	A	0,73 ± 0,47	A	1,33 ± 0,22	A
6	nw	A	0,47 ± 0,39	A	1,27 ± 0,64	A
Ogółem	0,06 ± 0,14		0,90 ± 1,46		1,37 ± 1,21	
Test F	F = 6,685; p < 0,001		F = 5,627; p < 0,001		F = 4,155; p < 0,005	

Producent	PCBRM						PCBRM	
	PCB 153		PCB 138		PCB 180		Suma PCB	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$x \pm s$	test N-K
1	8,21 ± 1,00	A	6,92 ± 0,87	A	2,31 ± 0,72	A	18,67 ± 2,78	A
2	6,57 ± 3,38	A	5,69 ± 2,73	A	2,80 ± 1,64	A	16,72 ± 8,24	A
3	3,28 ± 6,06	A	4,01 ± 5,66	A	1,38 ± 1,90	A	9,86 ± 14,66	A
4	14,48 ± 7,51	B	13,82 ± 7,65	B	2,95 ± 1,72	A	37,37 ± 21,30	B
5	7,61 ± 0,53	A	6,86 ± 0,82	A	1,73 ± 0,19	A	18,29 ± 0,89	A
6	9,34 ± 1,37	A	7,81 ± 1,11	A	3,66 ± 1,31	A	22,54 ± 3,63	A
Ogółem	8,25 ± 5,20		7,52 ± 4,90		2,47 ± 1,50		20,56 ± 13,46	
Test F	F = 4,538; p < 0,003		F = 4,027; p < 0,006		F = 2,197; p < 0,08		F = 4,035; p < 0,006	

n.w. - nie wykryto

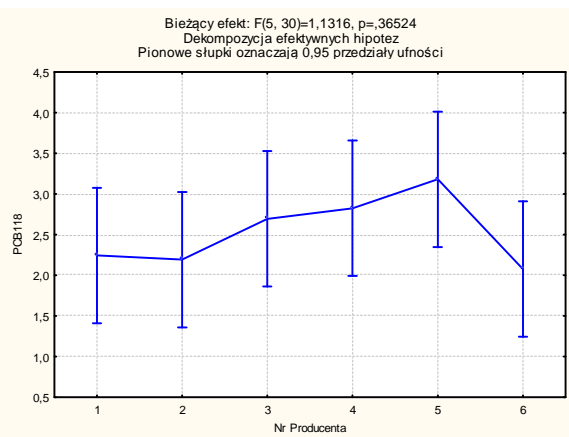
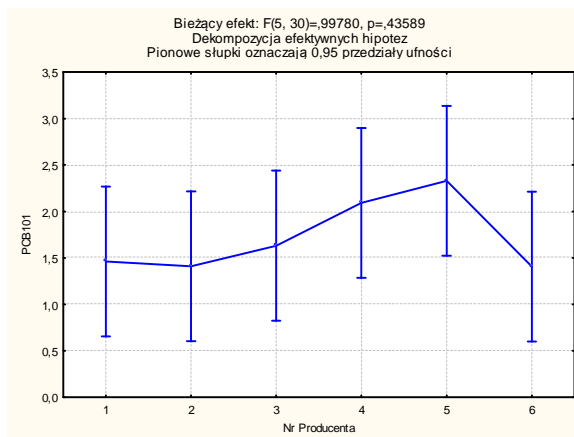


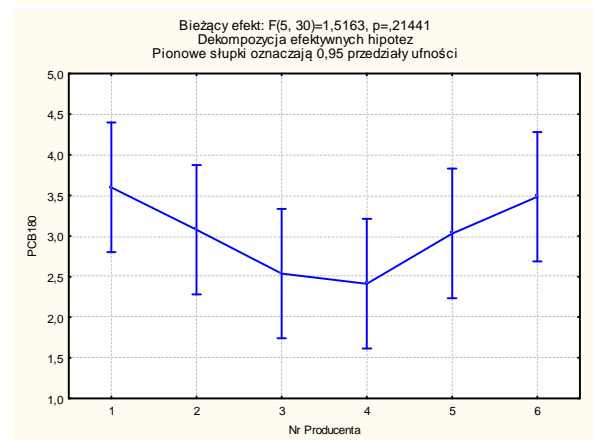
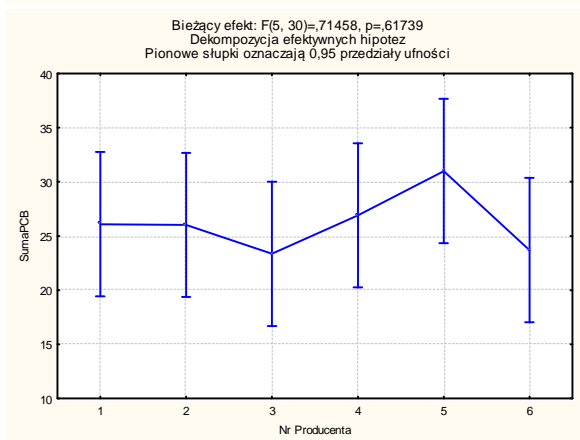
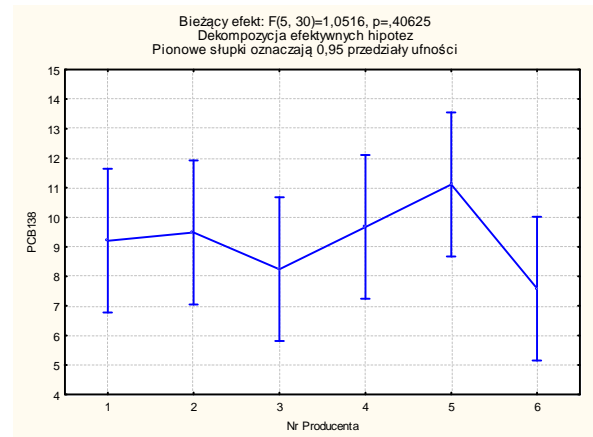
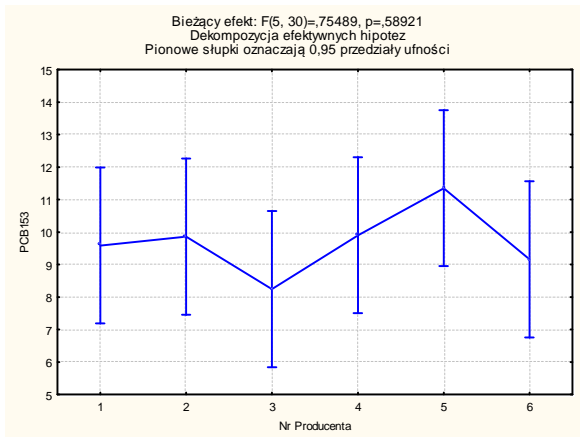


Załącznik 36. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów PCB oraz odchyłeń standardowych w pstrągach tęczowych wędzonych z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	PCB WRS					
	PCB101		PCB118		PCB153	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	1,46 ± 0,47	A	2,24 ± 0,85	A	9,59 ± 2,03	A
2	1,41 ± 0,62	A	2,19 ± 1,09	A	9,86 ± 3,60	A
3	1,63 ± 1,00	A	2,70 ± 1,20	A	8,24 ± 2,51	A
4	2,09 ± 1,47	A	2,82 ± 0,90	A	9,90 ± 3,25	A
5	2,33 ± 1,27	A	3,18 ± 1,30	A	11,35 ± 3,17	A
6	1,41 ± 0,50	A	2,08 ± 0,39	A	9,16 ± 2,40	A
Ogółem	1,72 ± 0,97		2,54 ± 1,01		9,68 ± 2,83	
Test F	F = 0,99; p = 0,43		F = 1,13; p = 0,36		F = 0,75; p = 0,58	

Producent	PCB WRS					
	PCB138		PCB180		SUMA PCB	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	9,21 ± 2,05	A	3,60 ± 1,01	A	26,10 ± 5,95	A
2	9,48 ± 4,21	A	3,08 ± 1,48	A	26,02 ± 10,39	A
3	8,24 ± 2,42	A	2,54 ± 0,66	A	23,35 ± 6,77	A
4	9,67 ± 3,01	A	2,41 ± 0,78	A	26,90 ± 8,97	A
5	11,11 ± 3,41	A	3,03 ± 0,69	A	31,00 ± 9,23	A
6	7,59 ± 1,64	A	3,48 ± 0,88	A	23,71 ± 5,26	A
Ogółem	9,22 ± 2,93		3,02 ± 0,99		26,18 ± 7,82	
Test F	F = 1,05; p = 0,40		F = 1,51; p = 0,21		F = 0,71; p = 0,61	

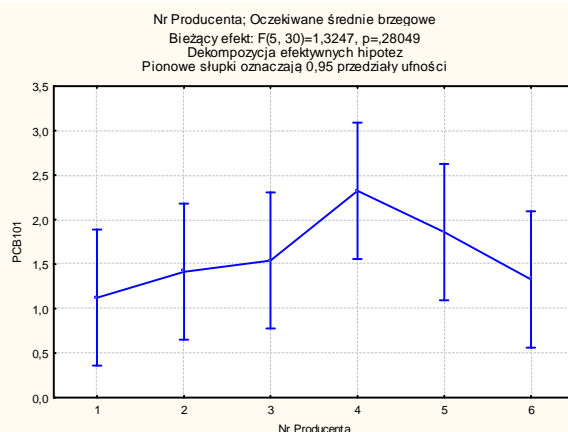
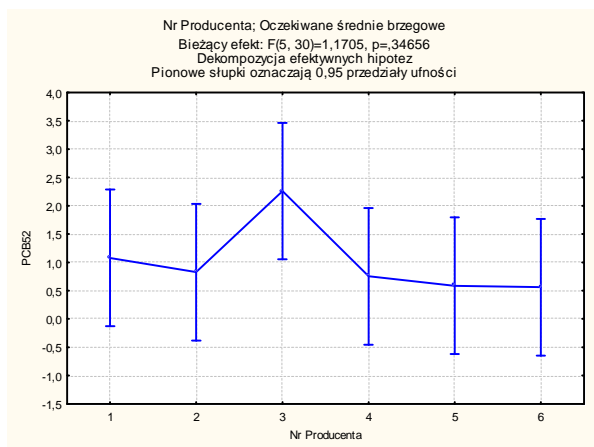




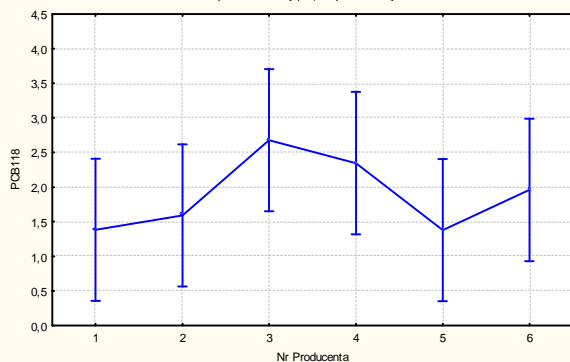
Załącznik 37. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów PCB oraz odchyłeń standardowych w pstrągach tęczowych wędzonych z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Producent	PCB WRM					
	PCB 52		PCB 101		PCB 118	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	1,08 ± 0,93	A	1,12 ± 0,48	A	1,38 ± 0,50	A
2	0,83 ± 0,92	A	1,42 ± 0,69	A	1,59 ± 0,40	A
3	2,26 ± 3,02	A	1,54 ± 1,06	A	2,68 ± 1,75	A
4	0,75 ± 0,88	A	2,32 ± 1,37	A	2,35 ± 1,92	A
5	0,59 ± 0,66	A	1,86 ± 1,01	A	1,38 ± 1,21	A
6	0,56 ± 0,72	A	1,33 ± 0,55	A	1,96 ± 0,70	A
Ogółem	1,01 ± 1,46		1,60 ± 0,94		1,89 ± 1,24	
Test F	F = 1,170; p < 0,3		F = 1,325; p < 0,2		F = 1,139; p < 0,3	

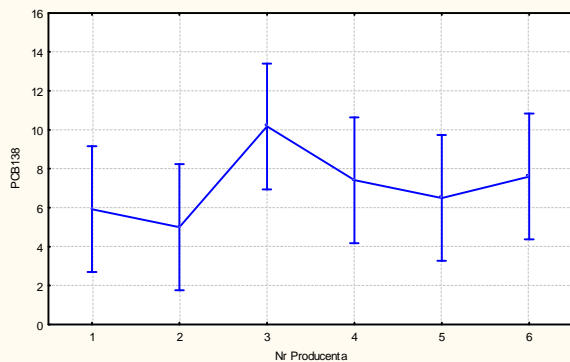
Producent	PCB WRM							
	PCB 153		PCB 138		PCB 180		Suma PCB	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K
1	6,99 ± 2,87	A	5,93 ± 1,76	A	2,23 ± 0,95	AB	18,73 ± 6,52	A
2	5,24 ± 2,13	A	5,00 ± 1,92	A	2,28 ± 0,92	AB	16,35 ± 5,78	A
3	11,75 ± 6,57	A	10,17 ± 5,81	A	4,12 ± 2,38	AB	32,52 ± 18,06	A
4	7,53 ± 5,74	A	7,41 ± 5,77	A	1,71 ± 1,30	A	22,07 ± 16,63	A
5	6,90 ± 2,61	A	6,50 ± 3,61	A	2,48 ± 0,94	B	19,71 ± 8,06	A
6	8,62 ± 2,42	A	7,60 ± 1,85	A	2,65 ± 0,89	AB	22,72 ± 5,14	A
Ogółem	7,84 ± 4,32		7,10 ± 3,95		41,38 ± 4,01		22,02 ± 11,72	
Test F	F = 1,731; p < 0,1		F = 1,272; p < 0,3		F = 2,247; p < 0,07		F = 1,488; p < 0,2	



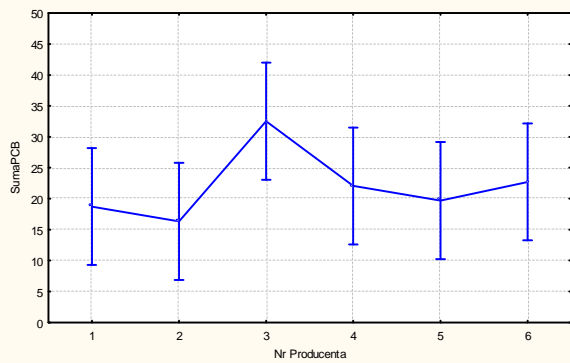
Nr Producenta; Oczekiwane średnie brzegowe
 Bieżący efekt: $F(5, 30)=1,1394$, $p=,36143$
 Dekompozycja efektywnych hipotez
 Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności



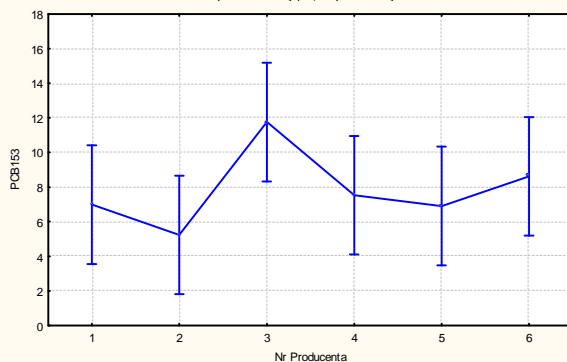
Nr Producenta; Oczekiwane średnie brzegowe
 Bieżący efekt: $F(5, 30)=1,2720$, $p=,30171$
 Dekompozycja efektywnych hipotez
 Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności



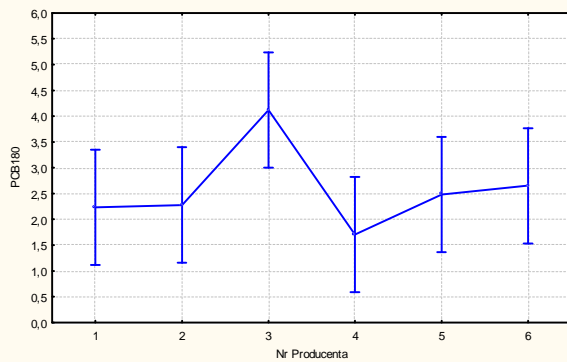
Nr Producenta; Oczekiwane średnie brzegowe
 Bieżący efekt: $F(5, 30)=1,4885$, $p=,22300$
 Dekompozycja efektywnych hipotez
 Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności



Nr Producenta; Oczekiwane średnie brzegowe
 Bieżący efekt: $F(5, 30)=1,7319$, $p=,15772$
 Dekompozycja efektywnych hipotez
 Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności



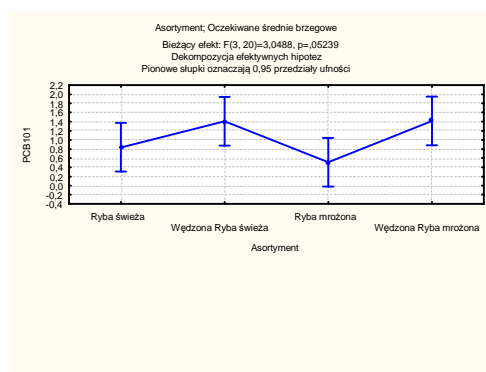
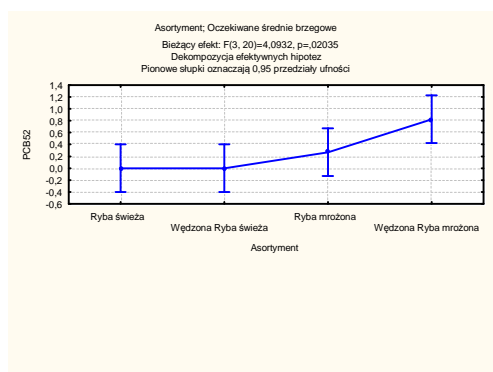
Nr Producenta; Oczekiwane średnie brzegowe
 Bieżący efekt: $F(5, 30)=2,2472$, $p=,07526$
 Dekompozycja efektywnych hipotez
 Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności

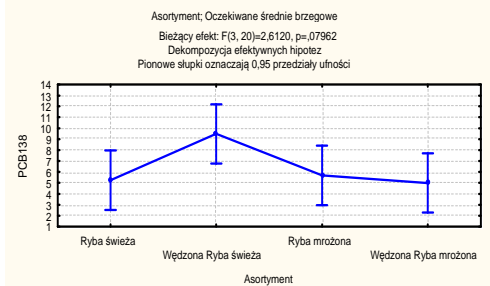
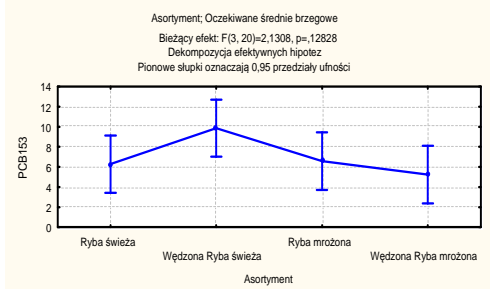
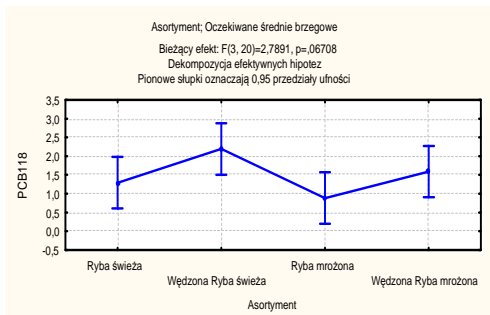


Załącznik 38. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g tłuszczu] wybranych kongenerów PCB oraz odchyłeń standardowych w różnym asortymencie pstrągów tęczowych pozyskanych od producenta numer 2. Tabela zawiera również wyniki testu Newmana-Keulsa

Asortyment	Zawartość wybranych kongenerów PCB w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 2							
	PCB 52		PCB 101		PCB 118			
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K		
Ryba świeża	nw	A	0,84 ± 0,74	A	1,30 ± 1,05	AB		
Wędzona ryba świeża	nw	A	1,41 ± 0,63	A	2,19 ± 1,09	B		
Ryba mrożona	0,27 ± 0,21	AB	0,51 ± 0,40	A	0,87 ± 0,38	A		
Wędzona ryba mrożona	0,83 ± 0,92	B	1,42 ± 0,69	A	1,59 ± 0,40	AB		
Ogółem	0,27 ± 0,56		1,04 ± 0,71		1,49 ± 0,90			
Test F	F = 4,09; p<0,02		F = 3,0488; p<0,05		F = 2,789; p<0,06			
Asortyment	Zawartość wybranych kongenerów PCB w różnym asortymencie ryb pozyskanych od producenta numer 2							
	PCB 153		PCB 138		PCB 180		Suma PCB	
	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$\bar{x} \pm s$	test N-K	$x \pm s$	test N-K
Ryba świeża	6,28 ± 4,00	A	5,24 ± 3,45	A	2,44 ± 1,32	A	16,10 ± 10,22	A
Wędzona ryba świeża	9,86 ± 3,60	A	9,49 ± 4,22	A	3,08 ± 1,47	A	26,03 ± 10,39	A
Ryba mrożona	6,57 ± 3,38	A	5,67 ± 2,73	A	2,80 ± 1,64	A	16,71 ± 8,25	A
Wędzona ryba mrożona	5,24 ± 2,13	A	5,00 ± 1,92	A	2,28 ± 0,92	A	16,35 ± 5,78	A
Ogółem	6,98 ± 3,59		6,35 ± 3,51		2,65 ± 1,31		18,80 ± 9,30	
Test F	F = 2,13; p<0,1		F = 2,612; p<0,07		F = 0,414; p<0,7		F = 1,78; p<0,1	

n.w. - nie wykryto





Załącznik 39. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g mięsa] wybranych WWA w pstrągach tęczowych wędzonych różnymi metodami pozyskanych od różnych producentów.

Zawartość wybranych WWA w rybach wędzonych różnymi metodami [µg/kg mięsa]						
Nazwa próbki	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3	Próbka 4	Próbka 5	Próbka 6
Fluoranten	7,01	24,34	18,26	17,24	<0,30	9,9
Piren	6,82	24,28	18,11	17,67	<0,30	10,31
Benzo(a)antracen	<0,30	2,43	0,78	1,33	<0,30	<0,30
Chryzen	<0,30	2,78	0,92	1,19	<0,30	0,35
Benzo(b)fluoranten	0,31	2,59	0,86	1,6	<0,30	0,54
Benzo(k)fluoranten	<0,30	0,98	0,32	0,56	<0,30	<0,30
Benzo(a)piren	<0,30	2,32	0,67	1,32	<0,30	0,39
Benzo(g,h,i)perylene	<0,30	1,06	0,32	0,59	<0,30	<0,30

Załącznik 40. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g mięsa] wybranych WWA w pstrągach tęczowych niepoddanych procesowi wędzenia pozyskanych od różnych producentów.

Zawartość wybranych WWA w rybach niepoddanych procesowi wędzenia [µg/kg mięsa]			
Nazwa próbki	Pr.7	Pr.8	Pr.9
Fluoranten	<0,30	<0,30	<0,30
Piren	<0,30	<0,30	<0,30
Benzo(a)antracen	<0,30	<0,30	<0,30
Chryzen	<0,30	<0,30	<0,30
Benzo(b)fluoranten	<0,30	<0,30	<0,30
Benzo(k)fluoranten	<0,30	<0,30	<0,30
Benzo(a)piren	<0,30	<0,30	<0,30
Benzo(g,h,i)perylene	<0,30	<0,30	<0,30

Załącznik 41. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g mięsa] WWA w pstrągach tęczowych wędzonych tradycyjnie z surowca świeżego pozyskanych od różnych producentów.

Zawartość wybranych WWA w tradycyjnie wędzonych rybach świeżych pozyskanych od różnych producentów [µg/kg mięsa]						
	Producent 1	Producent 2	Producent 3	Producent 4	Producent 5	Producent 6
Fluoranten	9,18	23,18	9,8	14,17	15,04	19,8
Piren	7,72	21,88	7,44	11,7	11,94	16,45
Benzo(a)antracen	<0,30	0,39	<0,30	0,32	<0,30	0,4
Chryzen	1,03	0,92	0,96	1,38	1,14	1,33
Benzo(b)fluoranten	0,55	0,82	0,5	0,8	0,67	0,87
Benzo(k)fluoranten	<0,30	<0,30	<0,30	0,31	0,37	<0,30
Benzo(a)piren	<0,30	0,59	<0,30	0,44	0,33	0,53
Benzo(g,h,i)perylene	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30

Załącznik 42. Zestawienie wartości średnich zawartości [ng/g mięsa] wybranych WWA w pstrągach tęczowych wędzonych tradycyjnie z surowca mrożonego pozyskanych od różnych producentów.

Zawartość wybranych WWA w tradycyjnie wędzonych rybach mrożonych pozyskanych od różnych producentów [µg/kg mięsa]						
	Producent 1	Producent 2	Producent 3	Producent 4	Producent 5	Producent 6
Fluoranten	8,55	11,89	11,06	8,00	32,13	9,76
Piren	8,51	10,82	9,27	7,73	27,25	9,71
Benzo(a)antracen	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,82	<0,30
Chryzen	0,49	0,66	0,52	0,44	1,47	0,95
Benzo(b)fluoranten	0,34	0,5	0,31	0,37	1,13	0,46
Benzo(k)fluoranten	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,47	<0,30
Benzo(a)piren	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,98	<0,30
Benzo(g,h,i)perylene	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30