



**Academia Medica Gedanensis
Facultas Pharmaceutica**

Magdalena Kwoczek

**Ocena bromatologiczna i chemometryczna owoców morza
na podstawie ich składu pierwiastkowego**

Rozprawa na stopień
doktora nauk farmaceutycznych
wykonana pod kierunkiem
Prof. dr hab. Piotra Szefera
w Katedrze i Zakładzie Bromatologii
Akademii Medycznej w Gdańsku

Gdańsk 2006

Kochanej Mamie...

Podziękowania

Panu Profesorowi dr hab. Piotrowi Szeferowi serdecznie dziękuję za umożliwienie mi realizacji pracy doktorskiej, stworzenie warunków ku temu, a także za merytoryczną opiekę, liczne konsultacje i wskazówki. Dzięki Jego wiedzy i osobistemu zaangażowaniu każdy etap realizacji niniejszej rozprawy był prostszy, a błędy łatwiejsze do uniknięcia. Pan Profesor nie tylko kierował moimi poczynaniami w Katedrze, ale również umożliwiał współdziałanie z innymi jednostkami badawczymi, co w znacznym stopniu wpłynęło na podwyższenie wartości merytorycznej niniejszej pracy.

Panu dr Eugeniuszowi Haciowi oraz Pani dr Małgorzacie Szyszko z Katedry i Zakładu Toksykologii AMG składam podziękowania za możliwość przeprowadzenia w ramach współpracy naukowej oznaczeń zawartości niektórych pierwiastków w badanym materiale biologicznym.

W Katedrze i Zakładzie Bromatologii dr Tomasz Ciesielski oraz mgr Małgorzata Waszczuk-Jankowska dzielili się ze mną wieloma cennymi radami z zakresu analiz biopierwiastków i pierwiastków toksycznych. Dzięki ich szczerzej życzliwości i pomocy pierwsze kroki młodego doktoranta były mniej skomplikowane. Obydwojgu z radością za to dziękuję.

Składam również gorące podziękowania wszystkim pracownikom i doktorantom Katedry i Zakładu Bromatologii, a szczególnie mgr inż. Marcie Góral i mgr Małgorzacie Misztal za miłą, ciepłą atmosferę, jaką stworzyły mi podczas pisania niniejszej pracy.

Rodzicom i Rodzeństwu wyrażam wdzięczność za nieustanne słowa zachęty, niezłomną wiarę we mnie oraz za szczególne wsparcie, jakim obdarzają mnie na każdym etapie mojego życia. Mężowi dziękuję za opiekę, którą mnie otoczył, za wielką wyrozumiałość i cierpliwość oraz pomoc w graficznym opracowaniu niniejszej rozprawy. Córeczce Julii z miłością dziękuję za Jej obecność. Jej pojawienie się nadało właściwy sens każdemu mojemu działaniu.

Spis Treści

1	Wstęp.....	1
2	Część teoretyczna.....	4
2.1	Systematyka morskich surowców żywnościowych	4
2.2	Morskie surowce żywnościowe o największym znaczeniu gospodarczym	5
2.2.1	Pancerzowce.....	5
2.2.2	Małże	18
2.2.3	Głównonogi.....	26
2.2.4	Ryby.....	29
2.3	Sytuacja rybołówstwa światowego	33
2.4	Konsumpcja żywności pochodzenia morskiego w Polsce.....	33
2.5	Sposoby pozyskiwania żywności pochodzenia morskiego	34
2.5.1	Organizmy pływające	34
2.5.2	Organizmy żyjące na dnie.....	37
2.6	Hodowla bezkręgowców morskich	38
2.6.1	Dane statystyczne	38
2.6.2	Hodowla krewetek.....	40
2.6.3	Hodowla omułków	42
2.6.4	Hodowla ostryg	43
2.7	Przetwórstwo owoców morza	43
2.7.1	Wstępne przygotowanie produktów	43
2.7.2	Sposoby przetwarzania i przechowywania ryb oraz owoców morza.....	45
2.7.3	Produkcja surimi.....	46
2.8	Składniki mineralne i ich znaczenie dla człowieka.....	47
2.8.1	Rys historyczny	47
2.8.2	Podział i znaczenie składników mineralnych	47
2.8.3	Podstawowe funkcje składników mineralnych	48
2.8.4	Ultraśladowe pierwiastki - ich potencjalne funkcje fizjologiczne	49
2.8.5	Czynniki wpływające na zwiększone zapotrzebowanie na biopierwiastki.....	49
2.8.6	Czynniki wpływające na biodostępność składników mineralnych	50
2.8.7	Definicje „niezbędności”	53
2.8.8	Fizjologiczne funkcje i działanie toksyczne As, Cd, Pb oraz Ni	54
2.8.9	Toksyczność Hg	58
2.9	Zawartość biopierwiastków i pierwiastków toksycznych w żywności pochodzenia morskiego	58
2.10	Stan odżywienia w składniki mineralne w Polsce	60
2.11	Rodzaje norm żywieniowych.....	61

2.11.1	Polskie normy żywienia	61
2.11.2	Amerykańskie normy żywienia	61
2.11.3	Normy związane z toksycznością	63
3	Cel pracy	65
4	Materiały i metody	67
4.1	Aparatura	67
4.2	Odczynniki	67
4.3	Przygotowanie szkła laboratoryjnego	68
4.4	Ogólna charakterystyka badanego materiału	68
4.5	Przygotowanie próbek	71
4.6	Oznaczenia zawartości mikro- i makroelementów	71
4.7	Oznaczenia zawartości pierwiastków toksycznych oraz Se	72
4.7.1	Mineralizacja próbek	72
4.7.2	Oznaczenie Hg	73
4.7.3	Oznaczenie Pb	74
4.7.4	Oznaczenie Cd	74
4.7.5	Oznaczenie Se	75
4.7.6	Oznaczenie As	76
4.8	Obliczenie stężeń badanych pierwiastków	76
4.9	Obliczenie dziennego pobrania biopierwiastków	77
4.10	Obliczenie dawek związanych z toksycznością pierwiastków	77
4.11	Dokładność zastosowanej metody	78
4.12	Materiały referencyjne	79
4.13	Analizy statystyczne	80
5	Wyniki i dyskusja	81
5.1	Część ankietowa	81
5.1.1	Wstęp	81
5.1.2	Omówienie wyników	81
5.1.2.1	Ogólna charakterystyka ankietowanych osób	81
5.1.2.2	Preferencje wyboru owoców morza	89
5.1.2.3	Częstość konsumpcji ryb i owoców morza	94
5.1.2.4	Czynniki wyboru	98
5.1.2.5	Preferowana forma konsumpcji	106
5.1.3	Wnioski	113
5.2	Część doświadczalna	114
5.2.1	Mikro- i makroelementy	114
5.2.2	Pierwiastki toksyczne	147
5.2.3	Analiza korelacji R-Spearmana	155

5.2.4	Porównanie wielu prób niezależnych - ANOVA rang Kruskala-Wallisa	160
5.2.5	Analiza czynnikowa.....	166
6	Wnioski	171
7	Literatura	172
8	Załączniki	187
8.1	Załącznik I - Ankieta	187

Lista stosowanych skrótów

AB - arsenobetaina
AC - arsenocholina
AI - Adequate Intake - dawka wchodząca w skład DRI
ANOVA - analiza wariancji
ATP - adenozyotrójfosforan
BMI - wskaźnik masy ciała
DMA - kwas dimetyloarsoniowy
DRI - Dietary Reference Intake - referencyjny poziom spożycia
EAR - Estimated Average Requirement - dawka wchodząca w skład DRI
FA - analiza faktorowa
FAO - Światowa Organizacja do spraw Wyżywienia i Rolnictwa
lb - funt
IQF - pojedyncze, szybkie zamrażanie
IŻŻ - Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie
JECFA - Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
LOD - granica wykrywalności
m.m. - mokra masa próbki
MAP - pakowanie w modyfikowanej atmosferze
MeHg⁺ - jon metylortęciowy
MMA - kwas monometyloarsoniowy
MNS - minimalna norma spożycia
PB - poziom bezpieczny
PMTDI - tymczasowo maksymalnie tolerowane dzienne pobranie
PTWI - tymczasowo tolerowane dzienne pobranie
RDA - Recommended Dietary Allowance - dawka wchodząca w skład DRI
RfD - dawka referencyjna
s.m. - sucha masa próbki
TDI - tolerowane dzienne pobranie
TMAO - tlenek trimetyloarsoniowy
UL - Tolerable Upper Intake Level - dawka wchodząca w skład DRI
UV - ultrafiolet
WHO - Światowa Organizacja Zdrowia

1 Wstęp

Na przestrzeni ostatnich lat obserwuje się zwiększone zainteresowanie produktami pochodzenia morskiego. Na polskim rynku żywnościowym nadal dominującą rolę odgrywają ryby poławiane w Bałtyku. Zmiany nawyków żywieniowych oraz spadek wielkości połowów wskazują na konieczność poszukiwania nowych, mniej eksploatowanych gatunków. W grupie surowców morskich i ich przetworów wyróżniamy oprócz ryb także liczne gatunki małży, krewetek, krabów, ośmiornic, homarów, kalmarów oraz langust, znanych powszechnie w sieci dystrybucyjnej kraju jako owoce morza. Są one od dawna przysmakiem Japończyków, Francuzów i Włochów. Chociaż owoce morza kojarzą się ciągle z wykwintnymi daniami, to coraz częściej sięgamy po nie z uwagi na ich oryginalny smak, wysoką wartość odżywczą oraz niską kaloryczność. Często bywa, iż głównym czynnikiem, słaniającym szczególnie młodych ludzi do wprowadzania do swoich jadłospisów nowych, naturalnych produktów, jest ciekawość i przyjemność czerpana z poznawania nowych smaków. Pomimo, iż owoce morza takie jak homary, langusty czy ostrygi uznawane są za produkty delikatesowe, będące symbolem luksusu, zwiększający się na nie popyt w pewnym stopniu wpłynął na zahamowanie ich wzrastających cen. Pogłowię tych zwierząt często bywa zagrożone. Jednak dzięki surowym restrykcjom wprowadzającym okresy ochronne dla tych zwierząt oraz hodowlom w akwakulturach można zapobiec ich przełowieniu (Draganik 1998, Bykowski 2001, Bürgin i in. 2001, Kołakowska i Kołakowski 2001).

Owoce morza były produktami konsumpcyjnymi już w starożytności. W jednej z egipskich świątyń, w Tebach można zobaczyć ścienne rysunki langust pochodzące z 1550-1300 r. p.n.e. Także Plutarch (45-119 r. p.n.e.) pisał, iż „langusty były przedmiotem połowów i biesiad”. Z wyglądu niepozorna ostryga, ze względu na swój wyjątkowy smak, potęgowany wysoką wartością odżywczą, często bywa nazywana „chlubą morza”. Casanova zjadał każdego wieczora prawdopodobnie 50 sztuk tych małży. Ich walory już w starożytności odkryli i rozpowszechnili Chińczycy i znani z wydawania obfitych uczt Rzymianie, na których głównymi specjałami często bywały właśnie ostrygi (Bürgin i in. 2001).

Ocena składu mineralnego owoców morza jest ważnym czynnikiem ze względu na wpływ mikro- i makroelementów na ludzkie zdrowie. Pojawiają się tutaj dwa aspekty do rozważenia. Aspekt odżywczy, ponieważ utrzymanie na optymalnym poziomie zawartości pierwiastków takich jak Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Ni, Cr, Mg, Ca, Na i K jest jednym z niezbędnych czynników warunkujących dobrą kondycję organizmu człowieka. Z drugiej

strony nasuwa się aspekt toksykologiczny, ponieważ pierwiastki takie jak Hg, Cd, Pb i As, a także nadmiar biopierwiastków może powodować poważne uszkodzenia organizmu człowieka.

Podejście to jest zgodne z wnioskami opublikowanymi przez IŻŻ w 2003 roku, zawartymi w sprawozdaniu z projektu TCP/POL/8921(A) - „Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych”, w którym stwierdza się, iż „Niezbędne jest, dla kreowania adekwatnej do potrzeb prozdrowotnej polityki i strategii wyżywienia ludności, ingerowanie badań prowadzonych w ramach monitoringu jakości żywienia oraz monitoringu dotyczącego poziomu zanieczyszczeń w żywności”.

Prawo żywnościowe w poszczególnych państwach ustanawia kryteria jakości zdrowotnej surowców, półproduktów i produktów żywnościowych wprowadzanych na rynek. Żywność nie może zawierać substancji obcych dozwolonych w ilościach większych niż przewidują to obowiązujące przepisy dodatkowe. Zagadnienia dotyczące zanieczyszczeń chemicznych żywności, w tym również żywności pochodzenia morskiego, są ściśle związane z kryteriami jakości zdrowotnej tych produktów. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać morskie wody wewnętrzne i wody przybrzeżne będące środowiskiem życia skorupiaków i mięczaków mówi, że „stężenie każdej substancji w mięsie skorupiaków powinno być tak ograniczone, aby zapewniona była wysoka jakość produktów wytwarzanych ze skorupiaków i mięczaków”. Na podstawie opublikowanych zaleceń, co sześć miesięcy, organizmy te powinny być kontrolowane pod kątem zawartości pierwiastków takich jak Cd, Cr, Cu, Ni, Pb i Zn.

Konsumpcja żywności pochodzenia morskiego może znacząco wpływać na narażenie ludności zamieszkującej tereny przybrzeżne na podwyższone poziomy pierwiastków toksycznych. Zjawisko to w dużej mierze związane jest z degradacją środowiska spowodowaną postępowaniem cywilizacyjnym. Po przedostaniu się do mórz pierwiastki śladowe ulegają bioakumulacji w organizmach zwierzęcych, będących często podstawową bazą pokarmową dla człowieka. Morskie surowce żywnościowe akumulują pierwiastki śladowe z pożywienia, z materii zawieszanej, a także z wody będącej ich miejscem życia. Zagrożenie to potęgowane jest faktem, iż wiele z nich posiada naturalną zdolność kumulacji pierwiastków toksycznych do poziomów znacznie przewyższających ich ilości w środowisku. Dlatego też podwyższone stężenia toksycznych pierwiastków mogą budzić często zastrzeżenia zdrowotne (Silva i in. 2001, Hung i in. 2001, Páez-Osuna i Ruiz-Fernández 1995, Chien i in. 2002).

Z drugiej strony owoce morza i ryby są bogatym źródłem wielu niezbędnych składników mineralnych. Dostarczają cennych makroelementów, takich jak Mg, Na, P, K, Ca,

S oraz mikroelementów: Cu, Zn, Fe, F, I, Co, Mo, Mn, Se itd., które wprowadzone do organizmu w odpowiednich ilościach i proporcjach warunkują prawidłowy przebieg wszystkich procesów metabolicznych. Dlatego też w wielu krajach na świecie stanowią podstawę diety bądź są traktowane jako produkty ją uzupełniające (Gökođlu i Yerlikaya 2003, Yap i in. 2004).

2 Część teoretyczna

2.1 Systematyka morskich surowców żywnościowych

Królestwo: Zwierzęta (*Animalia*)

Podkrólestwo: Wielokomórkowce (*Metazoa*)

Typ: Stawonogi (*Arthropoda*)

Podtyp: Skorupiaki (*Crustacea*)

Dział: Skorupiaki wyższe (*Malacostraca*)

Gromada: Pancierzowce (*Malacostraca*)

Podgromada: Raki właściwe (*Eucarida*)

Rząd: Dziesięcionogi (*Decapoda*)

Sekcja: *Caridea* (krewetki)

Sekcja: *Astacidea* (homary, raki)

Sekcja: *Palinura* (langusty)

Sekcja: *Anomura* - miernoodwłokowe (pustelniki)

Sekcja: *Brachyura* - krótkoodwłokowe (kraby)

Typ: Mięczaki (*Mollusca*)

Gromada: Małże (*Bivalvia*)

Podgromada: Nitkoskrzelne (*Filobranchia*)

Rząd: *Arcoida* (arki)

Rząd: *Mytiloidea* (omułki, perłopłazy, przegrzebki, ostrygi)

Podgromada: Blaszkoskrzelne właściwe (*Eulamellibranchiata*)

Rząd: *Heterodonta* (racicznice, sercówki, przydacznie)

Rząd: *Adapedonta* (małgwie)

Podgromada: Zrosłoskrzelne (*Septibranchia*)

Gromada: Głowonogi (*Cephalopoda*)

Podgromada: Płaszczobrosłe (*Coleoidea*)

Rząd: *Sepioida* (mątwy)

Rząd: *Teuthoida* (kałamarnice)

Rząd: *Octopoda* (ośmiornice)

Typ: Strunowce (*Chordata*)

Podtyp: Kręgowce (*Vertebrata*)

Gromada: Ryby (*Pisces*)

Podgromada: Ryby kostnoszkieletowe (*Osteichthyes*)

Rząd: *Culpeiformes* (śledziokształtne) - śledź

Rząd: *Salmoniformes* (łososiokształtne) - łosoś atlantycki

Rząd: *Gadiformes* (dorszokształtne) - dorsz, morszczuk, mintaj, buławik czarny

Rząd: *Scorpaeniformes* (skorpenokształtne) - karmazyn

Rząd: *Pleuronectiformes* (płastugokształtne) - stornia, sola

Rząd: *Perciformes* (okoniokształtne) - sandacz

W przypadku dziesięcionogów często stosowanym kryterium podziału jest rozróżnienie na:

- Dziesięcionogi długoodwłokowe (*Macrura*) - raki, krewetki, homary
- Dziesięcionogi miernoodwłokowe (*Anomura*) - pustelniki
- Dziesięcionogi krótkoodwłokowe (*Brachyura*) - kraby

Ze względu na sposób życia, który ma istotny wpływ na kumulację zarówno biopierwiastków i pierwiastków toksycznych, dawniej były one dzielone na dziesięcionogi pływające - krewetki (*Natantia*) i kroczące - kraby, homary, langusty, langustynki (*Reptantia*) (Jura 2002, Rajski 1997). Dlatego też taki podział badanych organizmów, a także nazewnictwo zostało wykorzystane w dalszej części pracy.

2.2 Morskie surowce żywnościowe o największym znaczeniu gospodarczym

2.2.1 Pancierzowce

Krewetki

Krewetki reprezentowane są przez wiele gatunków i form, występujących we wszystkich morzach na kuli ziemskiej. Stosunkowo wąskie, w tylnej części ściętnione i nieco wygięte ciało jest charakterystyczne dla większości z nich. U wielu gatunków może być ono lekko prześwitujące, o różowym do czerwono-brązowym lub zielono-brązowym ubarwieniu,

na które wpływa obecność barwnika niebieskiego i czerwonego. Ten ostatni jest odporny na wysoką temperaturę i zachowuje się podczas gotowania (Sikorski 2004, Bürgin i in. 2001).

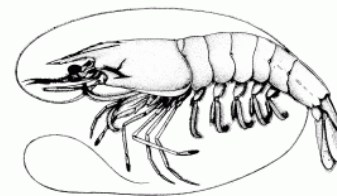
Obecne w handlu nazwy „shrimps” i „prawns” obejmują od 2000 do 3000 gatunków, z których tylko nieliczne mają gospodarcze znaczenie i odnoszą się głównie do rozmiarów tych zwierząt. Krewetki, których kilogram liczy więcej niż 200 sztuk nazywane są w handlu „shrimps” i w większości zasiedlają pelagiczną strefę otwartego morza. Ogromne, wschodnioazjatyckie krewetki (king prawns) oraz krewetki z Morza Północnego zasiedlają płytkie wody przybrzeżne. Istnieje również podział na krewetki zimno- i ciepłowodne. Znacznie lepsze pod względem jakości, a co się z tym wiąże i droższe, są gatunki z zimnych wód. Wśród nich można wyróżnić gatunki słodkowodne i morskie (anglo-amerykańskie: freshwater i marine), a także wód słonawych. W skali międzynarodowej brak jest ujednoczenia podziału krewetek na „shrimp” i „prawn”. Pomimo tego, że są one sortowane i oznaczane głównie ze względu na wielkość, inne kryteria są stosowane w Anglii, na kontynencie europejskim, w Stanach Zjednoczonych, Indiach oraz na obszarze Oceanu Spokojnego. Jedynie bardzo duże osobniki są zgodnie określane i sprzedawane jako olbrzymie, „king” (królewskie) lub „tiger” (tygrysie). W jednofuntowym opakowaniu krewetek znajdują się dwa osobniki „tiger prawns”. Gdy na jeden funt składa się do 15 sztuk, krewetki nazywane są „prawn” albo „jumbo”, jeśli jest ich od 16 do 20 wówczas mówi się o nich „ekstra duże”, „dużymi” nazywamy te, których w masie jednego funta mieści się od 21 do 30 sztuk, „średnie”, gdy jest ich od 31 do 40 w funcie. Nazwa „shrimps” funkcjonuje w stosunku do krewetek, których jeden funt zawiera ok. 160 do 180 sztuk. Te same osobniki w Indiach, znanych z największych hodowli krewetek, określane są nazwą „prawn”. W kraju tym dzieli się krewetki na te należące do rodziny *Penaeidae* oraz pozostałe (Bürgin i in. 2001, SGUD, Prawns-capture and culture species).

Rodzina *Penaeidae*

Gatunki krewetek pochodzące z tej rodziny dominują na światowych rynkach ze względu na dobrą lub bardzo dobrą jakość ich mięsa. Są one mieszkańcami słonych wód i otwartego morza, cieszącymi się dużą popularnością w krajach europejskich. Najwyższe uznanie zdobyły w Stanach Zjednoczonych, gdzie określane nazwą „shrimps” są najczęściej konsumowanymi skorupiakami, licznie występującymi w tamtejszych wodach. Rejony ich połowów to zachodnie wybrzeża Kalifornii aż do Alaski, wody Oceanu Atlantyckiego od Północnej Karoliny do Zatoki Meksykańskiej. Do najbardziej cennych krewetek Zatoki Meksykańskiej i wschodniego wybrzeża zaliczane są gatunki *Penaeus setiferus* zwane „lake

shrimp” lub „white shrimp” oraz *Penaeus schmitti* zwane „caribbean white shrimp” (Bürgin i in. 2001).

Krewetki należące do gatunku *Penaeus setiferus* żyją na głębokościach sięgających do 100 m, w pobliżu dna. Młode osobniki spotykane są w pobliżu wybrzeży, głównie w rejonach ujść rzek, gdzie są łowione. Dorosłe osobniki łowi się w morzu i aby zapobiec zepsuciu przechowuje w lodzie na pokładach statków. Wcześniej usuwa się przednie fragmenty ciała, zawierające wnętrzności podatne na rozkład. Następnie, w celu dalszej obróbki, transportuje się je do przetwórci (SMSFP1, U.S. Fish and Wildlife Service, FIGIS).



Rys. 2.1. *Penaeus setiferus*

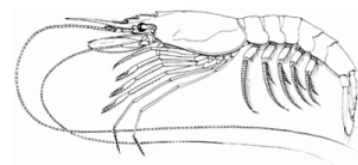
Kolejnym gatunkiem doskonale znanym i popularnym są krewetki *Penaeus duorarum* (pink shrimp), które w zależności od geograficznego pochodzenia mają różowe, brązowe lub żółte ubarwienie. Również lubiane są krewetki poławiane na bardzo dużych głębokościach w Zatoce Meksykańskiej - „royal red shrimp” (*Hymenopenaeus robustus*) o zabarwieniu ciemnoczerwonym lub różowo-szarym (SMSFP2, FIGIS).



Rys. 2.2. *Penaeus duorarum*

Krewetka niebieska – „blue shrimp” (*Penaeus stylirostris*) rozprzestrzeniona na zachodnim wybrzeżu Ameryki Północnej, począwszy od Meksyku stanowi aż 90% meksykańskich połowów (FAO 2004, FIGIS).

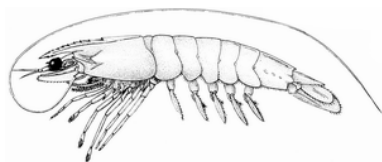
Bładoczerwona krewetka głębinowa (*Aristeus antennatus*) występuje od portugalskich wybrzeży do Wysp Zielonego Przylądka, a także w Morzu Śródziemnym. Gatunek ten osiąga duże rozmiary (samice mogą mieć 25 cm długości). Część głowowa jest krwistoczerwona, a odwłok czasem z niebieskimi plamkami (FIGIS, Bürgin i in. 2001).



Rys. 2.3. *Aristeus antennatus*

Czerwona krewetka głębinowa (*Aristaeomorpha foliacea*) poławiana jest głównie przy wybrzeżach Morza Śródziemnego i w tym rejonie gatunek ten ma największe znaczenie gospodarcze.

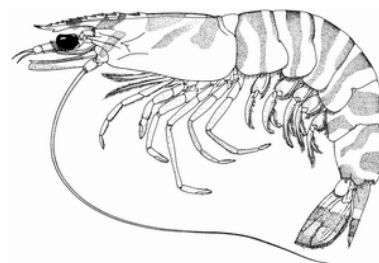
Krewetka Kadal (*Metapenaeus dobsoni*) żyje w Oceanie Indyjskim i u południowych wybrzeży Indonezji. W Indiach jest również gatunkiem hodowanym na polach ryżowych. Samice osiągają 13 cm długości, a samce ok. 7 (Bürgin i in. 2001).



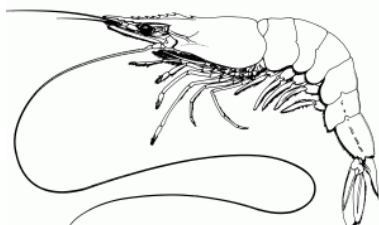
Rys. 2.4. *Metapenaeus dobsoni*

wyjatkowo długimi czułkami. Gatunek ten osiąga 20 cm długości (FIGIS).

Krewetka kuruma (*Penaeus japonicus*) jest dużym gatunkiem, który osiąga 20-22 cm długości. Charakteryzuje się żółtawo zabarwionym odwłokiem usianym czarnymi plamami. Rozprzestrzeniona jest od wybrzeży Wysp Japońskich przez zachodni obszar Oceanu Spokojnego, aż do Indonezji, Morza Czerwonego, skąd przez Kanał Sueski dostaje się od Morza Śródziemnego.



Rys. 2.5. *Penaeus japonicus*



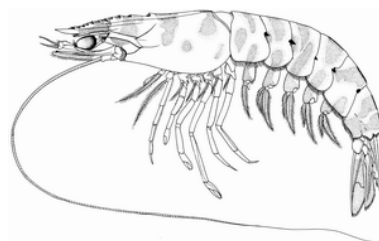
Rys. 2.6. *Penaeus chinensis*

jest głównie jako produkt mrożony (FIGIS).

Dorosłe osobniki krewetki chińskiej (*Penaeus chinensis*) osiągają 18 cm długości. Przebywa ona głównie w przybrzeżnych wodach między Chinami a Koreą. Zimą przemieszcza się na południe, w otwarte morze. Połów odbywa się przez cały rok, jednak miesiące letnie stanowią główny okres połowowy tej krewetki. Na rynku oferowana

Siedliska krewetki marokańskiej (*Penaeus kerathurus*) rozciągają się od wschodniej części Oceanu Atlantyckiego, od południowej Anglii do Angoli, oraz na całym obszarze Morza Śródziemnego. Bytuje głównie w rejonach ujść rzek. Samice, osiągające długość 23 cm, przed złożeniem jaja przybierają zielonożółte lub szarżółte ubarwienie z poprzecznymi pręgami w kolorze brązowo-zielonym lub brązowo-fioletowym. Samce są koloru różowego, a na odwłoku posiadają ciemne pręgi. Ze względu na walory smakowe połów odbywa się głównie w nocy, w okresie składania jaj (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

Krewetka tygrysia (*Penaeus Monodon*) jest największą krewetką z rodziny *Penaeidae* osiągającą długość do 33 cm i wagę do 150 g. Występuje na obszarze od Afryki Południowej do Morza Czerwonego, w Oceanie Indyjskim, u południowych wybrzeży Indonezji oraz w rejonie północnej Australii. Powszechnie znana na rynkach światowych jako krewetka „Black Tiger”, jest najbardziej rozprzestrzenionym i najbardziej znanym gatunkiem na obszarze całego Indopacyfiku, a także tradycyjnie hodowanym (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

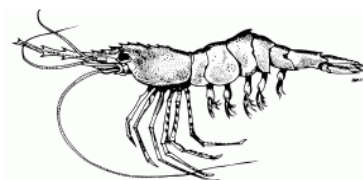


Rys. 2.7. *Penaeus Monodon*

Rodzina *Pandalidae*

Miejszem życia krewetek należących do tej rodziny są chłodniejsze morza. Często niemożliwe dla laika jest rozróżnienie gatunków egzotycznych, występujących lokalnie, od tych mających gospodarcze znaczenie, zamieszkujących europejskie i amerykańskie wybrzeża. W handlu należą do większych asortymentów „shrimp” (Bürgin i in. 2001).

Krewetka grenlandzka (*Pandalus borealis*) zwana jest europejskim delikatesem pochodzącym z Morza Północnego. Główne jej łowiska to obszar norweskich fiordów aż do Morza Barentsa oraz Spitsbergenu, wody wokół Islandii i



Rys. 2.8A. *Pandalus borealis*



Rys. 2.8B. *Pandalus borealis*

Grenlandii oraz północne i zachodnie wybrzeża Stanów Zjednoczonych, głównie wokół Alaski. Osiąga długość 16 cm, a ubarwienie jej jest lśniąco różowe. Krewetka ta w pierwszej fazie życia jest samcem, który w drugiej fazie staje się samicą składającą 1000-3000 jaj.

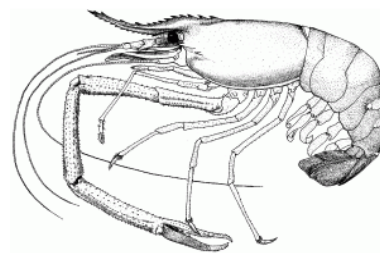
Główny okres połowu tego gatunku przypada na od marca do października. Mięso tej krewetki podatne jest na psucie i dlatego już na pokładach statków jest ona gotowana i mrożona (FIGIS).

Gatunkiem poławianym w płytkich, przybrzeżnych wodach Anglii, a także w południowej części Morza Północnego i osiagającym zaledwie 5 cm długości jest krewetka Aesop (*Pandalus montagui*). Na Wyspach Brytyjskich jest najbardziej popularnym gatunkiem rodzimym. Połowy jej odbywają się od kwietnia do września i nie są zbyt duże (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

Rodzina *Palaemonidae*

Gatunki zaliczane do tej rodziny rozprzestrzenione są we wszystkich ciepłych morzach strefy umiarkowanej. Ze względu na zróżnicowanie środowiska, w jakim żyją, można je podzielić na dwie grupy. Do pierwszej należą te, których miejscem życia są morza, czyli wody słone. Do drugiej zaliczamy gatunki bytujące w wodach słodkich, słonawych oraz ujściach rzek. Charakteryzują się dużą zdolnością przystosowania się do różnych warunków środowiska. Wśród gatunków zasiedlających wody jaskiń silnej redukcji uległ organ wzroku, rozwinęły się natomiast organy czuciowe. Niektóre z nich żyją w symbiozie z gąbkami, koralowcami, a nawet z rybami. Krewetki słodkowodne ze względu na mdły smak nie są konserwowane, lecz oferowane są w stanie świeżym (Bürgin i in. 2001).

Krewetka Rosenberga (*Macrobrachium rosenbergi*), zwana King Prawn, to krewetka słodkowodna występująca w deltach głównych rzek południowej Azji, głównie Indii, Bangladeszu, Birmy i Archipelagu Malajskiego. Posiada długie, zakończone szczypcami odnóża, czym przypomina europejskiego homarca. Sprzedawana jest już po ich usunięciu. Ze względu na możliwość nosicielstwa przywry płucnej, podobnie jak wszystkie gatunki słodkowodne, powinna być konsumowana po ugotowaniu. Odwłok osiąga długość do 10 cm. Jest gatunkiem hodowlanym, głównie w Singapurze, ostatnio również w Izraelu (Prawns, FIGIS).



Rys. 2.9. *Macrobrachium rosenbergi*

Langusty

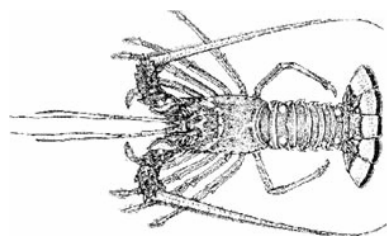
Miejsce życia langust to skaliste wybrzeża wód umiarkowanych, tropikalnych i subtropikalnych. Latem spotkać je można na głębokości 30-100 m, zimą schodzą głębiej. Żywią się głównie ślimakami, małżami i innymi drobnymi żywymi oraz martwymi zwierzętami, na których poszukiwanie wyruszają głównie nocą. W celu zdobycia pokarmu posługują się szczękonożami, którymi potrafią odrywać od podłoża i otwierać muszle mięczaków. W ciągu dnia skryte są w szczelinach skalnych, a także w rafach koralowych. Langusty w celach obronnych wykorzystują długie czułki, którymi potrafią wydawać trzaskające dźwięki służące do odstraszenia przeciwników. Tym samym sposobem posługują się w okresie godowym szukając partnera. Gody odbywają się w płytkich, przybrzeżnych wodach. Samice linieją bezpośrednio przed parzeniem, jaja składają co dwa lata. Duże, płaskie odnóża odwłokowe samic służą jako podłoże noszonych jaj. Samce mają wąskie odnóża odwłokowe. Ze względu na fakt, iż w ciągu dnia langusty ukryte są w trudno dostępnych miejscach, poławiane są częściowo przez nurków, częściej jednak łapane są w zaopatrzone w przynętę narzędzia pułapkowe. Połowy odbywają się od kwietnia do końca września (Bürgin i in. 2001).

Przeciętny konsument odróżnia langustę od homara po braku kleszczy. Świeżość langust można ocenić na podstawie ich wyglądu. Świadczy o niej podwinięty odwłok langusty, a gdy zwierzę podniesiemy powinna nim silnie trzepotać, wydając jednocześnie skrzeczące dźwięki. Inną metodą sprawdzenia żywotności langust jest dotknięcie ich czułków. Zwierzę powinno natychmiast zareagować ruchem (Bürgin i in. 2001).

Cechą charakterystyczną langusty europejskiej (*Palinurus elephas*) jest obecność dwóch rzędów plam na odwłoku. Jej pancerz jest koloru intensywnie czerwonego, a na czułkach

znajdują się ciemnoczerwone pierścienie. Zwierzę to, dorastające do 45 cm długości, jest spotykane od atlantyckich wybrzeży północno - zachodniej Afryki przez Morze Śródziemne aż po wybrzeża Szkocji. Żyje na głębokości 40-70 m (*Crustacea*).

Langusta mauretańska (*Palinurus mauretanicus*) charakteryzuje się różowo-ceglastym ubarwieniem, czułki jej pokryte są pierścieniami w tym samym kolorze, a pancerz nie posiada żadnych plam. Po bokach w części odwłokowej występują białe punkciki. Maksymalna długość i ciężar, jakie może osiągnąć to 75 cm i 5-6 kg. Występuje u północno-afrykańskich i portugalskich wybrzeży Oceanu Atlantyckiego, w Morzu Śródziemnym aż do ujścia rzeki Kongo. Częściowo obszar ten pokrywa się z miejscami występowania langusty europejskiej. Preferuje skaliste podłoża i większe głębokości niż langusta europejska (ok. 100 m głębokości) (Bürgin i in. 2001).



Rys. 2.10. *Panulirus argus*

Langusta karaibska (*Panulirus argus*) występuje wzdłuż całego wybrzeża Oceanu Atlantyckiego. Dominuje na obszarze wód Stanów Zjednoczonych, od północnej Karoliny do Meksyku. Jej charakterystyczną cechą jest obecność pary dużych, białych plam na drugim i szóstym segmencie odwłoka. Osiąga długość 45 cm i wagę do 4 kg. W poszukiwaniu nowych żerowisk, wydając przy tym osobliwe dźwięki, osobniki tego gatunku odbywają gęsiego wędrówki po morskim dnie, nawet do 100 km odległości. Dlatego też w miejscach, w których nie występują langusty, zdarzają się obfite połowy tych zwierząt. Szczególnie, że marsze tych aktywnych nocą zwierząt odbywają się w dzień (FIGIS).

Langusta kalifornijska (*Panulirus interruptus*) to jedyny gatunek występujący na północnoamerykańskim wybrzeżu Oceanu Spokojnego (na zachodnim wybrzeżu Meksyku i w kalifornijskich wodach). W niewielkim stopniu różni się od langusty karaibskiej budową segmentów ogona i kształtem głowy. Często charakteryzuje się większymi rozmiarami niż langusta mauretańska i europejska (Seafood Watch).



Rys. 2.11. *Panulirus interruptus*

Langusta przyładkowa (*Jasus lalandii*) jest jednolicie, ciemnobrązowo ubarwiona. Żyje w płytkich wodach południowych i u zachodnich wybrzeży Afryki, na głębokości do 50 m, gdzie jest najważniejszym gospodarczo gatunkiem. Rocznie poławia się 6500 ton, z czego 90% jest eksportowane. W handlu oferowana jest głównie jako świeży produkt, bywa też przerabiana na konserwy. Podobnie jak większość gatunków zasiedla skaliste dno. Maksymalną wielkość (40 cm) osiąga w wieku 30-40 lat. Zdolne do rozrodu są samce o

długości pancerza wynoszącej 70 mm, a samice o długości 80 mm. Ze względu na zagrożenie wyginięcia tej populacji, łowić można osobniki, których pancerz (karapaks) osiągnął wielkość 89 mm długości, tylko w okresie od listopada do czerwca. Najczęściej są to osobniki w wieku 9 lat. Wprowadzony wymiar ochronny gwarantuje dojrzałość płciową i daje szansę langustom na rozród (Marine Lobsters of the World).

Langusta tasmańska (*Jasus verreauxi*) jest największym gatunkiem langusty na świecie, który może ważyć ponad 7,5 kg. Podobna jest ona do langusty przyładkowej. Żyje w ciepłych wodach południowej Australii oraz Nowej Zelandii (Marine Lobsters of the World).

Homary

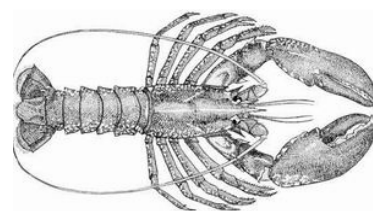
Miejscem życia homarów są chłodne wody o skalistym podłożu, a ubarwienie jest zmienne w zależności od zasiedlanego podłoża. Grzbiet homarów może przybierać kolory od intensywnie niebieskiego marmurkowanego przez niebieskozielony do fioletowo-czarnego. Boki oraz spód są żółtawe z czerwonymi plamkami. Największe osobniki, głównie z amerykańskich wód mogą osiągać długość 70 cm i ważyć do 9 kg. Linienie, podczas którego odbywa się wzrost, ma częściej miejsce u młodszych osobników niż u starszych (w pierwszym roku życia 9 razy, w trzecim 4 razy, a u dorosłych co 2 lata). W tym czasie, ze względu na duże zagrożenie, zwierzęta te chowają się w bezpiecznych miejscach np. w grotach. Powstawanie nowego pancerza trwa od dwóch dni do trzech tygodni. Najczęściej prawy kleszcz homarów jest silniej rozwinięty od lewego. Wiąże się to z jego funkcją, tzn. wykorzystywany jest on do obrony i chwytania pokarmu. Zadaniem drugiego kleszcza jest rozdrabnianie pokarmu i podawanie go do otworu gębowego. U starszych osobników utracone kleszcze odrastają podczas linienia. Zdobywanie pokarmu odbywa się nocą, dzień homary spędzają ukryte w jaskiniach bądź pod kamieniami. Zwierzęta te latem gromadzą się u wybrzeży, zimą natomiast schodzą na głębokość do 50 m. Ze względu na powolny wzrost, dojrzałość płciową uzyskują dopiero w 6 roku życia. Samce osiągając wówczas 18 cm długości. Długość samic jest większa. W tym czasie ważą ok. 350 g. Aby zapobiec przełowieniu pogłowia homarów wprowadzono ograniczenia ochronne, według których nie wolno odławiać osobników, które nie osiągnęły długości 21 cm. Rozród odbywa się co 2 lata. Jedna samica składa wówczas do 100 000 jaj, które są noszone pod jej odwłokiem. W tym okresie nie wolno ich łowić, jednak rybacy znajdują usprawiedliwienie twierdząc, iż przy podwiniętym odwłoku podczas połowu jaja są niewidoczne. Larwy



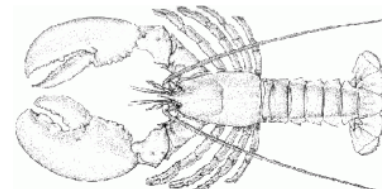
Rys. 2.12A. *Homarus gammarus*

wylęgają się po 2 lub 3 tygodniach, w zależności od temperatury wody. Najwięcej mięsa mają homary tuż przed linieniem oraz do 3 miesięcy po nim. W kleszczach samców jest więcej mięsa niż w kleszczach samic, dlatego też te pierwsze są bardziej cenione. Natomiast odwłoki samic są nieco szersze i bardziej umięśnione. Stanowią one towar delikatesowy w wielu krajach. Fakt ten można stwierdzić porównując pierwszą parę odnóży odwłokowych tych zwierząt, która u samców przekształcona jest w służące do zapładniania samic narządy kopulacyjne. Są one przyciśnięte do tułowia skierowane do przodu. U samic odnóża te są dużo mniejsze (Bürgin i in. 2001).

Homar europejski (*Homarus gammarus*) jest największym europejskim skorupiakiem, który może osiągnąć 60 cm długości i ważyć 5-6 kg. Żyje w wodach o temperaturze nie niższej niż 5 °C. Gatunek ten rozprzestrzeniony jest od norweskich, szwedzkich i duńskich wybrzeży aż do Francji. Miejscem głównego połowu są rejony Wielkiej Brytanii. Występuje również w Morzu Śródziemnym. Ze względu na zwiększony w ostatnich latach popyt na te skorupiaki, w wielu tradycyjnych miejscach połowu zostały one niemal całkowicie wyłowione. Obecne połowy (2500 ton) dostarczają jedynie 50% zapotrzebowania na tego skorupiaka, dlatego też kraje europejskie importują go z Kanady i Stanów Zjednoczonych (połowy - 75 000 ton). Głównymi dostawcami tego skorupiaka pozostały Irlandia, Anglia, Szkocja oraz Norwegia. Pomimo, że głównym okresem połowowym są miesiące letnie, w ofercie handlowej homar europejski dostępny jest przez cały rok. Przechowywany jest on w basenach z wodą morską, co umożliwia systematyczne zaopatrywanie rynku. Z uwagi na fakt, iż w niewoli homary nie odżywiają się, a jedynie wykorzystują związki odżywcze zgromadzone wcześniej w organizmie, jakość ich zmniejsza się z wydłużaniem czasu ich przechowywania. W związku z powyższym można sądzić, że w miesiącach wiosennych, poprzedzających okres ich połowu, nie odznaczają się najwyższą jakością (FIGIS, Rajski 1997, Bürgin i in. 2001).

Rys. 2.12B. *Homarus gammarus*

Obszarem rozszedlenia homara amerykańskiego (*Homarus americanus*) są wschodnie wybrzeża Stanów Zjednoczonych i Kanady. Najliczniej występuje w kanadyjskich wodach wokół Nowej Finlandii i Labradoru.

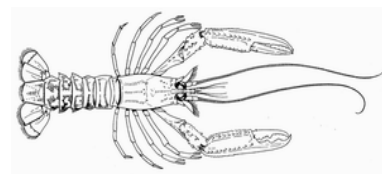


Jest osobnikiem o nieco większych rozmiarach w porównaniu z homarem europejskim, a ze względu na fakt, iż pokrywa niedobry tego skorupiaka na rynku europejskim, także cieszy się dużym popytem na kontynencie amerykańskim, posiada duże znaczenie gospodarcze. Pancierz jest koloru od zielonawoniebieskiego do

Rys. 2.13. *Homarus americanus*

czerwonobrazowego. Połowy i przetwórstwo homarów w Kanadzie są największe na świecie. Odgrywają one decydującą rolę w gospodarce rybnej tego kraju. Budowane są tam specjalne przechowalnie, w których, w wodzie morskiej, przechowywane są setki ton żywych homarów. Opłacalne jest także przetwórstwo tych skorupiaków. Obgotowane lub zamrożone również są importowane. Głównymi ich odbiorcami są Stany Zjednoczone, Belgia oraz Holandia. Pogłowie tego homara, ze względu na tak duży popyt na tego skorupiaka, zostało przełowione. Obecnie złowiony osobnik musi mierzyć co najmniej 80 mm (od oczu do końca pancerza głowotułowia). Wielkość ta odpowiada masie 0,5 - 0,6 kg. W celu odnowienia tego gatunku podjęto próby sztucznej hodowli (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

Homarzec (langustynka) (*Nephrops norvegicus*) jest dziesięcionogiem o znacznie mniejszych rozmiarach w porównaniu z wcześniej omawianymi homarami. Występuje wzdłuż całego wybrzeża północnej części Oceanu Atlantyckiego, w zachodnim rejonie Morza Śródziemnego oraz w Morzu Adriatyckim. Jako siedlisko preferuje muliste dno o głębokości 50-800 m. Żeruje nocą, a w ciągu dnia chowa się w norach wykopanych przez siebie w dnie. Pomiędzy 3 a 5 rokiem uzyskuje dojrzałość płciową, mierząc wówczas 8-10 cm. Samice mają potomstwo co 2 lata,



Rys. 2.14. *Nephrops norvegicus*

a zapłodnienie jaj następuje dopiero po ich złożeniu. Główne miejsca połowów obejmują rejony od południowej Norwegii i Anglii, pomiędzy Irlandią oraz francuskim wybrzeżem, a także w Morzu Adriatyckim. Jest koloru jasno-łososiowego. Jego szczypce, o barwie intensywniejszej od reszty ciała, są bardzo wąskie, górny fragment pokryty jest białymi wyrostkami znajdującymi się po wewnętrznych stronach szczypiec, a fragment chwytający stanowi ok. 1/3 długości górnej ich części. Homarzec posiada parę długich, sięgających za szczypce czulek oraz parę krótkich czulek. Dwie pary przednich odnóży kroczyńskich kończą się małymi szczypczykami, a tylne pary mają na końcu pazury. Sprzedaje się go pod włoską nazwą „scampo” w postaci surowej lub gotowanej. W handlu głównie oferuje się jego odwłoki. Połów odbywa się za pomocą sieci włóczonych i w większości przypadków bezpośrednio na pokładach statków obgotowuje się te zwierzęta oraz oddziela odwłoki. Rocznie, w Europie poławia się ok. 15 000 ton tego gatunku. Zgodnie z zasadą dotyczącą większości skorupiaków, że im zimniejsze wody bytowania, tym delikatniejsze mięso, najbardziej cenione osobniki poławiane są w rejonach Islandii, Szkocji i Irlandii (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

Kraby

Kraby posiadają zwarty głowotułów i silnie zredukowany do płaskiej, segmentowanej płytki ogonowej, odwłok. Jest on szerszy u samic. Zawinięty pod tułowiem w kształcie kieszeni, służy do noszenia zapłodnionych jaj. Rozpiętość odnóży największego na świecie kraba pacyficznego wynosić może ok. 3 m. W celach konsumpcyjnych wykorzystywane jest mięso ze szczypiec, odnóży, klatki piersiowej, a także wątroba i jajniki tych zwierząt. W całości spożywa się niektóre gatunki (np. kalinek błękitny), które złowione w okresie linienia są bardzo miękkie. Noszą one nazwę handlową „softshell crabs” (Bürgin i in. 2001).

Krab śnieżny (*Chionoecetes opilio*) występuje u wybrzeży Alaski, w Morzu Beringa i w północnej części Cieśniny Beringa. „Snow crab”, „tanner crab” oraz „queen crab” to nazwy, pod jakimi najczęściej jest obecny na rynku amerykańskim. Ze względu na trudności związane z



Rys. 2.15. *Chionoecetes opilio*

wydobyciem mięsa z pancerza, skorupiak ten do niedawna cieszył się małym powodzeniem w Ameryce. Obecnie, trudności te dzięki rozwojowi nowoczesnej technologii przetwórczej przestały istnieć. Na rynku europejskim, obgotowane i zamrożone, szczypce tego kraba cieszą się dość dużą popularnością (FIGIS).

Kieszzeniec europejski (*Cancer pagurus*) występuje w Morzu Północnym, a także od wybrzeży Lofotów aż do Maroka. Można go czasami spotkać w Morzu Śródziemnym. Kształt



Rys. 2.16. *Cancer pagurus*

brazowego bądź brązowo-czerwonego pancerza jest owalny, w tylnej części zwężony. Jego krawędź jest z przodu i po bokach ząbkowana. Oczy oraz znajdujące się za nimi krótkie czułki osadzone są w małych zagłębieniach. Pierwsza para odnóży przekształcona jest w silne i chwytne szczypce, 4 następne pary zakończone są pazurami. Są one koloru brązowego do brązowo-fioletowego. Żyją w szczelinach skalnych do głębokości 100 m lub zagrzebują się w mulistym, bądź piaszczystym podłożu. Żywią się głównie ślimakami, małżami i jeżowcami. Kilka dni przed kopulacją samiec wyszukuje i więzi samicę. Po linieniu następuje parzenie, a po kilku dniach samica zostaje uwolniona. Do trzech lat samica może przechowywać spermę, dzięki czemu po kolejnym zrzuceniu pancerza, nawet bez kontaktu z samcem, może znosić zapłodnione jaja. Dojrzałość płciową kieszzeniec osiąga po upływie 5 lat. Łowione są głównie osobniki o szerokości pancerza ok. 20 cm. Maksymalnie osiągać mogą szerokość 30 cm. Ważą przy tym ok. 6 kg. Pancerz, mimo znaczących rozmiarów, zawiera niewiele mięsa. Dużym uznaniem wśród smakoszy cieszą się wątroba i jajniki tego kraba. Mięso wydobywa się ze szczypiec i z

części piersiowej pancerza. Podobnie jak w przypadku homarów, łowi się je za pomocą pułapek z przynętą lub w sieci krewetkowe. W celu ochrony tego gatunku wprowadzono w wielu krajach okres i wymiary ochronne. Uważany on jest jako jeden z najsmaczniejszych owoców morza. Stanowi składnik regionalnych potraw dla ludności żyjącej u wybrzeży Atlantyku. Szczególnym uznaniem cieszy się we Francji, w Wielkiej Brytanii natomiast nie jest zbyt popularny (FIGIS).

Kieszeniec kalifornijski, kieszeniec magister (*Cancer magister*) występuje od Meksyku wzdłuż wybrzeża Oceanu Spokojnego do Alaski. Rozmiarami przypomina kieszęńca europejskiego. W porównaniu z nim ma bliżej siebie osadzone oczy, krótsze czułki i mniejszych rozmiarów szczypce. Pozostałe odnóża są natomiast dłuższe i bardziej ruchliwe. Pancerz jest koloru zielono-brązowego.



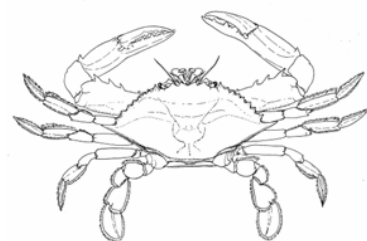
Rys. 2.17. *Cancer magister*

Podobnie jak w przypadku kieszęńca europejskiego, ze względu na przełowienie pogłównia tego skorupiaka, łowić można tylko samce o szerokości pancerza 15–17 cm. W stanie surowym sprzedawany jest jedynie w miejscu połowu. Najczęściej jest obgotowywany lub przerabiany na konserwy (FIGIS, Bürgin i in. 2001).



Rys. 2.18A. *Calinectes sapidus*

Kalinec błękitny (*Calinectes sapidus*) występuje na północnoamerykańskich wybrzeżach Oceanu Atlantyckiego oraz obficie w Zatoce Meksykańskiej. Spotykany jest również w rejonach Nowej Szkocji, na południu aż po Argentynę, a także w Morzu Śródziemnym. Pancerz osiąga 10-20 cm szerokości, a kształtem przypomina trapez. Jako typowy krab pływający, ostatnią parę odnóży ma zakończoną płetwami o kształcie wiosł. Szczypce są dłuższe od pozostałych odnóży i raczej wąskie. Sprzedawany pod nazwą „softshell crab”, z uwagi na walory smakowe i duży udział części jadalnych, cieszy się znaczną popularnością. Po wylince szybko zwiększa o 1/3 swoją masę. W tym czasie jest on wylawiany i oferowany na rynku w stanie surowym, bądź przerabiany na konserwy. Rozwiniął się specjalny system przechowywania tych krabów. Są one przetrzymywane do momentu linienia i zwiększenia masy, a następnie wylawiane.



Rys. 2.18B. *Calinectes sapidus*

Do połowu na płytkich wodach wykorzystuje się wleczone po dnie sieci, a na większych głębokościach używa się koszy lub klatek z przynętą (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

Krab kamczacki oraz krab antarktyczny często ze względu na pozorne podobieństwo zaliczane są do krabów. Jednak najprawdopodobniej wywodzą się z pustelników. Ich miękki odwłok jest zredukowany i podwinięty pod tułów. Za pierwszą parą odnóży (szczypcami), kolejne trzy pary to odnóża kroczone, natomiast ostatnia z nich ma znacznie zmniejszone rozmiary i służy jedynie do pielęgnacji skrzeli. Miejsca ich bytowania to północne części Oceanów Spokojnego i Atlantyckiego, wzdłuż zachodnich wybrzeży Ameryki do południowej części Oceanu Spokojnego. Kraby kamczackie należą do organizmów zimnowodnych. Potrafią przemieszczać się dziennie na odległość do 2 km, co jest cechą charakterystyczną dla tego gatunku. Późną zimą gromadzą się u wybrzeży, gdzie samice linieją, a następnie rozmnażają się. Po roku noszenia jaj pod odwłokiem wylęgają się larwy.

Jedna samica może nosić do 240 000 zapłodnionych jaj. Do połowu tych zwierząt służą sieci denne o długości do 100 m lub pułapki zwane „pots”, do których jako przynęta wkładane są kawałki śledzi. Ze względu na fakt, że są zwierzętami głębokomorskimi, nie mogą być transportowane w stanie żywym, dlatego też najczęściej w handlu występują w postaci konserw. W wyniku intensywnych połowów tych zwierząt, pogłowie ich zostało silnie przełowione. Wprowadzono przepisy ochronne, które w Ameryce pozwalają na połów jedynie samców o średnicy pancerza nie mniejszej niż 13,7 cm. Wielkość ta odpowiada wiekowi ok. 7 lat (Bürgin i in. 2001).

Kształt pancerza kraba kamczackiego (inna nazwa - krabon królewski) (*Paralithodes camchatica*) jest trójkątny. Na jego wierzchu i po bokach znajdują się liczne kolce. Pomiedzy słupkami oczu znajduje się kolec nosowy. Po ich zewnętrznej stronie występują 2 długie czułki, niewielkich rozmiarów szczypce i 3 pary długich odnóży zakończone pazurami. Góra pancerza jest koloru różowoczerwonego, spód natomiast jest koloru kości słoniowej. Jadalne jest prawie całe mięso tego kraba, co stanowi ok. 32% całkowitej masy. Główne rejony jego połowu to wody północnej części Oceanu Spokojnego i Morze Beringa. Sezon połowowy przypada na miesiące zimowe. Przetwórstwo tego gatunku rozpoczyna się już na pokładach statków. Ze względów ochronnych i z uwagi na większą mięsistość łowione są osobniki męskie w wieku 8–9 lat, co odpowiada wadze 3–4,5 kg. W Morzu Beringa oraz na zachodnim wybrzeżu Alaski oprócz kraba kamczackiego poławia się takie gatunki jak *Paralithodes brevipes*, *Paralithodes platypus* nazywane „blue king crab” oraz *Lithodes aequispina* zwany „golden king crab” (NOAA Fisheries, Rajski 1997).

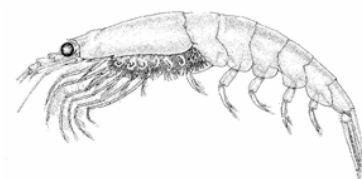


Rys. 2.19. *Paralithodes camchatica*

Krab antarktyczny, krabon antarktyczny (*Lithodes santolla*) jest południowym odpowiednikiem kraba kamczackiego żyjącym głównie u południowych wybrzeży Chile i Argentyny oraz w wodach Antarktydy. Długość pancerza wynosi ok. 15 cm, na jego wierzchu występują liczne końce. Preferuje wody o głębokości ok. 150 m znajdujące się niedaleko wybrzeży. Przerabiany jest głównie na konserwy i w tej postaci pod nazwą „crabmeat” najczęściej jest eksportowany (Bürgin i in. 2001).

Inne pancerzowce

Kryl (*Euphausia superba*) występujący w rejonach Antarktydy przerabiany jest głównie na pasze dla zwierząt. Zawiera ponad 60% pełnowartościowego białka, lecz konsumowany jest głównie w Japonii i Rosji najczęściej w formie pasty do smarowania pieczywa (Rajski 1997).



Rys. 2.20. *Euphausia superba*

2.2.2 Małże

Małże (*Bivalvia*) jest to druga, co do wielkości gromada mięczaków licząca ok. 8000 gatunków. Skorupa, po zamknięciu osłaniająca całe ich ciało, składa się z dwóch połówek połączonych wiązadłem po stronie grzbietowej. W zamknięciu muszli uczestniczą dwa płaty mięśni zwieraczy. Jeden z nich, zużywając dużo energii i przez to męcząc się szybko, błyskawicznie zamyka muszle. Drugi natomiast, przy małym nakładzie energii, utrzymuje ją w stanie zamkniętym przez wiele tygodni. Te dwie umiejętności wykorzystywane są w celach obronnych. Małże należą do organizmów mało ruchliwych. Część z nich posiada nogę, którą po wysunięciu przytwierdzają się do podłoża. Dzięki niej wolno przemieszczają całe ciało. Niektóre gatunki, jak ostrygi i omułki, prowadzą osiadły tryb życia. Omułek jadalny używa specjalnej nici, zwanej bisiosem, aby przyczepić się do podłoża. Spotyka się też gatunki zakopujące się w torf lub w drewno. Przegrzebki lub niektóre gatunki z rodzaju *Scallops* potrafią pływać. Skrzela, pokryte gęstymi rzęskami lub włoskami kierującymi wodę na ich powierzchnię, są umieszczone w jamie skrzelowej. Zaopatrują one organizm w tlen, a także kierują nadające się do konsumpcji cząstki do otworu gębowego. Zdolności do filtrowania wody zależą od gatunku, wielkości organizmu, a także warunków środowiska. Stwarza to pewne zagrożenie dla zdrowia człowieka, gdyż w rejonach silnie zanieczyszczonych małże

mogą nagromadzić duże ilości substancji toksycznych, po spożyciu powodujących zatrucia (Bürgin i in. 2001, Sikorski 2004, Rajski 1997).

Omułki

Omulek jadalny (*Mytilus edulis*), znany już z czasów starożytnej Grecji, występuje w północnych rejonach wszystkich oceanów. Osiąga długość 5-10 cm. Należy do organizmów

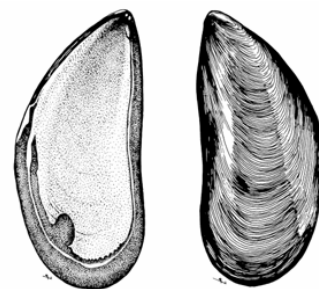


Rys. 2.21A. *Mytilus edulis*

rozdzielnopłciowych. Przytwierdzony jest do podłoża bisiosem tj. szybko krzepnącą nicią powstałą z wydzieliny gruczołu znajdującego się u podstawy silnie umięśnionej stopy. Produkt dostarczany na rynek pochodzi głównie z hodowli, gdyż małż

ten bardzo licznie rozmnaża się. U wybrzeży Oceanu Spokojnego w bardzo dużych ilościach występuje omulek kalifornijski (*Mytilus californiensis*), natomiast w południowo-wschodniej Azji żyje omulek szmaragdowy (*Mytilus smaragdinus*), konsumowany po wcześniejszym ugotowaniu w formie suszonej lub marynowanej. W rejonie Morza Śródziemnomorskiego występuje głównie *Mytilus galloprovincialis*, a także spotykany jest omulek brodaty (*Modiolus barbatus*) (FIGIS, Rajski 1997).

rozdzielnopłciowych. Przytwierdzony jest do podłoża bisiosem tj. szybko krzepnącą nicią powstałą z wydzieliny gruczołu znajdującego się u podstawy silnie umięśnionej stopy. Produkt dostarczany na rynek pochodzi głównie z hodowli, gdyż małż



Rys. 2.21B. *Mytilus edulis*

Ostrygi

Ostrygi (*Ostreidae*) w ilości ponad 100 gatunków występują w umiarkowanych i ciepłych morzach. Mają łuskowate muszle z pojedynczym mięśniem zwieraczem, z których jedna, bardziej płaska, przyczepiona jest do podłoża. Pokarmem ich jest plankton odfiltrowany przez skrzela w czasie pobierania tlenu z wody. Są obojnakami i w zależności od warunków pokarmowych, a także temperatury wody są w stadium męskim lub żeńskim. Z zapłodnionych jaj, aż do wykształcenia muszli, prowadzą pelagiczny tryb życia, a następnie osiadają na dnie. Dojrzałość osiągają po upływie 3 lat, a maksymalnie dożywają nawet do 30 lat. O wielkości i kształcie tych organizmów decydują warunki środowiska, a dostępny pokarm i związki mineralne występujące w wodzie, o smaku. Dlatego klasyfikacja ostryg często jest dokonywana ze względu na miejsce ich pochodzenia (Bürgin i in. 2001).

Muszla ostrygi europejskiej (*Ostrea edulis*), osiągająca długość 5-12 cm, jest prawie okrągła. Dorosłą postać osiąga ona po upływie 3 lat, jednak tempo jej wzrostu jest znacznie wolniejsze w porównaniu do również występującej w Europie ostrygi portugalskiej.

Kolorystyka muszli jest zróżnicowana. Spotykane są organizmy o barwie szarej, zielonej, a nawet piaskowej. Mięso jej jest koloru beżowego lub piaskowego. Aż do okresu powojennego gatunek ten pokrywał prawie całkowicie zapotrzebowanie państw północnoeuropejskich na ostrygi. Choroba o nazwie bonemia znacznie zmniejszyła populację tego gatunku, który skutecznie na rynku został uzupełniony ostrygą pacyficzną. O nazwie rynkowej ostrygi tej decyduje miejsce, z którego się ona wywodzi. We Francji występuje ona pod nazwą „belons”,



Rys. 2.22B. *Ostrea edulis*

„marennnes” lub „gravettes d’Arcachon”, w Belgii spotykana jest jako „ostendes”, w Holandii jako „imperialen”, w Danii jako „limfjords”, w Irlandii zaś jako „rossmoie”, „red-bank” i „galway”.

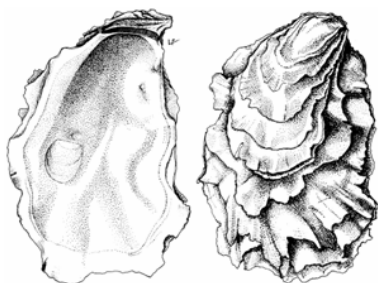


Rys. 2.22A. *Ostrea edulis*

Natomiast na rynku angielskim ostryga europejska występuje pod nazwami „colchester”, „helford”, „pyefleet”, „whitstabe” i „native”. Szczególnymi walorami smakowymi odznaczają się ostrygi europejskie pochodzące z Bretanii (FIGIS, Rajski 1997).

Ostryga portugalska (*Crassostrea angulata*) przyjmuje kolory od szarego do brązowego, a połączenie obydwu połówek muszli jest prawie niewidoczne. Kolor jej mięsa jest szarofioletowy, a smak nie tak szlachetny, jak ostrygi europejskiej. Hodowana jest głównie we Francji. Za najlepsze wśród ostryg portugalskich uznawane są organizmy hodowane w rejonie Marennes-Oléron, karmione specjalnie odżywianymi okrzemkami, które dzięki wysokiej zawartości w ciele składników mineralnych, nadają małżom zielony kolor. W handlu spotyka się je pod nazwą „fines de claires” lub „special de claires”. W nazwie tej zawarty jest sposób hodowli. Ostrygi, które nie są uszlachetniane i podtuczane w „claires”, lecz bezpośrednio z morskiej hodowli trafiają na rynek nazywa się „hurîtres de parc”.

Ostryga pacyficzna, ostryga japońska (*Crassostrea gigas*) pochodzi z rejonu Morza Chińskiego i wód wokół Japonii. Z wyglądu przypomina ostrygę



Rys. 2.23A. *Crassostrea gigas*



Rys. 2.23B. *Crassostrea gigas*

pacyficzną, lecz jest od niej większa (osiąga długość do 30 cm) i wypukła. W odróżnieniu od większości ostryg, jest ona organizmem rozdzielnopłciowym. Wykorzystywana jest do

przyrządzania ciepłych potraw, a w Azji także suszona. Hodowana jest w Hongkongu, Japonii, Korei, Chinach, a także w Stanach Zjednoczonych (*Crassostrea gigas*, Pacific oyster, Bürgin i in. 2001).

Arki

Przedstawiciele tych organizmów wywodzą się już z czasów kambru. Kształt ich muszli jest prostokątny, trapezowy bądź owalny, a obydwie połówki są takie same. Rozprzestrzenione są głównie w wodach tropikalnych. Poruszają się za pomocą przystosowanej do pływania stopy.

Najczęściej wykorzystywanym kulinarnie gatunkiem arkowatych, osiągającym długość 7-9 cm, jest Arka Noego (*Arca noae*). Muszla tego małża jest koloru ciemnobrązowego z czerwonymi wzorkami. Występuje głównie na twardych podłożach lub w niszach skalnych w Morzu Śródziemnym oraz we wschodniej części Oceanu Atlantyckiego. We Włoszech można ją spotkać na każdym targowisku rybnym. Spożywana jest głównie w stanie surowym (Journal of Molluscan Studies).



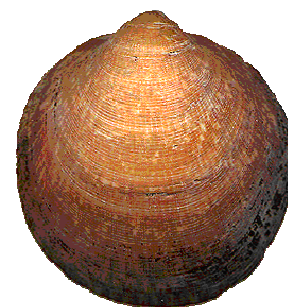
Rys. 2.24. *Arca noae*

Arka olbrzymia (*Anadara grandis*) osiąga długość do 15 cm, a żebrowana muszla jej, przypominająca kształtem sercówkę, jest duża, gruba i pokryta warstwą chityny. Obszarem występowania są piaszczyste podłoża zachodnich wybrzeży Ameryki Środkowej. Konsumowana jest najczęściej w postaci zup.

Arka japońska (*Andara subcrenata*) żyje w wodach u wybrzeży Korei, Chin i Japonii, gdzie odgrywa duże znaczenie gospodarcze. Muszla, osiągająca 5 cm długości, pokryta jest mocnymi żebrami, a na jej wierzchu występuje pancerzyk chitynowy (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

Grzebolinki

Grzebolinek (*Glycymeris glycymeris*) żyje zagrzebany na dnie morza, na głębokości do 20 cm, w rejonie od Norwegii po Maroko, a także w Morzu Śródziemnym. Muszla jego, okrągła, spłaszczona i gruba, osiąga średnicę do 8 cm. Pokryta jest białymi i brązowymi paskami. Łowiony i sprzedawany jest przez cały rok, lecz jego mięso, szczególnie starszych okazów, nie cieszy się zbyt dużą popularnością.



Rys. 2.25. *Glycymeris glycymeris*

Grzebolinek olbrzymi (*Glycymeris gigantea*) spotykany jest głównie w Zatoce Kalifornijskiej, na głębokości 7-3 m. Jego okrągła muszla pokryta jest brązowymi zygzakami i osiąga średnicę do 10 cm (Bürgin i in. 2001).

Przegrzebki

Traktowane są jako symbol piękna i dobrego smaku od czasu, kiedy grecka bogini miłości Afrodyta wyłoniła się z Morza Egejskiego jadąc w karecie z przegrzebka ciągniętej przez sześć koników morskich. Kształt ich promieniście pokrytej żebrami muszli, której jedna połowa jest wypukła, natomiast druga jest płaska, był wielokrotnie wykorzystywany w architekturze. Przegrzebki potrafią pływać za pomocą szybkich ruchów zamykania i otwierania muszli. Udział delikatnego i lekko słodkiego mięsa tych organizmów do wielkości muszli, w porównaniu do ostryg, jest bardziej korzystny, a ich duże, pomarańczowe gonady cechują się wyśmienitym smakiem. Przegrzebki cieszące się największą popularnością pochodzą ze Szkocji, Irlandii i Francji. Ich połowy odbywają się od listopada do marca za pomocą ciągniętych po dnie sieci. Jest to okres regulowany przepisami. W Stanach Zjednoczonych organizmy te są drugimi po ostrygach najchętniej konsumowanymi małżami, a największą popularnością, podobnie jak i w Kanadzie, cieszy się kredowobiałe mięso mięśni zwieraczy (Bürgin i in. 2001).



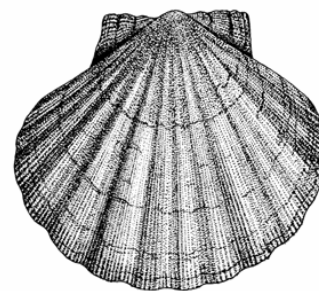
Rys. 2.26. *Pecten Jacobaeus*

Przegrzebek św. Jakuba (*Pecten Jacobaeus*) występuje głównie na piaszczystych podłożach w Morzu Śródziemnym. Muszla jego osiąga średnicę 10-13 cm i ma na powierzchni kilkanaście żeber, które są dodatkowo ponacinane. Często na rynku konsumenckim mylony jest z przegrzebkiem dużym lub małym. Jego pomarańczowe gonady są niezwykle cenionym delikatesem (Calico Scallop).



Rys. 2.27A. *Pecten maximus*

Muszla przegrzebka dużego (*Pecten maximus*), osiągająca średnicę 13-16 cm, jest koloru od czerwonego do czerwono-brązowego, czasem z fioletową poświatą. Występuje on do głębokości 200 m, w rejonie Oceanu Atlantyckiego, od Norwegii do wybrzeży Afryki. Nie jest natomiast spotykany w Morzu Śródziemnym.



Rys. 2.27B. *Pecten maximus*

Przegrzebek Magellana (*Placopecten magellanicus*) jest najbardziej lubianym i najczęściej poławianym gatunkiem przegrzebka we wschodniej części Stanów Zjednoczonych. Średnica jego jasno kremowej muszli wynosi nawet 24 cm (Bürgin i in. 2001).

Sercówki

Gatunki należące do tej rodziny występują we wszystkich morzach. W Europie konsumowane są głównie przez Włochów i Francuzów. Organizmy te mają bardzo podobne do siebie muszle. Są one półokrągłe, okrągłe, promieniście żebrowane i z boku przypominające serce. Występują również gatunki o gładkiej powierzchni muszli. Do poruszania się wykorzystują długą, zakrzywioną nogę, która prostując się przerzuca małża nawet na odległość 50 cm. Syfon – krótka rurka, na końcu której mogą występować wyrostki służyć im do pobierania pokarmu.

Sercówka jadalna (*Carastoderma edule*) występuje na piaszczystych podłożach, do głębokości 10 m. Muszla jej, o średnicy do 5 cm, jest koloru kości słoniowej lub brązowego. Dzięki umiejętności przystosowania się do zróżnicowanych warunków, a w szczególności do niskiego zasolenia wody, spotykana jest w wielu akwenach wodnych tj. w północnej części Oceanu Atlantyckiego, w morzach Północnym, Bałtyckim aż po Zatokę Botnicką, a także w Morzu Czarnym i Śródziemnym. Wykorzystywana gospodarczo i poławiana jest najczęściej u wybrzeży Niemiec, Anglii, Holandii, Francji, Hiszpanii i Portugalii, lecz zawartość mięsa stanowi zaledwie 15% całkowitej jej wagi. Do połowu wykorzystuje się wodę pod odpowiednim ciśnieniem podrywającą swoim strumieniem piasek denny wraz z zakopanymi w nim małżami. Mieszanina ta jest następnie zasysana specjalną rurą na pokład statku, gdzie następuje wypłukanie małży. Pomimo dużych zdolności akomodacyjnych i wielu podjętych prób, szczególnie w Holandii, rezultaty dotyczące hodowli tego małża są raczej mizerne.



Rys. 2.28A.
Acanthocardia tuberculata

Acanthocardia tuberculata uznawana jest jako jeden z większych gatunków sercówek. Średnica jej jasno- lub ciemnobrązowej muszli wynosi 5-9 cm. Spotykana jest na głębokości do 100 m, wzdłuż wschodnich wybrzeży Oceanu Atlantyckiego (Bürgin i in. 2001).



Rys. 2.28B.
Acanthocardia tuberculata

Wenus

Gatunki należące do tej bardzo licznej rodziny żyją we wszystkich morzach, zagrzebując się w piaszczystym lub mulistym dnie. Niektóre z nich poruszają się, podobnie jak sercówki, za pomocą zgiętej nogi, której wyprostowanie powoduje skok. Muszle są koloru biało-żółtego, przypominającego porcelanę. Na ich wierzchu mogą występować różne wzory, prążki lub żebra.

Wenus verrucosa jest najbardziej rozpowszechnionym w Europie gatunkiem zaliczanym do rodziny Wenus. Występuje zagrzebana w piasku, w strefie płytkiej wody, u wybrzeży zachodniej Europy oraz Afryki, a także w Morzu Śródziemnym. Na powierzchni brązowo-czerwonej muszli, o średnicy 3,5-8 cm występują koncentryczne pierścienie, które ułatwiają temu małżowi zakopanie się w piasku. Konsumowana jest często w stanie surowym lub podobnie jak omulek serwowana na ciepło na wiele sposobów.

Chamelaea gallina spotykana jest w płytkich wodach Morza Śródziemnego, gdzie żyje zagrzebana w piaszczystym bądź gruboziarnistym podłożu. Muszla jej, koloru jasnobrązowego, osiąga długość 3-4 cm. Najbardziej popularna i najczęściej spożywana jest we Włoszech, gdzie występuje jako „spaghetti Mongole” (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

Venerupis decussata spotykana jest w wodach od Norwegii do Senegalu, a także w basenie Morza Śródziemnego. Muszla jej, koloru żółto-brązowego, o długości 4-8 cm, w tylnej części jest poszerzona, a na jej powierzchni umieszczone są poprzeczne pasy. Zaliczana jest do gatunków wysoce cenionych przez smakoszy. Przez mieszkańców Bretanii „palourde croisée” uznawana jest za najlepszy gatunek wśród rodziny Wenus, gdzie serwowana jest na ciepło w postaci duszonej z winem i czosnkiem, które to dodatki podkreślają jej wykwintny smak, lub konsumowana w stanie surowym.

Mercenaria (Mercenaria mercenaria) występuje w rejonie wschodnich wybrzeży Kanady i Stanów Zjednoczonych, a także w wodach europejskich, u wybrzeży Francji. Muszla tego małża, osiągająca średnicę 4-13 cm, owalna, gruba i gładka, jest koloru piasku i posiada koncentryczne wyżłobienia. W Stanach Zjednoczonych gatunek ten sprzedawany jest pod nazwą „quahaug” lub „quahog”. W handlu, w zależności od rozmiaru, spotykane są „little neck clam” - najmniejsze osobniki, konsumowane najczęściej na surowo, „cherrystone” - organizmy mające ok. 5 lat, których średnica muszli wynosi 7 cm i „chowder” lub „steamer clam” - to największe okazy, używane przede wszystkim do przyrządzania potraw typu „chowder” (FIGIS, Bürgin i in. 2001).



Rys. 2.29. *Mercenaria mercenaria*

Okładniczkowate

Organizmy wchodzące w skład tej rodziny spotkać można we wszystkich morzach oprócz zimnych rejonów. Najliczniej jednak występują w wodach tropikalnych. Ich cechą charakterystyczną jest wąska, długa muszla, która przypomina pochwę miecza lub noża. Obydwie połówki muszli są gładkie i takiego samego kształtu. W piaszczystym podłożu, gdzie głównie występują, potrafią się szybko zakopać.

Okładniczka (*Ensis siliqua*) jest gatunkiem osiągającym 15-22 cm. Muszla jej jest koloru żółto-białego z odznaczającymi się pierścieniami wzrostowymi o barwie fioletowej. Występuje w Oceanie Atlantyckim, od wybrzeży północnej Hiszpanii, poprzez wody Wysp Brytyjskich do Norwegii. Podobny do niej gatunek - *Ensis siliqua minor* spotykany jest w wodach Morza Śródziemnego i u wybrzeży Maroka. Natomiast w Morzu Północnym, Zatoce Niemieckiej, w wodach od Norwegii do Portugalii żyje okładniczka średnia *Ensis arcuatus*.

Ze względu na kształt muszli są trudnym gatunkiem do połowu. Dlatego też są rzadko obecne na rynku. Mięso okładniczki *Ensis siliqua minor*, o kolorze kremowobiałym często bywa konsumowane na surowo. Prawdziwy przysmak stanowi, gdy jest podawana duszona na maśle z czosnkiem (Bürgin i in. 2001).

Mleczaiki

Są licznie rozprzestrzenione we wszystkich morzach. Kształt ich szarawo-żółtej muszli, zbudowanej z dwóch takich samych połówek, bywa jajowaty, owalny, bądź trójkątny.

Spisula solida osiągająca 3-5 cm długości charakteryzuje się owalną, mocną, białą muszlą, na powierzchni której znajdują się koncentryczne pierścienie.



Spotykana jest we wschodniej części Oceanu Atlantyckiego, w Morzu Północnym i w zachodnich rejonach Morza Bałtyckiego. Jest przedmiotem połowów przede wszystkim w Anglii i Francji, skąd importowana jest do innych krajów. Uznawana jest za jednego z najsmaczniejszych małży i konsumowana najczęściej w postaci duszonej (FIGIS).

Rys. 2.30. *Spisula solida*

Małgwie

Małże te, osiągające długość 5-12 cm, żyją zakopane w mule bądź piasku na głębokości do 30 cm. Połówki ich muszli nie są zamknięte w tylnej części. Przez otwór ten wysuwają sięgający dna syfon, wytworzony przez zrośniętą krawędź płaszczka, dzięki któremu mogą oddychać i odżywiać się.

Młagiew, piaskołaz (*Mya arenaria*) posiada muszlę o jajowatym kształcie, z licznymi, koncentrycznymi prążkami występującymi na jej powierzchni. Gatunek ten zamieszkuje północną część Oceanu Atlantyckiego, a także Morza Północne i Bałtyckie. Rozprzestrzeniła się również u wybrzeży Oceanu Spokojnego, od Alaski po Kalifornię. Osiąga długość 5-12 cm. W Stanach Zjednoczonych spotykana jest pod nazwą „softshell clam”,

Rys. 2.31. *Mya arenaria*

gdzie konsumowana jest na surowo, z niewielkim dodatkiem cytryny, ugotowana lub pieczona. Wykorzystywana jest również jako farsz do innych potraw (*Mya arenaria*, Bürgin i in. 2001).

2.2.3 Głownogi

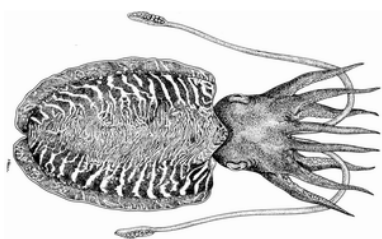
Organizmy te występują licznie we wszystkich oceanach. Zaliczamy tutaj mątwy, kałamarnice, ośmiornice i łodziki. Dla ludności zamieszkującej wybrzeża stanowią one istotne źródło pokarmu. System nerwowy i narządy zmysłów tych zwierząt są wysoce rozwinięte. Posiadają one zdolności do nauki i zapamiętywania, potrafią zmieniać swe rozmiary i dzięki ruchomym komórkom barwnikowym znajdującym się w skórze również ubarwienie. Ta ostatnia funkcja wykorzystywana jest do wabienia partnera, bądź do maskowania się. Głowa ich odróżnia się od reszty ciała, a na jej powierzchni znajdują się duże oczy. Jama gębowa oprócz tarki służącej do przesuwania i połykania pokarmów, zaopatrzona jest w dwie szczęki wykorzystywane do ich rozdrabniania, które z wyglądu przypominają dziób papugi. Ramiona, często zaopatrzone w ssawki, otaczają otwór gębowy. Głownogi żywią się głównie rybami, małżami i skorupiakami. W części brzusznej umiejscowiona jest jama płaszczowa, w której wnętrzu znajdują się skrzela, a także zakończone są w niej otwór odbytowy, płciowy i moczowy. Na wysokości głowy występuje otwór, którym woda dostaje się do skrzeli, dostarczając w ten sposób tlen, a rurkowatym otworem w kształcie lejka jest ona wydalana. Siła, z jaką zwierzę pozbywa się wody powoduje silny odrzut, dzięki któremu może się ono bardzo szybko przemieszczać. Wykorzystywane jest to najczęściej, gdy zwierzę jest w niebezpieczeństwie. Do wolnego, spokojnego przemieszczania się większość głownogów wykształciła umieszczone z boku tułowia płetwy. Gruczoł sepiowy, wypełniony barwnikiem wyrzucanym na zewnątrz w celu obrony przed wrogiem, występuje u prawie wszystkich głownogów. Ciemna wydzielina

tworzy z wodą zawiesinę, która swym kształtem może przypominać atakowane zwierzę i zmylić napastnika. Są one organizmami rozdzielnopłciowymi. Rozmnażają się składając jaja, z których wylęgają się całkowicie wykształcone osobniki. U większości z nich brak jest zewnętrznej muszli. Wśród nielicznych głowonogów, posiadających muszlę zewnętrzną, łodziki są najbardziej znanymi osobnikami. Stanowią one przedmiot połowów w południowo-wschodniej Azji, głównie ze względu na te muszle. W większości jednak głowonogi posiadają muszlę wewnętrzną, porośniętą płaszczem. Niektóre z nich są całkowicie jej pozbawione. Organizmy te mogą posiadać dwa lub cztery skrzela i w zależności od ich ilości są dzielone. Do tych ostatnich zaliczane są łodziki, pozostałe są dwuskrzelne. Te z kolei dzieli się ze względu na ilość ramion. I tak wśród dwuskrzelnych można wyróżnić ośmiornice ośmioramienne (*Octobrachia*) oraz dziesięciornice (*Decabrachia*), które posiadają dwa dodatkowe ramiona chwytne.

W krajach śródziemnomorskich głowonogi wchodzą w skład codziennej diety. Rozwój technologii przetwórstwa morskich surowców żywnościowych spowodował większą dostępność tych produktów na wielu rynkach światowych, a także wzrost popytu na te zwierzęta. Ze względu na fakt, iż głowonogi nie należą do organizmów, których populacja zagrożona jest wyginięciem, w przeciwieństwie do innych owoców morza, można się spodziewać, że ich znaczenie gospodarcze powinno zwiększyć się w przyszłości (Bürgin i in. 2001, Sikorski 2004, Rajski 1997).

Mątwy

Mątwą zwyczajną (*Sephia officinalis*) spotykana jest w Oceanie Atlantyckim, od wód Norwegii do południowej



Rys. 2.32A. *Sephia officinalis*

Afryki. Żyje przy dnie morskim, gdzie często maskuje się nasypując na swoje ciało piasek. Kształt



Rys. 2.32B. *Sephia officinalis*

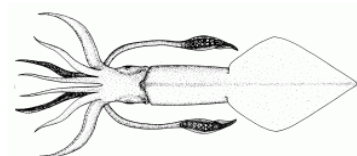
ciała mątwy jest owalny, spłaszczony, na grzbiecie często występują paski, a brzuch jest słabo ubarwiony. Po bokach znajduje się płetwa przypominająca z wyglądu falbanę. Jej ramiona chwytne, najczęściej schowane w jamie płaszczowej po dwóch stronach otworu gębowego, posiadają przyssawki ułożone w 4 rzędach. Największe osobniki dorastają do ponad 60 cm długości, gdzie połowę stanowią ramiona chwytne. Średnia długość tułowia, to 25-30 cm. Do potraw przygotowywanych z tego zwierzęcia często dodawany jest barwnik mątwy, nadający daniu

prawie czarny kolor. W barwniku tym bywają gotowane również kalmary (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

Kalmary, kałamarnice

Ciało tych organizmów jest podłużne, smukłe, zakończone płetwą w kształcie rombu. Wydłużoną głowę otaczają raczej krótkie, posiadające dwa rzędy przyssawek, ramiona. Wyjątkiem są 2 ramiona chwytne, które mogą mieć od 2 do 4 rzędów przyssawek. Zwierzęta te bardzo dobrze potrafią pływać. Z łatwością zmieniają kierunek ruchu. Są dobrymi łowcami. Żywią się głównie rybami. Najczęściej wykorzystywane gospodarczo są gatunki zaliczane do rodziny Loliginidae. Konsumowane są w postaci surowej, mogą być również mrożone, marynowane bądź przerabiane na konserwy.

Kalmar pospolity, kałamarnica (*Loligo vulgaris*), zaliczany do rodziny Loliginidae, rodzaj *Loligo*, podobnie jak pozostali członkowie tej rodziny żyje głównie w płytkich, przybrzeżnych wodach. Rzadko można go spotkać na



Rys. 2.33A. *Loligo vulgaris*

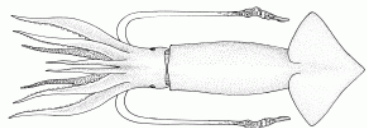
głębokości do 200 m. Uzyskuje on długość 30-50 cm i wagę do 2 kg. Jest koloru brązowego, bądź czerwonego. Gatunek ten najczęściej konsumowany jest w krajach europejskich, części jadalne stanowią u niego 80%. W Ameryce Południowej najczęściej wykorzystywany gospodarczo jest kalmar amerykański, ze względu na fakt, iż tworzy on w tych wodach ogromne ławice. Jednak gatunkiem, który zdobył największe uznanie wśród konsumentów jest *Loligo opalescens* żyjący głównie w Zatoce

Kalifornijskiej. Mięso kalmarów jest chude, wysokobiałkowe, lecz źle przyrządzone może być łykowate. Powinno być gotowane 30-45 min. Podawany jest często w formie pokrojonej, panierowanej i smażonej lub jako składnik



Rys. 2.33B. *Loligo vulgaris*

sałatek. Workowaty tułów często bywa faszerowany. W krajach śródziemnomorskich kalmary są nieodzownym składnikiem każdej zupy rybnej (Bürgin i in. 2001).



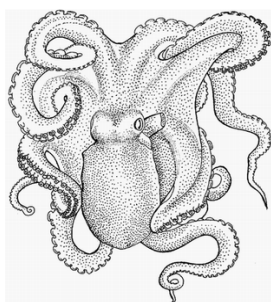
Rys. 2.34. *Illex sp.*

Gatunki zaliczane do rodzaju *Illex sp.* występują w dużych ławicach głównie w Oceanie Atlantyckim, a także w Morzu Śródziemnym. Są bardzo dobrymi pływakami. Żywią się przede wszystkim śledziami (Squid, FIGIS).

Ośmiornice

Ośmiornice nie posiadają muszli wewnętrznej, brak jest również ramion chwytnych, a także płetw. Ich workowate ciało, na powierzchni którego umiejscowione są duże, osłonięte powiekami oczy, zakończone jest ramionami o jednakowej długości posiadającymi 1 lub 2 rzędy przyssawek. U największych osobników długość ramion może dochodzić do 5 m. Żyją na dnie morskim. Zazwyczaj ukrywają się w jaskiniach bądź szczelinach skalnych. Do poruszania się wykorzystują siłę odrzutu. W krajach śródziemnomorskich i w Japonii są powszechnie wykorzystywane kulinarnie.

Ośmiornica zwyczajna (*Octopus vulgaris*) spotykana jest w wodach Oceanu Atlantyckiego, a także w Morzu Śródziemnym. W zimnych



Rys. 2.35A.
Octopus vulgaris

rejonach Oceanu Atlantyckiego np. w Morzu Północnym osiągają do 70 cm długości, podczas gdy w Morzu Śródziemnym można spotkać okazy dorastające do 3 m długości. Pokarm



Rys. 2.35B. *Octopus vulgaris*

stanowią głównie kraby, małże i raki. Jest organizmem prowadzącym osiadły tryb życia, jedynie w czasie godów samce prowadzą walki rywalizując w ten sposób o względy samic. Po zapłodnieniu samice składają na twardym podłożu do 100 000 jaj i najczęściej giną. Młode ośmiorniczki po wykluciu się przez ok. 2 miesiące pływają w toni wodnej. Następnie osiadają na dnie.

W Japonii i Korei organizmy te są oferowane w sprzedaży jako marynaty w zalewie solonej bądź z ziołami. Są również nieodłącznym składnikiem sushi (FIGIS, Bürgin i in. 2001).

2.2.4 Ryby

Ryby o największym znaczeniu w gospodarce są organizmami morskimi. Ponad 90% gatunków poławianych jest z morskich wód przybrzeżnych na głębokości do 200 m. W podziale zoologicznym wśród ryb wyodrębniono dwie grupy: ryby chrzęstnoszkieletowe (rekiny, płaszczki, chimery) oraz ryby kostnoszkieletowe, w skład których wchodzi ok. 20 000 gatunków. Najczęściej ciało ich przyjmuje kształt torpedowaty, bocznie bądź grzbietowo-brzusznie spłaszczony lub węgorzowaty. W budowie zewnętrznej ich ciała, pomimo braku wyraźnego rozdzielenia, wyróżnia się głowę, tułów i ogon. Skóra właściwa

pokryta jest nabłonkiem zawierającym liczne komórki śluzowe, które pełnią funkcję ochronną oraz zmniejszają tarcie podczas pływania. Różnorodne ubarwienie zawdzięczają obecności komórek barwnikowych w skórze właściwej, w której również są zakotwiczone torebki łuskowe. Wykorzystywane do konsumpcji są głównie ich mięśnie, które zawierają śród- i międzymięśniowe skostnienia, czyli ości, uznawane za cechę charakterystyczną dla danego gatunku. Delikatesowy produkt stanowią ich gonady wraz z ikrą i mleczem. Poza tym gospodarczo wykorzystywany jest olej z ich wątroby, bogaty w witaminy A i D. W odcinku barkowym i miednicowym znajdują się parzyste płetwy piersiowe i brzuszne. Natomiast nieparzyste płetwy - grzbietowa, odbytowa i ogonowa są przytwierdzone do promieni kostnych przytwierdzonych luźno do kręgosłupa. Ryby chrzęstnoszkieletowe wyróżniają się torpedowatym kształtem ciała oraz obecnością 5-7 szczelin skrzelowych leżących po obu stronach głowy. Ich młode osobniki posiadają strunę grzbietową. Nieliczne gatunki wykorzystywane gospodarczo to rekiny i płaszczki. Cechami różniącymi ryby kostnoszkieletowe od chrzęstnoszkieletowych jest skostniały szkielet, obecność wiezka skrzelowego, łusek lub płytek kostnych oraz rozpiętych na promieniach płetw. Zaznaczona z boku ciała linia boczna jest miejscem skupienia komórek czuciowych, które umożliwiają kontakt ryby ze środowiskiem zewnętrznym (Bürgin i in. 2001, Sikorski 2004, Rajski 1997).

Śledź osiągający długość 20-30 cm spotykany jest w północnej części Oceanu Atlantyckiego (*Clupea harengus harengus*) i Spokojnego (*Clupea harengus pallasi*). Kształt jego ciała jest wydłużony, a dolna szczęka znacznie wysunięta. Grzbiet jego jest koloru ciemnoszarego, a część brzuszna jest srebrzysta. Żyje w części pelagicznej wód tworząc tam ogromne ławice. Żywi się planktonem oraz skorupiakami, a także larwami ryb. Ze względu na duży udział białka i tłuszczu w jego ciele, jest rybą o bardzo dużym znaczeniu gospodarczym, przetwarzaną właściwie na wszystkie sposoby. Przydatność technologiczna tej ryby jest zależna od zawartości w niej tłuszczu. W zależności od rozwoju gonad osobniki pochodzące z Morza Północnego oraz z Bałtyku zawierają odpowiednio 1-30 % i 1-15 % tłuszczu (FIGIS, Sikorski 2004, Rajski 1997).



Rys. 2.36.
Clupea harengus harengus

Dorsz, morszczuk i mintaj są przedstawicielami ryb dorszowatych. Dorsz żyje w północnym rejonie Oceanu Atlantyckiego (*Gadus morhua*) i Spokojnego (*Gadus macrocephalus*). Ciało tej ryby pokryte jest plamkami



Rys. 2.37. *Gadus morhua*

koloru zielonawego, brązowego do czerwonego. Charakterystyczną cechą jest wąsik występujący na podbródku. Największe osobniki osiągają 2 m długości. Odżywia się

organizmami dennymi: robakami, skorupiakami, mięczakami. Jest niezwykle cenioną rybą konsumpcyjną szczególnie na rynku europejskim. Jego białe mięso zawiera jedynie 0,5-1% tłuszczu. Wykorzystywany jest w postaci surowej, a także jest przerabiany na różnorodne produkty (FIGIS, Sikorski 2004, Rajski 1997).

Mintaj (*Theragra chalcogramma*) występuje w północnych rejonach Oceanu Spokojnego. Osiąga długość 30-60 cm. Jego mięso zawiera 0,6-3% tłuszczu. Podobnie jak dorsz posiada charakterystyczny wąsik. Populacja jego jest bardzo duża i w związku z tym jest rybą licznie poławaną. Często już na pokładach statków jest przerabiany i mrożony. Wykorzystywana jest również jego ikra oraz tłuszcze występujące w wątrobie (FIGIS).



Rys. 2.38. *Theragra chalcogramma*

Morszczuk zwyczajny (*Merluccius merluccius*) odznacza się wydłużonym kształtem ciała, dużym otworem gębowym oraz silnym uzębieniem. Jest drapieżnikiem żywiącym się śledziami, makrelami i sardynkami, który osiąga maksymalną długość do 1 m i wagę do 10 kg. Żyje w północno-wschodnim rejonie Oceanu Atlantyckiego, w Morzu Śródziemnym i Czarnym, a także u wybrzeży południowej Afryki. Na polskim rynku, sprzedawany w formie mrożonych filetów, występuje stosunkowo niedawno (FIGIS).



Rys. 2.39. *Merluccius merluccius*

Znanych jest ok. 60 gatunków karmazynów. Karmazyn atlantycki (*Sebastes marinus*) jest drapieżną rybą denną. Występuje w rejonie północnego Atlantyku aż do Morza Północnego. Jego ciało jest bocznie ścięśnione, oczy są duże, a na pokrywie skrzelowej występują kolce. Odgrywa dużą rolę gospodarczą, a jego mięso koloru blad różowego zawierające ok. 5% tłuszczu jest szczególnie cenione. Sprzedawany jest najczęściej w formie filetów mrożonych, wędzonych czy marynowanych z uwagi na grubą łuskę oraz kolce (FIGIS).



Rys. 2.40. *Sebastes marinus*

Stornia (*Platichthys flexus*) to ryba o silnie, bocznie spłaszczonym ciele. Bok zwrócony do podłoża jest nie pigmentowany, a oczy znajdują się po stronie przeciwnej. Płetwa grzbietowa i odbytowa są połączone i w formie falbany otaczają ciało tej ryby. Spotykana jest w północno-



Rys. 2.41. *Platichthys flexus*

wschodniej części Oceanu Atlantyckiego, a także w Morzu Bałtyckim oraz w zachodniej części Morza Śródziemnego. Odżywia się drobnymi skorupiakami i małymi rybami. Jej chude mięso jest bardzo smaczne (FIGIS, Sikorski 2004, Rajski 1997).

Kształt i ułożenie ciała soli zwyczajnej (*Solea vulgaris*) są takie same, jak u storni. Żyje ona w północno-wschodnich rejonach Oceanu Atlantyckiego, także w zachodniej części Morza Bałtyckiego oraz w Morzu Śródziemnym. Osiąga długość do 40 cm. Wieloszczety, skorupiaci, mięczaki oraz młode ryby stanowią podstawę jej żywienia. Jej delikatne mięso zawiera ok. 2% tłuszczu. Wśród ryb płastugokształtnych jest najbardziej ceniona przez konsumentów (FIGIS).



Rys. 2.42. *Solea vulgaris*

Buławik czarny (*Coryphaenoides rupestris*) odznacza się ciężką głową z osadzonymi na niej dużymi oczami w porównaniu do silnie zwężonej reszty ciała. Największe okazy osiągają długość do 1 m. Spotykany jest w wodach północno-wschodniej części Oceanu Atlantyckiego. Mięso jego zawiera ok. 2,5% tłuszczu (FIGIS).



Rys. 2.43.
Coryphaenoides rupestris

Kergulena (*Champscephalus gunnari*) występuje w wodach Antarktyki na głębokości 200-800 m, gdzie osiąga długość 30-40 cm. Z uwagi na walory smakowe, cienką skórę i brak ości w mięśniach oraz niską zawartość tłuszczu, jej mięso jest produktem cenionym na rynku.



Rys. 2.44.
Champscephalus gunnari

Łosoś atlantycki (*Salmo salar*) osiąga długość do 100 cm oraz wagę do 38 kg. Spotykany jest w wodach Atlantyku oraz w rejonie mórz przyległych. Jest organizmem dwuśrodowiskowym wpływającym na tarło do rzek, a żerującym w morzu. W zależności od okresu połowu zawiera 1-15% tłuszczu. Jego różowe, delikatne mięso jest towarem delikatesowym, a z ikry wytwarza się czerwony kawior. Z uwagi na duży popyt na tę rybę rozpowszechniła się hodowla łososia głównie w Norwegii, Wielkiej Brytanii i Chile (FIGIS).

Sandacz jest rybą słodkowodną zamieszkującą duże rzeki, jeziora, zbiorniki zaporowe, spotykaną również w zlewiskach Morza Bałtyckiego, Czarnego i Kaspijskiego. Maksymalnie osiąga 1,3 m długości i wagę ok. 23 kg. Jest drapieżnikiem żywiącym się małymi rybami. Często bywa hodowany w stawach. Mięso jego jest delikatnego smaku (Sandacz).

2.3 Sytuacja rybołówstwa światowego

Przekonanie o nieograniczoności zasobów mórz w obecnych czasach nie ma racji bytu. Ze względu na drastyczne przełowienie wielu istotnych z gospodarczego punktu widzenia gatunków morskich jako surowców żywnościowych, wprowadzono poważne restrykcje dotyczące ilości i czasu ich połowu. Obecny stan jest skutkiem braku kontroli eksploatacji tych organizmów we wcześniejszych latach, a także gwałtownego postępu w technikach ich pozyskiwania, przetwórstwa i przechowywania. Dopiero po przyjęciu przez państwa nadmorskie międzynarodowego prawa morskiego, ustanawiającego 200-milową, przybrzeżną strefę rybołówstwa zaczęto obserwować nieznaczną poprawę. Obecnie praktycznie nie jest możliwe zwiększenie połowów żywności pochodzenia morskiego w ich naturalnych łowiskach, szczególnie dlatego, że znaczne ilości tych organizmów, które trafiają do sieci rybackich jako przyłów, są najczęściej wykorzystywane do produkcji mączki rybnej, bądź wyrzucane za burtę. Dla przykładu w samym akwenu Morza Północnego 1/3 połowów stanowi właśnie taki przyłów. Wiele gatunków ma jedynie lokalne znaczenie. Dlatego też wprowadzenie okresów ochronnych, właściwe i całkowite wykorzystanie połowów oraz uzależnienie ich wielkości od biologicznego stanu danej populacji, może spowodować wzrost ilości morskich surowców żywnościowych. Aby zrealizować zapotrzebowanie rynków światowych na żywność pochodzenia morskiego, jedynym sposobem jest sztuczna hodowla tych organizmów w akwakulturach. (Bykowski 2001, Bürgin i in. 2001, de Wilde i Kamstra 1995).

2.4 Konsumpcja żywności pochodzenia morskiego w Polsce

Morskie surowce żywnościowe w 78,6% wykorzystywane są w celach konsumpcji, jako produkty świeże, mrożone, przetwarzane (marynowane, solone, wędzone) czy w puszkach, stanowiące odpowiednio 35,5%, 23,6%, 8,8% i 10,6%. Pozostałe 30,4% poddaje się degradacji (26,8%) lub przeznacza na inne cele np. produkcję mączki rybnej (3,6%) (FAOa).

Konsumpcja żywności pochodzenia morskiego w Polsce wynosi $9,6 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{osobę}^{-1}$. W porównaniu do innych państw z Unii Europejskiej jak Francja ($29,7 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{osobę}^{-1}$), Grecja ($22,7 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{osobę}^{-1}$), Włochy ($23,1 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{osobę}^{-1}$), Portugalia ($57,4 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{osobę}^{-1}$) czy Norwegia ($50,0 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{osobę}^{-1}$) konsumpcja ta jest wciąż niska (FAOb). Przyczyną tak niskiego spożycia tych produktów w naszym kraju są wysokie ceny oraz brak

silnej tradycji konsumowania tego rodzaju żywności. Z drugiej strony w przeciągu ostatnich lat zaobserwowano zwiększony popyt na te produkty oraz rozwój przemysłu rybnego. Produkcja rybnych surowców żywnościowych w Polsce w 2003 roku wynosiła 214 780 t, z czego 180 254 to połowy, a 34 526 stanowiła hodowla. W 2001 roku wśród ryb najczęściej konsumowane były śledzie, mintaje, makrele, szproty i morszczuki. Polscy rybacy ze względu na wprowadzane okresy ochronne nie mają możliwości zaspokojenia potrzeb rynkowych przetwórstwa rybnego. Dlatego też wiele kompanii rybnych, zgodnie z wymaganiami klientów, importuje mrożone bądź świeże produkty morskie (CEE BIC). W 2003 roku import tego typu żywności wzrósł do 383 750 (U.S. \$ 1 000) w porównaniu z 2000 rokiem, w którym wynosił 297 715 (U.S. \$ 1 000) (FAOc).

2.5 Sposoby pozyskiwania żywności pochodzenia morskiego

Istnieją dwa sposoby pozyskiwania ryb i owoców morza. Pierwszy z nich polega na połowie tych organizmów bezpośrednio ze środowiska morskiego, z wykorzystaniem specjalnie oprzyrządowanych jednostek pływających. Drugą metodą jest hodowla tych zwierząt w akwakulturach.

2.5.1 Organizmy pływające

Połowy ryb

Ryby wchodziły w skład jadłospisu człowieka już we wczesnym okresie rozwoju ludzkości. W tamtych czasach pozyskiwane one były z wysychających zbiorników wodnych lub odławiane ręcznie na płytkich wodach. W miarę rozwoju ludzkości człowiek posiadał umiejętności budowania wioseł i łodzi, a w szczególności sieci, co umożliwiło połowy z daleka od brzegu. Obecnie wykorzystywane sposoby połowu za pomocą wędek, żaków i włoków nieznacznie tylko różnią się od dawnych metod tradycyjnych.

Użycie narzędzia haczykowego polega na wabieniu ryby za pomocą przynęty umieszczonej na haczyku. Stosuje się narzędzia w formie pojedynczej wędkę. W rybnictwie śródlądowym na sznurach zawierających dużą liczbę haczyków poławia się węgorze. Wśród ryb morskich pozyskuje się tą metodą łososie, trocie i na otwartym morzu tuńczyki.

Narzędzia pułapkowe posiadają najczęściej specjalne skrzydła, które kierują rybę do ich wnętrza. Do ich wykonania stosuje się drewno, płótno sieciowe, drut bądź tworzywa

sztuczne. Często bywają skonstruowane w formie labiryntu. Stosowane są do połowu tuńczyków na Morzu Śródziemnym, a także w Bałtyku w celu łowienia śledzi i węgorzy.

Narzędzia cedzakowe są to sieci o kształcie zwężonego na końcu worka. Są one ustawiane w prądzie wody (Bürgin i in. 2001, Sikorski 2004).

Połów w sieciach skrzelowych i oplątujących (wontach, pławicach, taklach, drygawicach) polega na zaczepianiu się ryb blaszkami skrzelowymi o oka tych sieci. Są one stawiane na dnie bądź swobodnie unoszą się w toni wodnej.

Sieci ciągnione używane są głównie w rybnictwie przybrzeżnym krajów ubogich, a także w połowach śródlądowych. Zbudowane są one ze skrzydeł ściąganych długimi linami o długości do kilkuset metrów i ze znajdującej się pomiędzy nimi matni. W Danii ten rodzaj sieci, zwanych niewodami duńskimi, jest przystosowany do połowów pełnomorskich i dennych.

Najważniejszymi narzędziami połowowymi są obecnie okrężnice, dragi, włoki rozpornicowe i tuki.

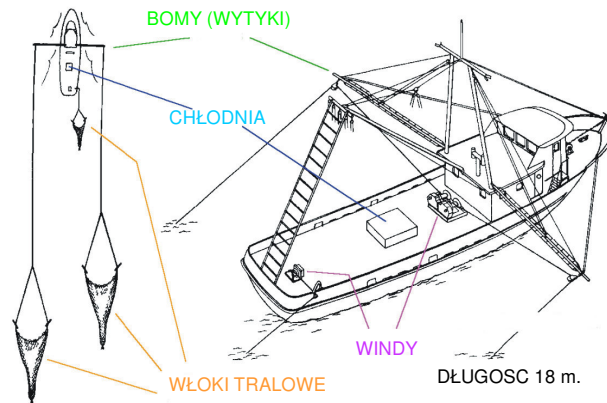
Okrężnice są to sieci o długości do 1800 m i wysokości ok. 200 m. Rozciągane są one po okręgu przez dwa statki, a po utworzeniu koła dolna część jest ściągana liną w ich kierunku. W ten sposób powstaje olbrzymia kieszeń okrążająca ławice ze wszystkich stron. W końcowym etapie połowu zaciągana jest liną górna krawędź sieci. Wykorzystywane są do połowów sardeli, sardynek, śledzi i makrel.

Narzędzia włóczne można wykorzystywać do połowu ryb dennych bądź zawieszonych w toni wodnej do łowienia ryb pelagicznych. U wejścia do włoka ciągniętego za pomocą lin przymocowanych do poruszających się równolegle statków znajdują się rozpornice. Umożliwiają one szerokie otwarcie i utrzymanie w tym stanie włoka w celu wypełnienia tej sieci poławianymi organizmami. Oprócz ryb tą metodą łowi się również krewetki.

W połowach wykorzystuje się również środki odurzające, głównie substancje roślinne, które paraliżują układ nerwowy ryb. Stosuje się również metody elektropołowu, w których wytwarzane pole elektryczne powoduje, że ryba zaczyna płynąć w kierunku anody i tam jest odławiana. Po wyjęciu tych organizmów z pola elektrycznego i ponownym włożeniu do wody w ciągu 20-70 minut ustępują wszystkie zaburzenia fizjologiczne (Sikorski 2004, Bürgin i in. 2001, de Wilde i Kamstra 1995).

Połowy krewetek

Trawlery - krewetkowce są to kutry rybackie wyposażone w urządzenia do połowu, a także do wstępnej preparacji i przechowywania poławianych organizmów. Obecność tego oprzyrządowania nadaje tym jednostkom charakterystyczny wygląd. W zależności od rodzaju łowiska (zalewy, ujścia rzek, łowiska szelfowe, połowy pelagiczne lub z dna morskiego) spotykane są kutry różniące się głębokością trału.



Rys. 2.45. Trawler

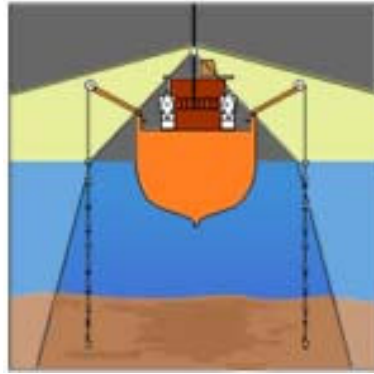
Połowy krewetek zaczynają się rozstawieniem bomów za burtą krewetkowca i odpowiednim ustawieniem włóków trałowych. Następnie, przy znacznie ograniczonej prędkości, sieci są opuszczane na właściwą głębokość, a jednostka w wyniku tej czynności przyjmuje kształt motyla. Po napełnieniu krewetkami, włoki wybierane są na pokład, gdzie następuje klasyfikacja złowionych organizmów, i w zależności od zapotrzebowania, obgotowywanie, mrożenie oraz pakowanie (Shrimp - catching, World Shrimp Catching, Sikorski 2004, Bürgin i in. 2001, de Wilde i Kamstra 1995).

Połowy kalmarów

Rejon północno-zachodniego Pacyfiku, oraz południowo-zachodniego Atlantyku to dwa główne obszary łowisk kalmarowych. Do połowu tych zwierząt mogą być stosowane trały, lub wędy podrywne z użyciem specjalnie wykonanych haków, ułożonych w kilku rzędach, z nałożoną na nie sztuczną przynętą. Wędy są opuszczane na linach w odstępach 0,7-1,1 m. Do ich wysuwania, a także nadawania im ruchu naśladującego żywą przynętę, stosuje się urządzenia zwane windami kalmarowymi (Squid - catching, Squid - catching industry).

Częstą metodą służącą do wabienia kalmarów jest zjawisko fototaksji tj. kierowania się zwierząt w stronę źródła światła. W tym celu wzdłuż burt trawleru zawieszają się tzw. girlandy

światłne, czyli lampy wabiące, będące źródłem światła o odpowiednim natężeniu oraz długości fali. Uzyskanie właściwej głębokości przenikania promieni światła w głąb toni wodnej powoduje, iż kalmary gromadzą się na granicy światła i cienia (Squid - catching, Squid - catching industry).



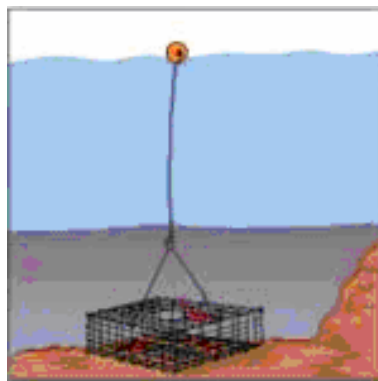
Rys. 2.46. Wykorzystanie zjawiska fototaksji w połowach kalmarów

Po zachodzie słońca, załoga unieruchomionego kutra lokalizuje ławicę tych głowonogów, włącza lampy, a w momencie nagromadzenia się znacznej ilości zwierząt, przynęta zostaje wprowadzona w ruch i rozpoczyna się połów. Większe jednostki połowowe zaopatrzone są w automatyczne urządzenia służące do patroszenia i odskórzania kalmarów (Squid - catching, Squid - catching industry, Squid - world's catching).

2.5.2 Organizmy żyjące na dnie

W celu pozyskania organizmów prowadzących osiadły tryb życia (małży), wykorzystuje się narzędzia kolne jak widły, grabie czy szczypce, przy użyciu których odrywa się małże od dna morskiego. Na skalę przemysłową stosuje się sieci wleczone po dnie: dragi i włoki.

Skorupiaki kroczące wabione są przynętą do klatek - pułapek. Są one skonstruowane na podobieństwo labiryntu, więc zwierzęta trafiające do takiej pułapki nie mogą się z niej wydostać. Rozstawianie większej ilości koszy jest procesem zautomatyzowanym i odbywa się przy użyciu oprzyrządowania wydajnego - wybierającego klatki. Połowy z wykorzystaniem pułapek sięgają do głębokości 500 m (Shrimp - catching).



Rys. 2.47. Kosz do połowu skorupiaków kraczących

W celu przetransportowania homary przygotowywane są w specjalny sposób. Kleszcze związuje się, aby zwierzęta nie kaleczyły się. Następnie układa się je w plastikowe lub drewniane skrzynki i zatapia w przybrzeżnej strefie morza. W Ameryce i Kanadzie przetrzymuje się jednorazowo do 4 000 sztuk. Handlarze europejscy w ten sposób przetrzymują pojedyncze osobniki lub najwyżej kilka tuzinów. Do dalszego transportu żywe homary, owinięte w słomę lub watę drzewną, pakowane są w pojemniki z otworami zapewniającymi im odpowiedni dopływ powietrza. Przy wysyłce do cieplejszego klimatu dokładana jest warstwa lodu. Transport w dalsze rejony odbywa się drogą lotniczą, homary są umieszczane w pojemnikach wypełnionych uzdatnianą chemicznie wodą, do której dostarczany jest tlen. Langusty do transportu obkładane są wilgotną watą drzewną. Aby zapobiec zmianie delikatnego smaku mięsa tych zwierząt przez zapach drewna, przed włożeniem do waty drzewnej zostają one dokładnie owinięte w papier. Odwłoki langust sprzedawane są w puszkach lub jako produkt mrożony (Seafood Watch, Sikorski 2004, Bürgin i in. 2001, de Wilde i Kamstra 1995).

2.6 Hodowla bezkręgowców morskich

2.6.1 Dane statystyczne

Ze względu na coraz mniejsze światowe połowy spowodowane przełowieniem akwenów, zmniejszeniem się liczby zwierząt w środowisku naturalnym, a także z uwagi na potrzebę obniżenia kosztów przetwarzania ryb i bezkręgowców morskich, żywnościowe

zapotrzebowania konsumentów w coraz większym stopniu pokrywają organizmy pochodzące z akwakultur (Bykowski 2001, FAOd, Seremak-Bulge i Hryszko 2004).

Tab. 2.1. Stan połowów i hodowli bezkręgowców morskich w 1997 i 2003 roku (FAOd, FAOe)

Grupy gatunków	Sposób pozyskiwania	Ilość (1 000 t) przypadająca na odpowiedni rok	
		1997	2003
Skorupiaki słodkowodne	Połowy	527	379
	Akwakultury	193	688
Kraby	Połowy	993	1324
	Akwakultury	71	183
Homary	Połowy	233	224
	Akwakultury	0	0
Krewetki	Połowy	2631	3524
	Akwakultury	933	1805
Pozostałe morskie skorupiaki	Połowy	1393	614
	Akwakultury	22	116
Mięczaki słodkowodne	Połowy	508	433
	Akwakultury	13	14
Ostrygi	Połowy	185	200
	Akwakultury	3080	4497
Małże	Połowy	231	186
	Akwakultury	1115	1589
Małże św. Jakuba	Połowy	533	186
	Akwakultury	1269	1178
Kalmary, ośmiornice	Połowy	3456	3513
	Akwakultury	0	0
Pozostałe morskie mięczaki	Połowy	1596	933
	Akwakultury	1136	1232

Obecnie wiele gatunków morskich surowców żywnościowych jest hodowanych komercyjnie. Światowe połowy wynoszące w 1997 roku 94 277 000 t zmniejszyły się do 90 220 000 t w 2003 roku. W analogicznych latach zanotowano znaczne zwiększenie hodowli w akwakulturach z 28 609 000 t do 42 304 000 t, co stanowi wzrost o ok. 48% (FAOe). W przeciągu ostatnich 25 lat w wielu nadmorskich krajach ze strefy tropikalnej i subtropikalnej zaobserwowano gwałtowny rozwój akwakultur skorupiaków (głównie krewetek z rodziny *Penaeid*) i mięczaków. Hodowla następujących gatunków krewetek: *Penaeus vannamei*, *Penaeus monodon*, *Penaeus chinensis*, *Macrobrachium rosenbergi* w 2003 roku wzrosła odpowiednio 5, 2,5 i ok. 10-krotnie w porównaniu z rokiem 1997. Największymi producentami są Chiny (ok. 70%), następnie Indie (ok. 5,5%), Indonezja (ok. 3%), Wietnam

(ok. 3%). Pozostałą część (ok. 20 %) pokrywają Japonia, Bangladesz, Tajlandia, Norwegia i Chile (FAOf). Większość z powyżej wymienionych państw zaliczana jest do krajów ubogich, a kwoty pozyskiwane dzięki hodowli w akwakulturach są istotnym składnikiem ich budżetu (Hashmi i in. 2002, Neiland i in. 2001).



Rys. 2.48. Główni hodowcy krewetki *Penaeus monodon* (FIGIS)

2.6.2 Hodowla krewetek

Popularność hodowli w akwakulturach bezkręgowców morskich spowodowana jest podatnością tych organizmów do rozwoju i życia w znacznym zagęszczeniu, a także w wodach słodkich. Dla przykładu w ilości do 25 sztuk \cdot m⁻² można hodować tak duże gatunki jak *Macrobrachium Rosenbergii* czy *Penaeus monodon*. W przypadku osobników o mniejszych rozmiarach jak *P. vannamei*, ich zagęszczenie może wynosić nawet do 39 sztuk \cdot m⁻² (Spaargaren 1997, Flaherty i in. 1999).

Początkowym etapem w organizacji akwakultur krewetkowych jest otrzymanie jaj i larw przeznaczonych do dalszej hodowli. W większości z nich wykorzystuje się larwy ze sztucznego rozrodu, pozyskiwane ze specjalnie wyselekcjonowanych osobników danego gatunku. Uzyskane larwy mogą dalej dojrzewać w systemie jedno- lub dwufazowym. W systemie jednofazowym trafiają one bezpośrednio do zbiorników z organizmami dorosłymi. Natomiast w systemie dwufazowym zanim trafią do tych zbiorników, są one wpuszczane do tzw. „nursery tanks”, w których dojrzewają w ściśle kontrolowanych warunkach i są

odpowiednio dokarmiane. Wylęgarnie tzw. „hatcheries” klasyfikuje się według trzech rodzajów na (Flaherty i in. 1999, Dolmer i Frandsen 2002):

- małe, w których w naturalny sposób hoduje jedną postać larwalną krewetek. W zależności od warunków naturalnych przeżywalność wynosi 0-90%
- średnie, w których używa się większych zbiorników. Larwy rozwijają się w sposób naturalny, lecz w razie konieczności np. epidemii podejmuje się stosowną działalność. Wydajność tej metody wynosi do 40%
- duże, w których hodowla odbywa się w ogromnych zbiornikach, a wszystkie parametry związane z rozwojem larw są ściśle kontrolowane. Metoda ta charakteryzuje się 50-80% wydajnością

Podczas kolejnego etapu hodowli, przez kolejne 3-6 miesięcy, organizmy te osiągają wymiary handlowe. Akwakultury krewetek organizowane są w postaci trzech rodzajów hodowli (Flaherty i in. 1999, Dolmer i Frandsen 2002, Bürgin i in. 2001, FIGIS):

- w hodowli ekstensywnej wykorzystuje się narybek trafiający do naturalnych zbiorników wodnych (np. lasy namorzynowe) bezpośrednio z wód morskich. Cechą charakterystyczną tej metody są duże powierzchnie akwakultur, małe zagęszczenie (poniżej 25 000 osobników na hektar), dzienna wymiana wody do 5% oraz naturalna hodowla bez dokarmiania
- w metodzie półintensywnej wykorzystuje się larwy pochodzące zarówno ze środowiska naturalnego jak i z hodowli. Ilość osobników przypadających na hektar waha się od 100 000 do 300 000, a dzienna wymiana wody może stanowić do 25%. W hodowli tej stosuje się sztuczne dokarmianie oraz w razie potrzeby leczenie antybiotykami
- metoda intensywna polega na hodowli krewetek przy bardzo dużym zagęszczeniu populacji (powyżej 300 000 sztuk na hektar) z bardzo dużą ich wydajnością (nawet od ok. $20\,000\text{ kg} \cdot \text{hektar}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$). Warunki hodowli są bardzo ściśle kontrolowane – stan wody oraz sposób dokarmiania. Występują również hodowle osiągające do $100\,000\text{ kg} \cdot \text{hektar}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, jednak przy takiej metodzie istnieje duże niebezpieczeństwo rozprzestrzenienia się epidemii

2.6.3 Hodowla omułek

Dominującym rejonem świata w hodowli i konsumpcji omułek jest Europa. Państwami przodującymi w uprawach tych organizmów są Hiszpania i Holandia, a głównymi ich odbiorcami Francja i Belgia. Małże uzyskane z chowu sztucznego odznaczają się dużo większą mięsnością i cieńszą muszlą. W zależności od zastosowanego sposobu odżywiania mogą odróżniać się smakiem mięsa i ubarwieniem muszli od swoich odpowiedników występujących w środowisku naturalnym. Istnieje kilka metod hodowli omułek stosowanych w zależności od rodzaju wybrzeża. W Holandii w tym celu stosuje się uznawaną za najnowocześniejszą metodę denną. Kilka razy w roku, odławia się przyniesione z prądem wody małe małże z rejonów słabo napowietrzonych i przesiedla na płytkie przybrzeżne wodny z odpowiednią jej cyrkulacją. Następnie osadza się je na przytwierdzonych do dna morza palach bądź bezpośrednio na samym dnie. Umożliwia to hodowlę większej ilości organizmów na mniejszym obszarze. Po uzyskaniu 3-4 cm długości małże są przekładane w głębsze miejsca i tam pozostają do osiągnięcia wielkości handlowych (5-7 cm), gdzie mogą być sztucznie dokarmiane. Końcowym etapem jest umieszczenie ich w tzw. „mokrych magazynach”, w celu pozbycia się piasku i innych zanieczyszczeń. Omułki mogą być w tym miejscu przetrzymywane nawet do 3 tygodni, co gwarantuje ich świeżość, a kupującym hurtownikom ciągłe zaopatrzenie (Bürgin i in. 2001, Dolmer i Frandsen 2002).

Hodowla omułek na linach jest metodą rozpowszechnioną głównie w Hiszpanii. Z uwagi na systematyczną wymianę wody wymuszaną ciągłymi przyptykami i odpływami hiszpańskie wybrzeża Oceanu Atlantyckiego są obszarami sprzyjającymi ich rozwojowi. Szczególnie, że w takich warunkach plankton będący ich pokarmem bardzo szybko rozwija się. Organizmy te już po 7-8 miesiącach osiągają rozmiary handlowe. Uzyskanie takiej wielkości w innych rejonach np. w Anglii zajęłoby 4-5 lat. Podstawą konstrukcji systemu hodowli na linach są pływające drewniane pomosty, bądź liny o długości do kilku kilometrów przytwierdzone do dna za pomocą betonowych bloków. Do nich przytwierdza się rękawy ze specjalnej siatki bądź fragmenty lin zakończone dyskami, na których rozwijają się małże pochodzące z połowów bądź ze specjalnych gospodarstw. Owinięte są one delikatną tkaniną o średnicy otworów większej niż średnica małży, co umożliwia ich odpowiednie ułożenie względem prądu wody. Zwierzęta przytwierdzają się do lin za pomocą bisiorów, dzięki czemu nie wypadają z rękawów hodowlanych. Podczas wzrostu są one dwu- lub trzykrotnie przesadzane. Przez okres hodowli z ok. 2 kg omułek uzyskuje się 15-30 kg osobników dorosłych (Breber i Sirocco 1998, Bishop 2001, Bürgin i in. 2001).

2.6.4 Hodowla ostryg

Głównymi producentami ostryg hodowlanych są kraje dobrze rozwinięte tj. Stany Zjednoczone, Japonia, Holandia, Dania, Francja, Anglia czy Australia. Ich hodowla zajmuje od 3 do 5 lat. Larwy ostryg wyławiane są zaraz po rozrodzie i umieszczane na okres ok. 8 miesięcy w specjalnych „kolektorach”, którymi mogą być zawieszony na drutach muszle, plastikowe sztabki lub cegły, do których ostrygi przyczepiają się. Następnym etapem trwającym 2-3 lata są tzw. „ostrygowe grzędy” - wydzielone w strefie pływów obszary, zabezpieczone przed innymi zwierzętami żywiącymi się nimi. Organizmy te umieszczane są w ustawionych bezpośrednio na dnie bądź na niewielkich podniesieniach pojemnikach, które umożliwiają swobodny przepływ wody morskiej wraz z planktonem. Wymagają one specjalnego traktowania tzn. nie mogą dorastać w zbyt dużej ilości w jednym zbiorniku. Należy także czyścić ich muszle z porastających na ich powierzchni glonów i omułków. W tym czasie ostrygi dorastają do wielkości rynkowych (Bürgin i in. 2001).

Kolejny etap (tuczu), trwający 10-12 miesięcy, związany jest z poprawą ich właściwości smakowych, uzyskiwanych dzięki specjalnemu dokarmianiu i odpowiednim stanie wody. W tym celu ostrygi umieszczane są w specjalnych basenach bądź zbiornikach z wodą morską - „claires”, lecz mniej słoną niż w poprzednim etapie hodowli. Najbardziej wyszukane i pożądanym są organizmy koloru zielonego, uzyskanego dzięki dużej zawartości Cu w okrzemkach będących ich pokarmem oraz o smaku delikatnie orzechowym. Francuska nazwa ostryg „marennes” lub „fines du claires” świadczy, że zostały one tym zabiegom poddane.

Końcowym etapem jest „kwarantanna” w czystej wodzie, podczas której pozbywają się one piasku oraz innych zanieczyszczeń. Poprzez krótkotrwałe pozbawianie ich wody, ostrygi szybko uczą się szczelnie zamykać skorupy i w ten sposób zostają przystosowane do transportu bez straty ich właściwości kulinarnych (Bürgin i in. 2001).

2.7 Przetwórstwo owoców morza

2.7.1 Wstępne przygotowanie produktów

W celu dostarczenia konsumentom morskich produktów żywnościowych odznaczających się odpowiednimi właściwościami żywieniowymi, sensorycznymi, a także jakością sanitarno-higieniczną, poddaje się je, często już na pokładach statków, odpowiednim

zabiegom. Złowione owoce morza są bardzo podatne na zmiany jakości ich mięsa związane z procesami jęlczenia, rozwojem flory bakteryjnej oraz reakcjami rozkładu enzymatycznego związków wysokoenergetycznych (ATP) w mięśniach. Dlatego też bezpośrednio po złowieniu, po wcześniejszym umyciu, są one obgotowywane za pomocą przegrzanej pary bądź wody morskiej, co oprócz uzyskania atrakcyjnego, różowego koloru, zapobiega rozkładowi ATP. Utrzymanie stężenia ATP na wysokim poziomie, polepsza smakowość mięsa tych organizmów, a także chroni przed niepożądanymi przemianami związanymi z procesami zamrażania i rozmrażania tych produktów (Sikorski 1980, Sikorski 2004, Keizer 1995).

Kolejny proces to podmrażanie. W tym celu wykorzystuje się wodę morską o temperaturze 0-2 °C bądź w celu dłuższego składowania stosuje się kruszony lód.

Istotnym etapem, znacząco wpływającym na cenę produktów, jest segregacja krewetek według rozmiaru. Rozmiary tych bezkręgowców podawane są jako ilość sztuk na jednostkę masy. Dla przykładu 100-200 szt · lb⁻¹ oznacza, że jeden funt (0,45 kg) zawiera 100-200 sztuk krewetek.

Wstępna preparacja morskich produktów żywnościowych związana jest głównie z ich płukaniem, odtłuszczaniem, odskorupianiem, odskórzaniem i pozbawianiem niejadalnych wnętrzności. W celu usunięcia wirusów i bakterii, małże dodatkowo są przepłukiwane wodą odkażoną chlorem bądź promieniami UV. W zależności od zapotrzebowania małżom i skorupiakom usuwa się muszle i pancerze. Proces ten przeprowadza się ręcznie z użyciem noży bądź w przypadku małych rozmiarów krewetek stosuje się automatyczne urządzenia. Dziesięcionogi kroczące natychmiast po połowie obgotowuje się w wodzie z dodatkiem NaCl lub w wodzie morskiej. Następnie usuwa się im pancerze i niejadalne wnętrzności. Mycie ryb w mechanicznych płuczkach poprzez ocieranie ich o ściany tych urządzeń, dodatkowo ma na celu ich odtłuszczenie. Obecnie wśród konsumentów największą popularnością cieszą się filety z ryb, które powstają przez wycięcie mięśni grzbietowych i brzusznych. W tym celu wykorzystuje się tzw. fileciarki, które dodatkowo mogą być wyposażone w urządzenia wycinające wyrostki ościste. Skóra odcinana jest przy użyciu odskórzarek zaopatrzonych w noże nieruchome, oscylujące lub taśmowe (Josupeit 2001, Sikorski 1980, Sikorski 2004, Keizer 1995).

2.7.2 Sposoby przetwarzania i przechowywania ryb oraz owoców morza

By móc się delectować żywnością pochodzenia morskiego nie tylko w sezonach połowowych, lecz przez cały rok, a także w miejscach, w których nie występują w środowisku naturalnym, stosuje się szereg metod związanych ze sposobem ich przetwarzania i przechowywania. W dalszym ciągu zastosowanie mają tradycyjne metody jak wędzenie, suszenie, solenie i marynowanie.

W handlu ryby suszone występują w dwóch formach jako nie solone „Stockfish” i solone „Klippfish”. Po usunięciu wnętrzności i głowy są one suszone na powietrzu. Najczęściej wykorzystuje się dorsze, czarniaki, plamiaki czy molwy.

Do solenia używa się gatunków tłustych, jak śledzie, makrele, sardele czy łososie. W początkowym etapie są one pozbawiane wody, a następnie po nasyceniu ich skurczonych tkanek roztworem soli zwanym solanką ulega ścięciu białko. Związki aromatyczne są uwalniane dzięki aktywności charakterystycznych enzymów występujących w ich mięśniach. W krajach skandynawskich popularne są śledzie ziołowe, do produkcji których oprócz soli dodaje się przeróżne kompozycje ziół, a nawet cukier.

Marynaty są to produkty zakwaszane, które wcześniej nie były w żaden sposób przetwarzane. Są one sporządzane głównie ze śledzi, a także coraz częściej spotykane są marynaty z owoców morza. Filety ryb są przetrzymywane w zalewie octu z solą. W celu uzyskania delikatniejszego smaku dodatkowo stosuje się cukier i przyprawy. Ryby smażone i gotowane również nadają się do marynowania.

Morskie produkty żywnościowe gotowane pokryte galaretą bądź specjalnym sosem są konserwowane w puszkach bez dostępu powietrza i sterylizowane w temperaturze 100-120 °C (Sikorski i in. 1995, Sikorski 2004, Bürgin i in. 2001).

Obecnie stosuje się metody mrożenia konwekcyjnego z użyciem ciekłego azotu lub innych skroplonych gazów obojętnych np. freonów. Zamrażanie fluidyzacyjne w prądzie bądź w przeciwaprądzie zimnego powietrza stosowane jest do uzyskania efektu indywidualnego mrożenia organizmów charakteryzujących się niewielkimi rozmiarami np. krewetek koktajlowych. Bezkęgowce o dużych rozmiarach jak kraby czy homary, mrozi się stosując ciekłe gazy. Taki sposób zamrażania znacząco obniża sublimację lodu z tkanek, dzięki czemu zachowują się walory smakowe i atrakcyjny wygląd zwierząt (Sikorski 2004, Bürgin i in. 2001).

Użycie wyżej wymienionych metod - indywidualnego szybkiego mrożenia (IQF), a także pakowania w modyfikowanej atmosferze gazów obojętnych (MAP), gwarantuje otrzymanie produktu „przyjaznego konsumentowi”, tj. prostego do przyrządzenia, utrzymującego swoje właściwości odżywcze zarówno w trakcie przechowywania jak i podczas obróbki kulinarnej. W handlu są również dostępne gotowe dania zawierające owoce morza, wymagające jedynie podgrzania w kuchenkach mikrofalowych (Bishop 2001).

2.7.3 Produkcja surimi

Surimi są to farsze rybne bądź z dodatkiem owoców morza, wytwarzane głównie z ryb takich jak dorsz, mintaj, błękitek, rdzawiec, posiadających białe, chude mięso, o dużej zdolności żelowania. Obecnie nowe metody wytwarzania tego farszu umożliwiają użycie w jego produkcji ryb tłustych, posiadających mięso koloru czerwonego takich jak sardynki, makrele i łososie. Dzięki specjalnym technologiom usuwania tłuszczów i pigmentów uzyskuje się farsze o właściwościach zbliżonych do surimi wytwarzanych z ryb chudych (Kołakowski 1986, Sikorski 2004, Bürgin i in. 2001).

Produkcja surimi składa się z następujących procesów:

- przepłukiwanie mięsa wodą mające na celu usunięcie białek sarkoplazmatycznych i zwiększenie zawartości białek miofibrylarnych, o dużych właściwościach żelujących, a także wyługowanie związków chemicznych mogących niekorzystnie wpływać na jakość farszu podczas jego zamrażania
- łączenie otrzymanego farszu w tzw. kutrach z przyprawami i substancjami stabilizującymi (cukry, polifosforany, NaCl) w celu uzyskania produktu o odpowiedniej jakości

Ostatnim etapem jest formowanie surimi na kształt mięsa krabów bądź innych bezkręgowców, odpowiednio aromatyzowanych, będących produktami gotowymi do spożycia lub w postaci bloków służących do dalszego przetwarzania. Surimi wykorzystywane jest również do produkcji wędlin rybnych, zwanych kamaboko bądź innych produktów jak obsmażane rurki- chikuwa, czy hampen - placków z dodatkiem ziemniaków. Zamrożony w temperaturze -35 °C produkt jest następnie przechowywany w temperaturze do -28 °C (Kołakowski 1986, Sikorski 2004, Bürgin i in. 2001).



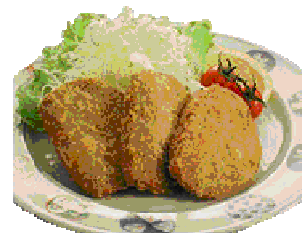
Rys. 2.49A. Surimi



Rys. 2.49B. Kamaboko



Rys. 2.49C. Chikuwa



Rys. 2.49D. Hampen

2.8 Składniki mineralne i ich znaczenie dla człowieka

2.8.1 Rys historyczny

Miniony wiek obfitował w wiele odkryć związanych z nauką o żywności. Między innymi poznano biologiczne funkcje wielu składników mineralnych, które spowodowały zakwalifikowanie ich jako niezbędnych dla zdrowia człowieka składników odżywczych. W drugiej połowie XX wieku, wraz z rozwojem wiedzy na temat współzależności pomiędzy zawartością składników mineralnych w diecie człowieka, a rozwojem wielu chorób cywilizacyjnych, uaktualniono definicje dotyczące niezbędnych składników pokarmowych, a w tym niezbędnych składników mineralnych. Znajomość funkcji składników mineralnych umożliwiła naukowe podejście do wielu zdrowotnych problemów istniejących na świecie. Najbardziej powszechnym żywieniowym deficytem na świecie jest niedobór Fe. Poznanie absorpcji i metabolizmu tego pierwiastka otworzyło drogę pozwalającą na zapobieganie jego niedoborom. Podobnie wiedza na temat roli Zn we wzroście i rozwoju organizmu oraz jego obecność w enzymach spowodowały, że jego deficyt został uznany jako jedna z przyczyn niedożywienia dzieci na całym świecie. Lepsze zrozumienie biologii i metabolizmu Cu jako czynnika uczestniczącego w interakcjach pomiędzy dietą, a chorobami serca, spowodowało włączenie jej w skład niezbędnych składników mineralnych (Bogden 2000).

2.8.2 Podział i znaczenie składników mineralnych

W organizmie człowieka składniki mineralne stanowią ok. 4%. Ze względu na fakt, iż organizm ludzki nie umie ich syntetyzować, muszą być one dostarczane wraz z pożywieniem. Ich właściwe stężenie oraz proporcje w tkankach i płynach ustrojowych wpływają na

prawidłowy rozwój i funkcjonowanie organizmów żywych. Zarówno ich nadmiar, jak i deficyt może powodować choroby zarówno u poszczególnych osób jak i wśród całych populacji. Uwzględniając dzienne zapotrzebowanie człowieka na biopierwiastki zostały one podzielone na (Lall 1995, Panczenko-Kresowska i Ziemiański 2001, Nielsen 2000, Nabrzyski 2002):

- makroelementy, czyli pierwiastki, których dzienne zapotrzebowanie kształtuje się powyżej 100 mg. Są to Na, K, Ca, Mg, S, Cl i P
- mikroelementy, pierwiastki których dzienne zapotrzebowanie wynosi poniżej 100 mg. Do tej grupy zaliczmy: Fe, I, Zn, Mn, Cu, Co, Mo, F, Se i Cr
- ultraelementy, czyli te pierwiastki, których żywieniowe zapotrzebowanie zazwyczaj wynosi mniej niż $1 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, a często mniej nawet niż $50 \text{ng} \cdot \text{g}^{-1}$ diety zwierząt laboratoryjnych. Do tej kategorii zaliczane są następujące pierwiastki: As, B, Br, Cd, Pb, Li, Ni, Si, Sn i V

Spośród 112 pierwiastków wchodzących w skład tablicy Mendelejewa 21 zostało uznanych jako niezbędne dla człowieka.

2.8.3 Podstawowe funkcje składników mineralnych

W organizmie człowieka składniki mineralne występują jako sole związków organicznych lub nieorganicznych, które są rozpuszczalne bądź nierozpuszczalne w wodzie. Są one integralną częścią składową płynów ustrojowych i tkanek. Funkcje budulcowe pełnią Ca, Mg, P, Si oraz F, wśród których Ca i P uczestniczą w budowie szkieletu i uzębienia, Ca wraz z Mg utrzymują w odpowiednim napięciu synapsy nerwowo-mięśniowe, a sam Ca bierze udział w procesach krzepnięcia krwi. Funkcje fizjologiczne hormonów utrzymują m.in. Ca, Cr, I, Mg, Na, K i Zn, które również mają swój udział w ich budowie. W skład płynów ustrojowych wchodzi Na, K i Cl, które regulują gospodarkę wodną organizmu i funkcjonowanie błon biologicznych. Natomiast większość mikroelementów jak Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Se i Zn stanowi grupy proteolityczne enzymów. (Panczenko-Kresowska i Ziemiański 2001, Nabrzyski 2002).

2.8.4 Ultraśladowe pierwiastki - ich potencjalne funkcje fizjologiczne

Termin ultraśladowe składniki mineralne dotyczy pierwiastków, dla których, w wyniku badań uzyskano dowody, że są niezbędne dla zwierząt. Jednak znaczenie ich dla organizmu ludzkiego nie jest dokładnie wyjaśnione. Jedną z przyczyn powodujących trudności w ustaleniu znaczenia tych pierwiastków dla organizmu człowieka są bardzo niskie poziomy ich dziennego zapotrzebowania. Zapotrzebowanie na wybrane ultraelementy staje się widoczne w momencie wystąpienia żywieniowych, metabolicznych, hormonalnych bądź fizjologicznych zaburzeń, które w efekcie zwiększają zapotrzebowanie na te pierwiastki lub uszkadzają ich metabolizm. Czyli niewystarczające ich pobranie jest do stwierdzenia dopiero w momencie, gdy zaburzenia w organizmie je uwydatniają lub powodują zmianę jego wykorzystania. Co więcej, niedobory ultraelementów przypuszczalnie uznawane są za jedne z przyczyn występowania chorób o nie do końca wyjaśnionej etiologii, jak miażdżyca, osteoporoza, zapalenie kości i stawów, nadciśnienie tętnicze czy niedokrwistość (Nielsen 1993, Nielsen 2000).

2.8.5 Czynniki wpływające na zwiększone zapotrzebowanie na biopierwiastki

Mimo że, pierwiastki śladowe odgrywają kluczową rolę w wielu procesach życiowych w organizmie, zjawisko występowania nieznacznych ich niedoborów jest praktycznie przez organizm nie odczuwalne. Dzieje się tak dzięki regulacyjnemu działaniu mechanizmów homeostatycznych zapewniających odpowiednią równowagę w organizmie człowieka. Istnieją jednak sytuacje, w których niedobory tych pierwiastków powodują zagrożenie zdrowotne i wymagają ich uzupełnienia. Są to:

- wrodzone wady metabolizmu powodujące zaburzenia w procesach wchłaniania, przyswajania bądź wydalania biopierwiastków
- zmiany metabolizmu biopierwiastków będące konsekwencją niedożywienia bądź stanu chorobowego organizmu
- deficyt składników mineralnych wynikający ze zmiany diety, manipulacji dietą lub pośrednich czy bezpośrednich interakcji z innymi składnikami odżywczymi czy lekami

- zwiększone zapotrzebowanie spowodowane nagłymi bądź znacznymi uszkodzeniami szlaku metabolicznego wymagającego danego pierwiastka

Podsumowując można stwierdzić, że niewystarczające pobranie danego pierwiastka śladowego jest odczuwalne dla organizmu w momencie, kiedy jest on w stanie zachwiania równowagi homeostatycznej spowodowanego wyżej wymienionymi czynnikami, co sprawia, że zapotrzebowanie na dany pierwiastek wzrasta (Nielsen 1993).

2.8.6 Czynniki wpływające na biodostępność składników mineralnych

Wiele z czynników ma znaczący wpływ na biodostępność składników mineralnych. Znajomość ich pozwala lepiej zrozumieć współzależności zachodzące pomiędzy składnikami mineralnymi a zdrowiem człowieka.

Do tych czynników zaliczamy (Ziemiański 2001, Bogden 2000):

- interakcje pomiędzy składnikami mineralnymi
- stopień utlenienia składników mineralnych
- występowanie w składzie enzymów i innych makromolekuł
- występowanie w strukturach chelatujących
- stopień wchłaniania i wydalania
- ogólną kondycję organizmu
- formę przygotowania żywności
- czynniki zewnętrzne

Interakcje występujące pomiędzy składnikami mineralnymi

Interakcje również mogą występować pomiędzy nimi samymi. W pewnych okolicznościach mogą one być istotne i mieć znaczący wpływ na ludzkie zdrowie. Interakcje pomiędzy składnikami odżywczymi można podzielić na bezpośrednie i pośrednie. Bezpośrednie to zjawiska konkurencji, jakie występują podczas wchłaniania w jelicie, a także w trakcie wykorzystania biopierwiastków w tkankach. Natomiast pośrednie występują, gdy jeden ze składników mineralnych jest zaangażowany w metabolizm drugiego, lub kiedy niedobór czy toksyczność danego pierwiastka wpływa na hormonalne zmiany bądź powoduje uszkodzenie tkanek, co w konsekwencji zaburza metabolizm innego składnika mineralnego (Nielsen 1993).

Konsumpcja dużych ilości Zn przez długi okres czasu powoduje w organizmie człowieka deficyt Cu, co w konsekwencji może prowadzić do anemii. Pobrany wraz z pokarmem Se zmniejsza toksyczność Hg. Małe dawki Cd, poprzez inicjację syntezy w wątrobie i nerkach metalotionein, wykazują działanie ochronne w stosunku do toksycznego działania Hg i Cd. Wysokie pobranie Ca i Mg zmniejsza absorpcję jelitową Pb. Jest to korzystny efekt, lecz nadmiar Ca może również redukować wchłanianie Fe i Zn. Molibden natomiast zmniejsza retencję Co w organizmie. Poza tym każdy ze składników mineralnych, po przekroczeniu pewnej specyficznej dla siebie dawki, wykazuje działanie toksyczne (Bogden 2000).

Stopień utlenienia

Istotne znaczenie ma również stopień utlenienia danego pierwiastka, co również wpływa na jego funkcje biologiczne bądź toksyczność. Dla przykładu Cr jako niezbędny składnik mineralny występujący w żywności, znajduje się na +3 stopniu utlenienia. Nawet znacznie większe pobranie Cr na tym stopniu utlenienia niż zazwyczaj jest bardzo dobrze tolerowane przez organizm. Natomiast Cr na +6 stopniu utlenienia nie jest już pierwiastkiem niezbędnym, lecz wręcz przeciwnie - toksycznym. Chromiany pobrane z powietrzem do płuc uznane zostały jako czynnik wywołujący raka tego narządu (Bogden 2000).

Występowanie w składzie enzymów i hormonów

Jony metali takich jak Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Se i Ni, wiążą się ze specyficznymi białkami, tworząc w ten sposób enzymy o wyjątkowych funkcjach katalitycznych. Dla przykładu dysmutaza ponadtlenkowa, izolowana z cytoplazmy ssaków, posiada w jednej cząsteczce dwa atomy Cu i jeden atom Zn. Atom Zn w tym enzymie może być zastąpiony przez niemal każdy pierwiastek tej grupy przejściowej z zachowaniem swojej aktywności katalitycznej. Jednak zastąpienie Cu nie jest możliwe. Podobnie Co i wiele innych metali może być podstawiony zamiast atomów Zn w wielu enzymach (np. karboksypeptydaza, fosfataza alkaliczna) i utrzymywać aktywność enzymatyczną. Brak Se w składzie peroksydazy glutationowej prowadzi do rozległej hemolizy. Pierwiastki śladowe mają również wpływ na aktywność hormonalną. Niemetale, jakim jest I, uczestniczą w biosyntezie hormonów tarczycy, a obecność Cr wpływa na aktywność insuliny (Bogden 2000).

Występowanie w strukturach chelatujących

Związki chelatujące poprzez utworzenie jednego, dwóch lub więcej wiązań z atomami grupy przejściowej (np. z Fe, Cu, Cr, Mo i Mn) tworzą zamknięte, termodynamicznie trwałe struktury. Najczęściej wiązanie powstaje pomiędzy atomami tlenu, siarki czy azotu związku chelatującego, a pierwiastkiem śladowym. Przykładem takiej struktury występującym w organizmie ludzkim jest hemoglobina, a w świecie roślin – chlorofil. Związki chelatujące jako leki spełniają dwie funkcje. Wprowadzają do organizmu związki o działaniu odżywczym, bądź leczniczym (mikroelementy), a z drugiej strony mogą być wykorzystane do usunięcia szkodliwych substancji (pierwiastki toksyczne) (Bogden 2000).

Stopień wchłaniania i wydalania

Są to dwa kolejne czynniki, które powinny zostać rozważone przy ustaleniu odpowiedniej dawki pobrania mikro- i makroelementów. Zaburzenia równowagi pomiędzy nimi mogą doprowadzić do deficytu lub efektu toksycznego spowodowanego w pierwszym przypadku niedoborem, a w drugim nadmiarem danego biopierwiastka. Zaburzenia właściwej absorpcji Fe mogą doprowadzić do stanu patologicznego, w którym duże ilości tego pierwiastka ulegają nagromadzeniu w tkankach. Osoby z chorobą wątroby, polegającą na zaburzonym wydalaniu lub produkcji żółci mogą być narażone na zatrucia Mn, ponieważ właśnie żółć uczestniczy w szlaku metabolicznym wydalania tego pierwiastka.

Wiadomym jest, że absorpcja, retencja i metabolizm większości niezbędnych składników mineralnych są wyraźnie związane z obecnością związków nieodżywczych w diecie. Nadmiar włókna pokarmowego w pożywieniu może powodować trwałe wiązanie jonów niektórych metali, np. Ca, Fe, Cu i Zn (Ziemiański 2001).

Ogólna kondycja organizmu

Stan fizjologiczny organizmu również ma wpływ na bioprzyswajalność składników mineralnych, a także na zmniejszone lub zwiększone ich zapotrzebowanie. Zaliczają się tu wspomniane powyżej zaburzenia w funkcjonowaniu poszczególnych narządów związane ze stanem chorobowym organizmu bądź przyjmowane środki farmakologiczne. Dla przykładu leki o działaniu chelatującym, stosowane w leczeniu gruźlicy wchodzi w interakcje z Zn; także ciąża, która zmienia metabolizm wielu mikroelementów jak Cu, Zn i Fe, lub zapotrzebowanie na nie, podobnie jak laktacja, płęć, czy wiek człowieka (Ziemiański 2001).

Czynniki zewnętrzne

Czynniki znacznie zmieniającymi zakres wyznaczonych norm spożycia są: stan zdrowia, wiek, płeć, stres, funkcja nerek, obecność innych składników pożywienia, temperatura otoczenia, a także wysiłek fizyczny (Ziemiański 2001).

2.8.7 Definicje „niezbędności”

Za niezbędne składniki odżywcze, zgodnie z koncepcją ustaloną w 1940 roku przez Food and Nutrition Board, uznano chemiczne substancje występujące w żywności, nieodzowne do życia, rozwoju organizmu oraz jego naprawy, których organizm sam nie potrafi syntetyzować. Na przełomie lat 1960-1970 ustalono kryteria obowiązujące przy klasyfikowaniu składników mineralnych jako niezbędnych dla człowieka.

Zganie z tymi wytycznymi pierwiastek uznawano za składnik mineralny, gdy (Nielsen 2000):

- oddziaływał z materiałem biologicznym
- występował w wodzie i glebie, czyli na drodze ewolucji wchodził w skład organizmów żywych
- był obecny w organizmach zwierząt w znaczących ilościach
- charakteryzował się dużą różnicą pomiędzy dawką toksyczną a dawką odżywczą
- występował w równowadze homeostatycznej w organizmie, dzięki której nieznaczne zaburzenia w jego pobraniu nie miały wpływu na ogólną kondycję organizmu
- jego deficyt powodował szkodliwe i trwałe uszkodzenie biologicznych funkcji organizmu

W latach 1980-1990, ze względu na fakt, iż na podstawie wyżej wymienionej definicji, sugerowano uznanie za niezbędne wielu pierwiastków, których częściowy deficyt powodował nieznaczne fizjologiczne czy biochemiczne zmiany, ustanowiono nowe wytyczne dotyczące „niezbędności” składników mineralnych. Obecnie wielu naukowców uważa, że dany pierwiastek nie jest niezbędny, jeżeli jego niedobór nie powoduje śmierci czy też nie uszkadza funkcji życiowych. Stwierdzenie to nie dotyczy tych składników, których biochemiczne funkcje są dobrze poznane. Jednak są również naukowcy posługujący się starszą definicją niezbędności. Dlatego też nie istnieje zamknięta lista składników

mineralnych powszechnie uznanych za niezbędne, przeciwnie szereg z nich, szczególnie pierwiastków występujących w śladowych ilościach, jest rozważanych jako przypuszczalnie niezbędne.

W celu uznania danego pierwiastka za przypuszczalnie niezbędny żywieniowo składnik kierowano się następującymi kryteriami (Nielsen 2000):

- stały niedobór danego pierwiastka w pożywieniu zwierząt prowadzi do zaburzeń ich biologicznych funkcji, co jest do uniknięcia lub do wyleczenia poprzez zapewnienie organizmowi ilości potrzebnych fizjologicznie
- biochemiczne funkcje, jakie spełnia dany pierwiastek w organizmach żywych są również kontynuowane *in vitro*
- jest on składnikiem biologicznie czynnych molekuł w niektórych żywych organizmach
- spełnia nieodzowne zasadnicze funkcje w niższych formach życia

2.8.8 Fizjologiczne funkcje i działanie toksyczne As, Cd, Pb oraz Ni

Arsen

Doświadczenia przeprowadzone na zwierzętach (kurczakach, chomikach, kozach i świniami) polegające na wyłączeniu z ich diety As wykazały, że nastąpiło osłabienie wzrostu tych zwierząt, zaburzenia płodności oraz wzrost śmiertelności okołoporodowej. Poza tym u kóz zaobserwowano zmniejszenie zawartości trójglicerydów w surowicy krwi oraz uszkodzenie mięśnia sercowego. Wśród innych objawów wynikających z pozbawienia zwierząt As stwierdzono zmiany w stężeniach składników mineralnych w poszczególnych organach np. zwapnienie nerek u samic szczurów. Reakcja organizmu na brak tego pierwiastka może być zmieniona i uwydatniona w obecności innych czynników, co w konsekwencji może wpływać na metabolizm aminokwasów siarkowych (Nielsen 2000).

W badaniach *in vitro* wykazano, że As aktywuje pewne enzymy, prawdopodobnie działa jako substytut fosforanów. Inna aktywność *in vitro* As to indukcja białek znanych jako „heat shock”, wzrost metylacji promotora p35, czy DNA w ludzkich komórkach płuc. Najważniejsze z biochemicznego punktu widzenia są formy As zawierające grupy metylowe. Wśród form zawierających te grupy znajdują się: arsenocholina, arsenobetaina, kwasy dimetyloarsoniowy i metyloarsoniowy. Arsenotłuszcze i arsenocukry występują w wielu

morskich organizmach. Wśród niższych form życia biologiczna funkcja As nie została zidentyfikowana, jednakże mikroorganizmy określane jako MIT-13 redukują As^{+5} do As^{+3} i w ten sposób pozyskują energię do wzrostu. Pomimo, że uwaga w stosunku do As zwrócona jest głównie w stronę jego toksyczności, w szczególności jeśli chodzi o związek pomiędzy chronicznym narażeniem na As a rakiem skóry, istnieje szereg pośrednich dowodów świadczących o jego „niezbędności” w organizmie. Zmniejszenie stężenia As w surowicy krwi ludzi powoduje uszkodzenie centralnego układu nerwowego i choroby naczyniowe prawdopodobnie poprzez spadek stosunku zawartości S-adenozylometionina/S-adenozyl cysteina w niektórych tkankach. Zmniejszenie tej zależności powoduje obniżenie aktywności metylacji DNA, co w konsekwencji prowadzi do powstania pewnych typów nowotworów (Nielsen 2000).

Toksyczność związków As zmniejsza się w następującym szeregu: $As(III) > As(V) >$ kwas monometyloarsoniowy (MMA) $>$ kwas dimetyloarsoniowy (DMA) $>$ tlenek trimetyloarsoniowy (TMAO). Organiczne połączenia tego pierwiastka: arsenobetaina (AB), arsenocholina (AC), uznane za jego nietoksyczne formy, spotykane są głównie w owocach morza i rybach. Stanowią one ok. 90% całkowitej zawartości As w tych organizmach (Capar i Szefer 2005, Nabrzyski 2002).

Na podstawie badań przeprowadzonych na zwierzętach ustalono, że przypuszczalne zapotrzebowanie wynosi 12-15 $\mu g As \cdot dzień^{-1}$. Ze względu na różnice w poglądach toksykologów i żywieniowców uznają inne wartości dawki dotyczące bezpiecznego pobrania As. Ustalono, że dawka referencyjna (RfD), czyli ilość As, pobierana przez cały okres życia, przy której istnieje małe prawdopodobieństwo spowodowania niekorzystnego efektu zdrowotnego wynosi 0,3 $\mu g As \cdot kg masy ciała^{-1}$, co dla osoby o masie ciała 70 kg stanowi 21 $\mu g \cdot dzień^{-1}$. Żywieniowcy sugerują, że bezpieczny najwyższy limit dziennego pobrania mógłby wynosić 140-250 $\mu g \cdot dzień^{-1}$. Dane światowe na temat średniego dziennego pobrania As mieszczą się w granicach 12-60 μg . W Stanach Zjednoczonych średnie dzienne pobranie As z całym pożywieniem, włączając owoce morza, wynosi 30 $\mu g \cdot dzień^{-1}$. Ryby, zboże i produkty mleczne są źródłem największej ilości As w diecie (Nielsen 2000, Nabrzyski 2002, Protasowicki 2005).

Kadm

Dowody pośrednie świadczące o niezbędności Cd są bardzo ograniczone. Prawdopodobnie brak tego pierwiastka powoduje obniżenie wzrostu u kóz i szczurów. Jest on składnikiem metalotionein uczestniczących w regulacji i dystrybucji Cd w organizmie, niezbędnym na bardzo niskim poziomie. Uważany jest za antagonistę wielu niezbędnych składników mineralnych jak np. Zn, Cu, Fe i Ca. Ze względu na długi czas półtrwania, w organizmie może ulegać akumulacji, co prowadzi do uszkodzenia poszczególnych organów, głównie nerek. Oprócz zaburzenia czynności nerkowej, z wysokim stężeniem Cd wiążą się takie choroby jak nadciśnienie oraz pewne typy nowotworów. WHO ustanowiła bezpieczny poziom pobrania Cd jako $70 \mu\text{g} \cdot \text{dzień}^{-1}$ dla osoby o średniej masie ciała 70 kg. Średnie dzienne pobranie Cd wynosi 10-20 μg . Głównym źródłem Cd w pożywieniu są owoce morza, zboża uprawiane na glebach bogatych w Cd i zielone warzywa (Nabrzyski 2002, Nielsen 2000).

Ołów

W wyniku badań przeprowadzonych na świniach i szczurach stwierdzono, że usunięcie Pb z diety tych zwierząt powoduje obniżenie wzrostu, anemię, podwyższony poziom cholesterolu w surowicy krwi, fosfolipidów, kwasów żółciowych, a także uszkodzenia metabolizmu Fe, zmniejszenie stężenia glukozy w wątrobie, trójglicerydów, LDL-cholesterolu i fosfolipidów. Zwiększa się natomiast zawartość cholesterolu w wątrobie oraz ulegają modyfikacji enzymy wątrobowe. W badaniach *in vitro* wykazano, że Pb wpływa na biochemiczne układy poprzez wiązanie z anionowymi ligandami jak grupy sulfhydrylowe, karboksylowe czy fosforanowe. W wyniku przyłączenia się do enzymów, Pb powoduje ich inhibicję. Może zastąpić inne metale, co w konsekwencji powoduje zatrzymanie ich aktywności np. fosfatazy alkalicznej. W niższych formach życia nie jest znana funkcja Pb potwierdzająca zapotrzebowanie organizmów na ten pierwiastek (Nielsen 2000).

Uwaga w stosunku do Pb jest zwrócona głównie w stronę jego toksyczności. Pb jest uznawany za jeden z głównych czynników zanieczyszczających środowisko ze względu na jego dodatek do farb oraz do paliw. Toksyczne działanie Pb powoduje anemię, uszkodzenia nerek oraz centralnego układu nerwowego. Pobranie z pokarmem dużych ilości Pb powoduje u dzieci spadek inteligencji i osłabia ich funkcje motoryczne. Toksyczność Pb jest zwiększona przy braku Fe i Ca (Nabrzyski 2002). Bezpieczne pobranie Pb wynosi $5-50 \mu\text{g} \cdot \text{dzień}^{-1}$, co odpowiada jego średniej zawartości w diecie. Źródłem pokarmowym tego pierwiastka są

owoce morza oraz rośliny uprawiane na glebach charakteryzujących się dużą zawartością Pb (Wang i Rainbow 2005).

Nikiel

Doświadczenia prowadzone na zwierzętach potwierdzają uczestnictwo Ni, jako pierwiastka niezbędnego w wielu procesach życiowych. Wykluczenie tego pierwiastka z diety kóz i szczurów zaburza ich wzrost, reprodukcję, a także dystrybucję innych składników mineralnych jak Ca, Fe, Zn. Podobnie jak w przypadku innych ultraśladowych pierwiastków, niedobór Ni jest uwidoczniiony dopiero w obecności innych składników diety, jakimi są np. witamina B₁₂ i kwas foliowy. U mikroorganizmów anaerobowych Ni uczestniczy w reakcjach takich jak enzymatyczne uwodornienie i karboksylacja. U roślin i mikroorganizmów jest potrzebny do aktywności enzymu - ureazy. W badaniach *in vitro* wykazano, że u wyższych zwierząt Ni może wiązać wiele substancji spełniających funkcje biologiczne, a także aktywować szereg enzymów. Jest on również obecny w makroglobulinach krwi zwanych „nickeloplamin”. Ponieważ pierwiastek ten nie jest związany z żadnymi przewlekłymi chorobami, nie poświęca się mu zbyt dużo uwagi. Jednak podejście to może niebawem się zmienić, gdy potwierdzone zostaną doniesienia na temat współdziałania Ni z witaminą B₁₂ i kwasem foliowym. Witaminy te mają wpływ na stężenie homocysteiny we krwi, której wysokie stężenie jest związane ze wzrostem ryzyka zachorowania na choroby układu krążenia. Co więcej, niedobór kwasu foliowego powoduje zaburzenia uszkodzenia w kształtowaniu się cewki nerwowej u noworodków.

Zagrożenie zdrowia związane z toksycznością Ni poprzez pobranie tego pierwiastka z pożywieniem jest mało prawdopodobne. Z drugiej strony pierwiastek ten wykazuje działanie toksyczne już przy dawkach tylko kilka razy większych niż postulowane dzienne zapotrzebowanie oparte na wynikach badań przeprowadzonych na zwierzętach. Ni, w dawce toksycznej, powoduje głównie podrażnienia jelitowe, może wywoływać również chorobowe zmiany skórne zwane alergiami niklowymi. Sugerowane dzienne zapotrzebowanie na Ni wynosi 25-35 µg. Określenie górnego bezpiecznego pobrania jest trudne ze względu na wyżej wspomniane alergię i prawdopodobnie powinno być niższe niż 600 µg · dzień⁻¹. Całkowite pobranie Ni z pożywieniem zależy od ilości pokarmów pochodzenia zwierzęcego (o niskiej zawartości Ni) w stosunku do produktów roślinnych (o wysokiej zawartości Ni). Bogatym źródłem tego pierwiastka są: czekolada, orzechy, suszona fasola, groszek i zboża. Dieta bogata w te produkty może dostarczać więcej niż 900 µg Ni · dzień⁻¹. Przeciętnie wraz z pożywieniem do organizmu trafia 100-150 µg Ni · dzień⁻¹ (Nielsen 2000).

2.8.9 Toksyczność Hg

Organiczne formy Hg są znane ze swojej największej toksyczności. Większość produktów spożywczych zawiera jej mniej toksyczne, nieorganiczne połączenia w bardzo małych ilościach. Rtęć w faunie morskiej występuje głównie w postaci związków alkilortęciowych. Ponad 90% Hg zawartej w rybach i owocach morza to jej najbardziej toksyczna forma - CH_3Hg^+ . Organizmy długo żyjące, a w szczególności ryby drapieżne jak rekiny, mieczniki czy szczupaki mogą się odznaczać wysokimi jej poziomami nawet do kilku $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ masy ciała. Natomiast u większości ryb poziom tego pierwiastka sięga do $0,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ masy ciała. Na występowanie tych związków w środowisku wodnym wpływ mają głównie bakterie. Pod wpływem ich działania jony Hg^{2+} ulegają metylacji. Połączenia metylowe są szybko wchłaniane z przewodu pokarmowego, w ilości ponad 90% dawki przyjętej z pożywieniem. Wysoka ich toksyczność w stosunku do człowieka i zwierząt wynika z tego, iż wykazują duże powinowactwo do bogatych w lipidy komórek mózgowych, przenikają przez barierę krew - mózg i uszkadzają centralny system nerwowy. Poza tym zatrucia Hg wywołują następujące symptomy: drętwienie kończyn, warg i języka, zaburzenia mowy, głuchotę, zaburzenia mowy. Zgodnie z dotychczasowymi danymi na ogół przyjmuje się, że rtęć metaliczna przyjęta doustnie nie jest trująca, w przeciwieństwie do par rtęci powstających w temperaturze pokojowej, które w ok. 80% przenikają do organizmu przez błony pęcherzyków płucnych. Nieorganiczne połączenia rtęci wchłaniają się także z przewodu pokarmowego i przez skórę. Jony rtęciowe po wchłonięciu są szybko wiązane w połowie z hemoglobina, a w połowie z białkami plazmy (Protasowicki 2005, Nabrzyski 2002).

2.9 Zawartość biopierwiastków i pierwiastków toksycznych w żywności pochodzenia morskiego

Ryby, mięczaki i skorupiaki, podobnie jak inne żywe organizmy składają się z ponad 90 naturalnie występujących składników. Większy udział procentowy w ich masie ciała stanowią: C, H, N, O i S. Natomiast 6 makroelementów jak Ca, Mg, P, Na, K i Cl występuje w ilości nie przekraczającej 1 g w kilogramie masy ciała. Pozostałe pierwiastki, występujące w znacznie mniejszym stężeniu w ich ciele, uznawane są za śladowe lub ultraśladowe składniki.

Największa część składników mineralnych skupia się w szkielecie ryb. Ich ości zawierają ponad 65% materii nieorganicznej. Są one w większości usuwane podczas obróbki kulinarnej. Produkty zawierające surowe mięso kraba bądź homara są znacznie lepszym źródłem składników mineralnych w porównaniu do ryb. Jednak mięśnie ryb zawierają znacznie więcej Cu, od 5 do 10 razy więcej F i ok. 100 razy więcej I w porównaniu do zwierząt lądowych. Także żywność pochodzenia morskiego jest znacznie lepszym źródłem Se niż drób czy czerwone mięso. Generalnie ryby są rekomendowanym źródłem Fe i Zn, a ich ciemne mięso zawiera więcej Fe niż wołowina, która jest powszechnie uznawana za produkt o jego największej zawartości (Ketels i Fleeger 2001).

Wszystkie organizmy morskie absorbują składniki mineralne z diety i ze środowiska wodnego, w którym żyją. Następnie są one odkładane w ich szkielecie, mięśniach bądź organach. Różne drogi transportu metali spowodowały, iż poszczególne grupy organizmów mogą znacząco różnić się między sobą zawartością poszczególnych pierwiastków w tych samych tkankach (Wang i Rainbow 2005). Zawartość pierwiastków zależy od wielu czynników takich, tj. jak sezonowe i biologiczne zmiany (gatunek, wielkość, wiek, płeć i dojrzałość płciowa), zawartość ich w pokarmie, stan środowiska (zasolenie, temperatura, zanieczyszczenia) a także od sposobu przetwarzania żywności. Niektóre pierwiastki śladowe ulegają kumulacji wzdłuż łańcucha pokarmowego. W zooplanktonie wzrasta stężenie tylko Cd, Cu i Zn. Gatunki ryb planktonożernych odznaczają się wyższym stężeniem Cu i Zn w porównaniu z gatunkami konsumującymi bezkręgowce i inne ryby. Zawartość Cd, Cu i Zn rośnie wzdłuż morskiego łańcucha pokarmowego i osiąga maksimum kumulacji w bezkręgowcach, a następnie zmniejsza się u ryb. W przypadku skorupiaków obciążenie niektórych części ciała pierwiastkami śladowymi jest związane z obecnością pancerza chitynowego. Stadium linienia, będące ważnym aspektem fizjologii skorupiaków, może mieć znaczący wpływ na nagromadzenie i rozmieszczenie metali pomiędzy tkankami a pancerzem. Kationy metali występujące w wodzie (Cu, Zn i Cd) mogą wiązać się z chityną poprzez wiązania jonowe z grupami azotowymi włókien chitynowych, a następnie przenikać w głąb tkanek (Ketels i Fleeger 2001).

Bezkregowce morskie są w stanie regulować akumulację pierwiastków niezbędnych jak Cu i Zn do progowego stężenia w środowisku. W przypadku pierwiastków toksycznych takich jak Hg i Cd, ulegają one kumulacji proporcjonalnie do ich stężenia w wodzie i do czasu ekspozycji. Pierwiastki te są przenoszone w środowisku wodnym głównie przez łańcuch pokarmowy (Canli i Furness 1995, Páez-Osuna i Ruiz-Fernández 1995).

Mięczaki posiadają naturalną zdolność do kumulacji Cd, podobnie jak ryby Hg, nawet w warunkach nie zanieczyszczonego środowiska. Zawartość Zn w ostrygach może osiągać stężenie od 1 do ponad 1000 mg · kg⁻¹. Ponadto stwierdzono, iż wcześniejsza ekspozycja na Hg zmniejsza narażenie danego organizmu morskiego na Ag, Cd, Cu i Zn. W przypadku małży wcześniejsza ekspozycja na Zn powoduje zmiany we wchłanianiu Cd ze względu na wspomniane powyżej, te same drogi transportu obu pierwiastków oraz na powinowactwo do ligandów zawierających grupy sulfhydrylowe. U tych samych organizmów stwierdzono również, iż ekspozycja na Cd i Cu, która indukuje powstawanie metalotionein, zwiększa tolerancję małży na działanie na Hg poprzez jej wiązanie z wyżej wymienionymi związkami, co w konsekwencji powoduje spadek toksyczności Hg (Wang i Rainbow 2005).

2.10 Stan odżywienia w składniki mineralne w Polsce

Na podstawie badań przeprowadzonych w ramach projektu pt: „Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych” prowadzonych w latach 2000-2001 przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie stwierdzono, że odżywianie się ludności polskiej przebiega w sposób wadliwy. W raporcie tym stwierdzono, że diety polskich rodzin są niewłaściwie zbilansowane pod kątem ilości energii i składników odżywczych, m. in. biopierwiastków. Pobranie niektórych z nich jest zbyt niskie, a z drugiej strony w tych samych racjach pokarmowych występuje nadmiar innych składników odżywczych. Według tego raportu w całej grupie badanych osób zanotowano zbyt wysokie spożycie F i Na, w przypadku Na znacząco wyższe od zaleceń WHO oraz bardzo niską ilość Ca w pożywieniu (stwierdzono niedobory w dietach u 77% chłopców i mężczyzn oraz 88% dziewcząt i kobiet). Wykazano niskie w przypadku większości badanych grup spożycie Fe, Cu, Zn, a także zróżnicowane w zależności od wieku pobranie K i Mg. Pomimo przedstawionych niekorzystnych tendencji żywieniowych, w raporcie tym stwierdzono również, iż przeciętna ilość składników mineralnych zawartych w tzw. ogólnopolskiej próbie reprezentatywnej była na ogół wyższa w odniesieniu do dzieci i dorosłych z Wielkiej Brytanii badanych odpowiednio w 1987 i 1997 roku. Na podstawie badań zanieczyszczeń żywności na ogół nie wykazano przekroczenia wartości PTWI dla Cd i Hg. W przypadku Pb, jedynie w dwóch spośród trzydziestu badanych diet stwierdzono nieznaczne przekroczenie wartości PTWI (IŻŻ 2003).

2.11 Rodzaje norm żywieniowych

2.11.1 Polskie normy żywieniowe

Polskie normy żywieniowe opracowane przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie określają dwie wartości referencyjne dotyczące prawidłowego spożycia, które odnoszą się do określonych grup populacyjnych (wieku, płci, aktywności fizycznej, laktacji czy ciąży), tj.:

- bezpieczny poziom spożycia - jest to taka ilość poszczególnych elementów pożywienia, która zabezpiecza zapotrzebowanie na te składniki u 97,5 % osób zaliczanych do danej grupy
- poziom zalecanego spożycia - jest to taka ilość każdego ze składników pożywienia, która dostarcza odpowiednią ilość tego składnika u wszystkich osób w danej grupie, nawet dla tych, których zapotrzebowanie jest znacznie większe od pozostałych osób. Wartość ta eliminuje ryzyko niedoborów. Uwzględnia ona także nawyki żywieniowe w populacji. Są tu przedstawione wartości optymalne, które oprócz zapobiegania niedoborom żywieniowym mogą pełnić funkcję profilaktyczną

Wartości bezpiecznego poziomu spożycia są wykorzystywane do oceny jakości sposobu odżywiania się, a poziomy zalecanego spożycia powinny służyć do planowania wyżywienia. Nieznaczne odchylenia od tych dwóch wartości nie są dowodem na to, że żywienie jest nieprawidłowe, lecz mogą wskazywać niekorzystne tendencje, które w konsekwencji mogą prowadzić do powstania niedoborów żywieniowych (Ziemiański 2001).

2.11.2 Amerykańskie normy żywieniowe

Nowe wartości DRI (referencyjny poziom spożycia) zostały ustanowione dla 31 składników odżywczych. Są to rekomendowane poziomy tych składników, ustanowione przez Food and Nutrition Board, the Institute of Medicine US. Ustanowione zostały dla Stanów Zjednoczonych i Kanady, na podstawie wielu cykli badań i raportów odnoszących się do specyficznych grup składników odżywczych. Odzwierciedlają one wymagania żywieniowe, a także ukazują stopień zanieczyszczenia żywności wśród wielu państw i

populacji. W rezultacie wyniki amerykańskich badań wykorzystywane są w wielu krajach do ustalania zaleceń żywieniowych. Co więcej, występuje znaczne podobieństwo w opracowywaniu tych zaleceń pomiędzy krajami, jak i wśród międzynarodowych organizacji jak FAO i WHO. Wpływa na to fakt, iż zapotrzebowanie żywieniowe w zależności od wieku i płci jest podobne pomiędzy populacjami. Wszechstronne opracowanie tych wytycznych uwzględnia minimalne zapotrzebowanie, a także szkodliwy efekt wynikający z nadmiernego spożycia danego składnika. Ponadto ilości składników odżywczych, dla których ustalane są wartości DRI są od 1989 roku systematycznie zwiększane. Dla niektórych z nich zalecenia podane przez Food and Nutrition Board, the Institute of Medicine US. są jedynymi, jakie ustalono.

Dawka DRI jest wielkością wykorzystywaną w planowaniu bądź ocenie spożycia składników pokarmowych. Posługuje się nią w celu dokonania ilościowej analizy dotyczącej spożycia tych składników przez zdrową populację kraju. W skład DRIs wchodzi następujące wartości referencyjne dotyczące różnych poziomów pobrania składników odżywczych:

- Estimated Average Requirement (EAR) - średni poziom dziennego pobrania składnika odżywczego potrzebny do pokrycia zapotrzebowania na ten element u połowy zdrowych osób zaliczanych do danej grupy (w zależności od wieku czy płci)
- Recommended Dietary Allowance (RDA) - zalecany, średni poziom dziennego pobrania składnika odżywczego potrzebny do pokrycia zapotrzebowania na ten element u 97-98% zdrowych osób zaliczanych do danej grupy (w zależności od wieku czy płci)
- Adequate Intake (AI) - wartość zalecanego pobrania oparta na obserwacjach lub eksperymentalnie określonym pobraniu składnika odżywczego przez grupę zdrowych ludzi, które hipotetycznie jest wystarczające. Wartość ta jest używana, gdy wartości EAR i RDA nie są ustalone
- Tolerable Upper Intake Level (UL) - maksymalny poziom dziennego pobrania składnika odżywczego, który jeszcze nie wywołuje szkodliwego efektu dla zdrowia u niemal wszystkich osobników danej populacji. Po przekroczeniu tego poziomu zagrożenie zdrowotne związane z pobraniem danego składnika znacząco wzrasta (Ziemiański 2001, Murphy 2001, Murphy 2002, Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate)

2.11.3 Normy związane z toksycznością

W wyniku procesów ewolucyjnych organizm człowieka wykształcił mechanizmy regulujące absorpcję pierwiastków śladowych oraz utrzymujące ich poziomy w zakresie dla niego potrzebnym. Dlatego też organizm ludzki jest dostosowany do naturalnych poziomów zawartości tych pierwiastków w nie zanieczyszczonym środowisku. Jednakże rozwój ekonomiczny i związany z nim rozwój przemysłu często powoduje wzrost zanieczyszczenia środowiska, włączając w to zanieczyszczenie żywności pierwiastkami śladowymi (Protasowicki 2005).

Z uwagi na fakt, iż człowiek może tolerować wiele toksycznych substancji w bardzo małych ilościach, urozmaicona dieta jest najlepszą ochroną przeciw potencjalnie szkodliwym zanieczyszczeniom chemicznym obecnym w żywności. Nieomal każdy ze składników mineralnych wywołuje szkodliwy efekt, jeśli zostanie pobrany w zbyt dużych ilościach. Odnosi się to głównie do pierwiastków śladowych, a także w pewnym stopniu do makroelementów i witamin. Z tego względu ważne jest uchwycenie granicy pomiędzy niezbędnością, zagrożeniem a toksycznością składnika mineralnego. Wiele produktów spożywczych zawiera toksyczne związki chemiczne, które konsumowane w ilości dozwolonej nie powodują zagrożenia zdrowotnego. Toksyczne związki takich pierwiastków jak As, Hg, Pb i Cd powodujące zanieczyszczenie środowiska mogą przedostawać się również do żywności, a akumulowane w dużych ilościach w organizmie ludzkim mogą powodować jego uszkodzenia. Zawartość pierwiastków śladowych w produktach spożywczych zależy od ich początkowego stężenia w surowym materiale, a także od dodatków stosowanych w dalszym jej przetwarzaniu. Poza tym pierwiastki te mogą przedostawać się do żywności z urządzeń w czasie jej przetwarzania, a także z opakowań, służących do jej przechowywania. Na toksyczność danego pierwiastka wpływ ma jego forma chemiczna, dawka, jaka została przyjęta oraz stopień akumulacji w tkankach (Nabrzyski 2002).

Żywność jest poddawana rutynowym kontrolom zgodnym z wymogami ustalonymi przez poszczególne państwa, dotyczącym zawartości pierwiastków chemicznych pod kątem ich wartości odżywczej bądź toksyczności. Analiza tych związków może być wykorzystywana również w celu sprawdzenia autentyczności produktów spożywczych lub miejsca ich geograficznego pochodzenia. Poziomy składników mineralnych różnią się znacznie w poszczególnych grupach żywności, lecz dla danego produktu spożywczego przyjmują generalnie wartości zbliżone. Zawartość danego pierwiastka w produkcie spożywczym uznana jako bezpieczna i spełniająca wymagania odżywcze, już na wyższym

poziomie może zostać uznana za toksyczną. Wiele spośród związków chemicznych występujących w żywności, nie będących składnikami odżywczymi, nie stanowi zagrożenia zdrowotnego i nie są uznawane za toksyczne w ilościach normalnie w niej spotykanych. Poziomy zawartości poszczególnych pierwiastków powinny być oceniane w odniesieniu do rodzaju żywności.

Na podstawie konsumpcji poszczególnych produktów przez określone grupy ludności oraz informacji o powszechności danego pierwiastka w produktach spożywczych ustalane są dawki dziennego pobrania wszystkich składników żywności. Analizy całkowitej diety są zwykle podejmowane przez organizacje rządowe, a także przez szereg organizacji międzynarodowych w celu oceny zdrowia populacji, a także bezpieczeństwa konsumowanej przez nią żywności (Capar i Szefer 2005).

W celu ograniczenia możliwości zatrucia organizmu ludzkiego w wyniku przyjęcia zbyt dużych ilości pierwiastków śladowych z pożywieniem i wodą, zostały ustalone najwyższe dozwolone poziomy ich pobrania. Komisja Joint Food Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO) Expert Committee on Food Additives ustaliła międzynarodowe normy, publikując i aktualizując wartości maksymalnych dawek pobrania pierwiastków toksycznych, które nie stwarzają zagrożenia zdrowotnego w oparciu o najnowsze badania w tym zakresie (Protasowicki 2005).

W celu określenia maksymalnej dawki narażenia człowieka na zanieczyszczenia metalami, które w odpowiednich stężeniach są uznane za niezbędne dla organizmu ludzkiego stosuje się termin tymczasowo maksymalnie tolerowane dzienne pobranie (PMTDI) wyrażone w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ m.c., którego można użyć do oceny narażenia wynikającego z występowania tego pierwiastka jako zanieczyszczenia, a także z jego naturalnej ilości występującej w danym produkcie spożywcym. Wartości tej dawki zostały ustalone dla Cu, Fe, Zn i Ni (jako TDI - tolerowane dzienne pobranie) i wynoszą odpowiednio 0,5, 0,8, 1,0 i 0,8. W przypadku pierwiastków posiadających właściwości kumulacyjne w organizmie stosuje się termin tymczasowo tolerowane tygodniowe pobranie (PTWI) wyrażone w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ m.c. (Chemical and Functional properties of Food Components). Dawki te zostały określone dla Al, Pb, Sn, Cd i Hg (oraz jako MeHg^+) i wynoszą dla tych pierwiastków odpowiednio 7,0, 0,025, 14,0, 0,007 i 0,005 (oraz 0,0016) (JECFA 2002, WHO 2003).

3 Cel pracy

Ponad 60% światowej populacji wynoszącej ok. 2,7 miliarda ludzi mieszka nad morzami lub w strefie przybrzeżnej. Już teraz kilkanaście największych miast na świecie znajduje się nad brzegami mórz lub w ich pobliżu. W 2020 roku liczba mieszkańców tych terenów przypuszczalnie wzrośnie do 70%. Spowoduje to zwiększenie się liczby potencjalnych konsumentów żywności pochodzenia morskigo. Z drugiej zaś strony zwiększyć się może ilość zakładów przemysłowych „zaopatrujących” morza i oceany w toksyczne substancje chemiczne. Owoce morza często są poławiane w strefie przybrzeżnej, w pobliżu której koncentrują się duże aglomeracje miejskie, silnie rozwinięty przemysł stoczniowy oraz żegluga morska. Często również są importowane z krajów rozwijających się, jak Tajlandia, w których ochrona środowiska nie jest elementem priorytetowym.

Jednym z najważniejszych elementów ochrony konsumentów przed niepożądanymi skutkami ubocznymi spowodowanymi przez gwałtowny rozwój przemysłu i współczesną „chemizację” rolnictwa są systematyczne badania produktów spożywczych. Mają one na celu poprawienie bezpieczeństwa żywności poprzez wiarygodne rozpoznawanie zagrożeń i ewentualne podejmowanie działań zapobiegawczych, prowadzących do redukcji zanieczyszczeń.

Z drugiej zaś strony, jak wynika ze sprawozdania z projektu TCP/POL/8921(A) pt. „Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych” opublikowanego przez IŻŻ w 2003 roku, nieregularne bądź niewłaściwe pobranie składników mineralnych jest jednym z głównych problemów żywieniowych w Polsce. W poszczególnych grupach wiekowych wśród kobiet i mężczyzn stwierdzono niedobory Zn, Cu, Fe, Ca, K i Mg oraz nadmiar spożycia Na. Dlatego też morskie surowce żywnościowe, będące cennym źródłem wielu biopierwiastków, jako naturalne produkty spożywcze, wprowadzone do diet polskich rodzin mogłyby wpływać na redukcję tych niedoborów.

Jak wynika z przeglądu literatury światowej, dostępne dane nie informują w wystarczającym stopniu o zanieczyszczeniach pierwiastkami toksycznymi owoców morza oraz o zawartości w nich biopierwiastków. Największe luki informacyjne występują w przypadku makroelementów oraz wśród produktów najmniej znanych jak np. ośmiornice.

W celu uzupełnienia tej luki oraz w związku z powyższymi stwierdzeniami, wyłoniły się następujące zadania badawcze:

- ankietowa ocena znajomości asortymentu, wielkości spożycia i preferencji owoców morza i ryb wśród dorosłych osób pochodzących z województw: Pomorskiego, Mazowieckiego i Warmińsko-Mazurskiego
- oznaczenie zawartości mikro- i makroelementów oraz pierwiastków toksycznych w owocach morza dostępnych na polskim rynku żywnościowym oraz w wybranych rybach jako produktach odniesienia
- oszacowanie stopnia realizacji dziennego zapotrzebowania na biopierwiastki w odniesieniu do norm polskich i amerykańskich będących normami wzorcowymi, a także opracowanymi w przypadku największej liczby pierwiastków
- ocena przydatności spożywczej badanych produktów w odniesieniu do pierwiastków toksycznych oraz niektórych pierwiastków śladowych poprzez porównanie ich oznaczonych zawartości z normami PTWI, PMTDI, TDI, wyznaczonymi przez FAO/WHO
- wykorzystanie wielowymiarowych technik chemometrycznych w ocenie zawartości analizowanych pierwiastków w poszczególnych grupach badanych produktów

4 Materiały i metody

4.1 Aparatura

Stosowana aparatura:

- atomowy spektrometr absorpcyjny Avanta Σ firmy GBC z przystawką do atomizacji bezpłomieniowej i do generacji wodorków
- atomowy spektrometr absorpcyjny PU-9100 firmy Philips z przystawką do atomizacji płomieniowej
- sześciostanowiskowy piec do mineralizacji mikrofalowej - MILESTONE MLS 1200 MEGA
- jedno stanowiskowy piec do mineralizacji mikrofalowej - UniClever PLAZMATRONIKA
- piec elektryczny termostatowany - MEDITHERM TH-3
- suszarka z obiegiem gorącego powietrza LAB-LINE, model IMPERIAL V
- suszarka laboratoryjna firmy WCT BINDER
- waga analityczna AP - OHAUS Corporation

4.2 Odczynniki

Stosowane odczynniki:

- roztwory wzorcowe Na, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe, Se, Cr, Co, Ni, Cd, Pb, Hg i As - $1000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, Merck
- kwas azotowy (V) 65%, Suprapur®, Merck
- kwas azotowy (V) 65%, Selectipur®, Merck
- kwas chlorowy (VII) 70%, Suprapur®, Merck
- kwas solny 37%, Suprapur®, Merck
- modyfikator matrycy - ($1,5 \text{ mg Pd(NO}_3)_2 \cdot \text{ml}^{-1}$ i $1 \text{ mg Mg(NO}_3)_2 \text{ ml}^{-1}$) IPC US
- wodorotlenek sodu, Suprapur®, Merck
- borowodorek sodu, pro analisy, Merck
- chlorek cyny (II) 20%, pro analisy, Merck

- woda o podwyższonej czystości otrzymywana za pomocą urządzenia Milli-Q, Millipore, MA, USA
- tlenek lantanu (III), pro analysi, Merck
- chlorek cezu, pro analysi, Merck
- nadtlenek wodoru 30%, Suprapur®, Merck
- mocznik, pro analysi, Merck
- dwuchromian potasowy, cz d.a. POCh

4.3 Przygotowanie szkła laboratoryjnego

Probówki szklane i polietylenowe, końcówki do pipet automatycznych, naczynka polietylenowe do autosamplera, krystalizatory, zlewki, moździerze, pistle oraz każdy wykorzystywany sprzęt laboratoryjny przed użyciem myto w wodzie z detergentem, płukano wodą wodociągową, a następnie pozostawiano na 24-48 h w roztworze 32,5% HNO₃. Następnie płukano trzykrotnie wodą destylowaną i trzykrotnie wodą redestylowaną bądź wodą o podwyższonej czystości - Milli-Q oraz suszono w suszarce.

4.4 Ogólna charakterystyka badanego materiału

Materiał do badań stanowiły dostępne na krajowym rynku owoce morza oraz ryby (Tab. 4.1), importowane z różnych rejonów świata. Zakupione produkty, surowe bądź mrożone, występowały w postaci przetworzonej, czyli gotowej do spożycia bezpośrednio, czy też po podgrzaniu albo w formie wymagającej ich spreparowania, a więc pozbawienia części niejadalnych (pancerzy, muszli i wnętrzości) przy użyciu skalpeli ze stali nierdzewnej oraz dalszego przygotowania. Do ostatniej grupy zaliczały się surowe kraby, homary, langusta, krewetki w pancerzach, wszystkie ośmiornice za wyjątkiem ośmiorniczek „baby” i małże surowe. Przetworzone technologicznie produkty charakteryzowały się różnym stopniem obróbki. Wśród nich można wyróżnić produkty wstępnie przetworzone, czyli tylko obgotowane lub charakteryzujące się wysokim stopniem przetworzenia, jak panierowane bądź farsze z udziałem mięsa ryb zwane surimi.

Tab. 4.1. Analizowane produkty

Produkt	Pochodzenie	%H ₂ O	Uwagi
krewetka koktajlowa (W1)	Indie	86	gotowana
krewetka zimnowodna (W1)	Norwegia	83	gotowana
krewetka BT g. (W1)	Tajlandia	85	gotowana
krewetka głębokowodna (W1)	Indie	89	gotowana
krewetka koktajlowa (W2)	Indie	86	gotowana
krewetka zimnowodna (W2)	Norwegia	83	gotowana
krewetka głębokowodna (W2)	Indie	89	gotowana
krewetka BT g. (W2)	Tajlandia	85	gotowana
krewetka BT s. (W2)	Tajlandia	84	surowa
krewetka grenlandzka w panc. (W2)	Norwegia	76	gotowana, w pancerzu
krewetka koktajlowa zimowodna (W2)	Norwegia	83	gotowana
krewetka Torpedo (W2)	Tajlandia	71	gotowana, panierowana
krewetka BT (2-4) (W2)	Malezja	75	surowa
krewetka BT (4-6) (W2)	Malezja	77	surowa
krewetka BT (6-8) (W2)	Malezja	77	surowa
krewetka BT (8-12) (W2)	Indonezja	77	surowa
krewetka BT (16-20) (W2)	Tajlandia	77	surowa
krewetka BT (31-40) (W2)	Tajlandia	78	surowa
krewetka BT (16-20) s. w panc. (G)	Malezja	77	surowa, cała, w pancerzu
krewetka (250-350) g. obr. (G)	Norwegia	83	obrana, gotowana
krewetka (150/250) g. obr. (G)	Norwegia	84	obrana, gotowana
krewetka (6-8) s. słodk. b/g w skor. (G)	Bangladesz	81	surowa, bez głowy, w skorupie
krewetka (8-12) s. słodk. b/g w skor. (G)	Bangladesz	80	surowa, bez głowy, w skorupie
krewetka (21-25) g. obr. z og. (G)	Bangladesz	85	obrana, gotowana z ogonkiem
krewetka (26-30) g. obr. z og. (G)	Bangladesz	84	obrana, gotowana z ogonkiem
krewetka (31-40) g. obr. z og. (G)	Indonezja	84	obrana, gotowana z ogonkiem
krewetka BT (31-40) s. c. w skor. (G)	Malezja	84	surowa, cała w skorupie
krewetka (40-60) (LM)	Francja	84	gotowane
krab - mięso ze szczypiec (W2)	Wielka Brytania	70	gotowany
krab Tourteau (LM)	Francja	75	surowy
mięso z krabów (G)	Chile	79	gotowane
langustynka (W2)	Wielka Brytania	92	gotowana
langustynka (LM)	Francja	92	gotowana
langusta (LM)	Francja	81	surowa
homar - mięso ze szczypiec (W2)	Kanada	76	gotowany
homar francuski (LM)	Francja	87	surowy
ośmiornice „baby” (W1)	Tajlandia	88	surowe, małe
ośmiornice „baby” (W2)	Tajlandia	88	surowe, małe
ośmiornica śródziemnomorska - ramię (W2)	Hiszpania	83	surowa
ośmiornica filipińska - ramię (W2)	Filipiny	83	surowa

Tab. 4.1. cd.

Produkt	Pochodzenie	%H ₂ O	Uwagi
ośmiornica cała (G)	Filipiny	87	surowe
ośmiornice „baby” (G)	Indonezja	88	surowe, małe
ośmiornica duża (LM)	Francja	83	surowe
ośmiornica Palurda (LM)	Francja	90	surowe
małże gotowane (W1)	Tajlandia	82	gotowane
małże w muszli (W1)	Nowa Zelandia	77	surowe
małże gotowane (W2)	Tajlandia	82	gotowane
małże w muszli s. (W2)	Nowa Zelandia	77	surowe
małże św. Jakuba (W2)	Wielka Brytania	84	gotowane
małże św. Jakuba (G)	Szkocja	87	gotowane
małże Amanda (LM)	Francja	80	surowe
małże Clams moyens (LM)	Francja	84	surowe
małże Coque (LM)	Francja	93	surowe
małże św. Jakuba śr. (LM)	Atlantyk	82	gotowane
małże Irlandzkie (LM)	Francja	85	surowe
kalmary pierścienie (W1)	Hiszpania	86	surowe
kalmary pierścienie (W2)	Hiszpania	86	surowe
kalmary panierowane (W2)	Hiszpania	63	surowe, panierowane
kalmary tuby (W2)	Hiszpania	87	surowe
kalmary tuby (G)	Filipiny	89	surowe
mule w muszli (W2)	Indonezja	77	surowe
muszle Vongole (G)	Włochy	90	surowe
muszle Bouschon (G)	Hiszpania	80	surowe
muszle hiszpańskie (G)	Hiszpania	82	surowe
sepia (G)	Włochy	83	surowa
ostrygi Fines de Claire (G) d.	Holandia	88	surowe
ostrygi Fines de Claire (G) śr.	Holandia	89	surowe
ostrygi Fines de Claire (G) m.	Holandia	89	surowe
ostrygi Belon (LM)	Francja	85	surowe
ostrygi Fines de Normandie (LM)	Francja	85	surowe
ostrygi Special (LM)	Francja	84	surowe
kraby kamaboko (W1)	Tajlandia	70	surimi
krab surimi (W2)	Tajlandia	70	surimi
krab kamaboko (W2)	Tajlandia	70	surimi
paluszki krabowe (G)	Hiszpania	72	surimi
dorsz	Polska	81	surowy
grenadier	-	88	surowy
łosos	Polska	82	surowy
sola	-	80	surowa
mintaj	-	81	surowy

Tab. 4.1. cd.

Produkt	Pochodzenie	%H ₂ O	Uwagi
morszczuk	-	83	surowy
kergulena	-	80	surowa
karmazyn	-	81	surowy
flądra	Polska	79	surowa
śledź	Polska	79	surowy
sandacz	Polska	82	surowy

W1, W2 – Wilbo, produkty zakupione w różnym czasie

G - Glezman, LM - La Maree (firmy zajmujące się dystrybucją owoców morza i ryb na polskim rynku)

'-' - pochodzenie nieznanne

4.5 Przygotowanie próbek

Produkty rozmrażane były przez 24 h w lodówce. Po spreparowaniu jadalne części (150-200 g m.m.) morskich surowców żywnościowych wkładane były do wcześniej wytrawionych naczyń szklanych i suszone w suszarce Imperial V w temperaturze 65 °C do stałej masy, a następnie homogenizowane ręcznie przez ucieranie w moździerzach.

Łącznie ok. 1100 podpróbek zostało przygotowanych do oznaczenia stężeń poszczególnych pierwiastków chemicznych za pomocą absorpcyjnej spektroskopii atomowej z wykorzystaniem technik: płomieniowej (Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Mg, Ca, Na i K), bezpłomieniowej (As, Cd i Pb), zimnych par (Hg) oraz generacji wodorków (Se).

4.6 Oznaczenia zawartości mikro- i makroelementów

W celu oznaczenia zawartości biopierwiastków z każdej próbki pobierano 6 odważek ($1,0 \pm 0,0001$ g) i przenoszono do teflonowych naczyń, a następnie dodawano 9 ml 65% HNO₃ (Selectipur®, Merck) i poddawano mineralizacji w systemie mikrofalowym (MILESTONE MLS 1200 MEGA) zgodnie z programem 2 przedstawionym w Tab. 4.2. Dla każdej serii mineralizacji wykonywana była „próba ślepa” (9 ml 65% HNO₃). Naczynia ze zmineralizowanymi próbkami chłodziły się do czasu, aż osiągnęły temperaturę zbliżoną do pokojowej. Otrzymany roztwór był uzupełniany do 20 ml wodą o podwyższonej czystości - Milli-Q. Zawartość Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Co, Ni, Mg, Ca, Na i K oznaczono za pomocą metody atomowej spektroskopii absorpcyjnej z użyciem techniki płomieniowej wykorzystując w tym celu atomowy spektrometr absorpcyjny PU-9100 firmy Philips z płomieniem powietrze-acetylen i z deuterową korekcją tła zgodnie z warunkami

przedstawionymi w Tab. 4.3. Stężenia większości pierwiastków oznaczano bezpośrednio z mineralizatu. W przypadku makroelementów, Zn, a także sporadycznie przy oznaczeniu Fe i Mn wykonywane były rozcieńczenia badanego materiału z uwagi na wysokie poziomy tych pierwiastków. W celu oznaczenia Na i K dodawano 0,2% roztwór chlorku cezu jako bufor dejonizujący, natomiast w przypadku Ca i Mg używano 0,1% roztworu chlorku lantanu jako buforu korygującego. Równocześnie analizowano próbki kontrolne.

Tab. 4.2. Parametry mineralizacji w systemie mikrofalowym MILESTONE MLS 1200 MEGA

I etap	II etap	III etap	IV etap	V etap
250 W	0 W	250 W	400 W	650 W
48 s	48 s	6 min 24 s	4 min	4 min

Tab. 4.3. Warunki oznaczeń metali w spektrometrze absorpcji atomowej PU 9100X firmy Philips

Pierwiastek	Linia rezonansowa (nm)	Długość palnika (cm)	Szerokość szczeliny (nm)	Prąd lampy (mA)	Deuterowa korekcja tła
Mn	279,5	10	0,5	4	+
Fe	248,3	5	0,2	6	+
Cu	324,8	5	0,5	3	-
Zn	213,9	5	0,5	5	+
Cr	357,9	10	0,5	5	-
Ni	232,0	10	0,2	5	+
Co	240,7	10	0,2	6	+
Mg	285,2	5	0,5	4	+
Ca	422,7	5	0,5	5	-
Na	589,0	5	0,2	6	-
K	766,5	10	0,5	5	-

4.7 Oznaczenia zawartości pierwiastków toksycznych oraz Se

4.7.1 Mineralizacja próbek

Aby oznaczyć zawartość Cd, Pb i Hg, 0,3-g odważki owoców morza oraz ryb (ok. 150 próbek) zmineralizowano do jednoczesnego oznaczania Pb i Cd i osobno ok. 150 próbek przygotowano dla oznaczenia zawartości Hg. W tym celu traktowano je 5 ml 65% HNO₃ (Suprapur®, Merck) i poddawano mineralizacji w systemie mikrofalowym (UniClever

PLAZMATRONIKA) przez 20 min. (100% mocy) bądź MILESTONE MLS 1200 MEGA (Tab. 4.2).

W przypadku Se masa mineralizowanych próbek (w liczbie ok. 150) zgodnie z warunkami podanymi powyżej wynosiła 0,02-0,04 ($\pm 0,0001$) g. W celu oznaczenia stężenia As (ok. 150 próbek) stosowano naważki 0,08-0,20 ($\pm 0,0001$) g, do których oprócz 4 ml 65% HNO₃ (Suprapur®, Merck) dodawano 1 ml 30% H₂O₂ (Suprapur®, Merck). Warunki mineralizacji As (Tab. 4.4) dobrano doświadczalnie opierając się na wynikach analiz prezentowanych przez Deaker i Maher (1999). W wyniku przeprowadzonych serii mineralizacji materiału referencyjnego ustalono optymalne parametry tego procesu, które przedstawione są w Tab. 4.9.

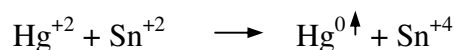
Tab. 4.4. Parametry mineralizacji w systemie mikrofalowym MILESTONE MLS 1200 MEGA do oznaczenia As.

I etap	II etap	III etap
600 W	0 W	300 W
2 min	2 min	30 min

4.7.2 Oznaczenie Hg

Do mineralizatu dodawano 0,5 ml 16 % mocznika (Merck, pro analysi), 0,025 ml 20 % K₂Cr₂O₇ (POCh, cz d.a.) i uzupełniano wodą redestylowaną do 10 ml. Rtęć redukowano 20 % SnCl₂ (Merck, pro analysi) i oznaczano na spektrometrze atomowo-absorpcyjnym Avanta Σ firmy GBC metodą „zimnych par”. Krzywą kalibracyjną wykonywano w zakresie 5-20 ng Hg · ml⁻¹ dodając roztwory wzorcowe do mineralizatu. Parametry oznaczenia Hg przedstawiono w Tab. 4.5.

Podczas redukcji soli Hg za pomocą SnCl₂ zachodzi następująca reakcja:



Tab. 4.5. Parametry oznaczenia Hg

Długość fali	253,7 nm
Natężenie na lampie	4,0 mA
Szerokość szczeliny	320 μm
Przepływ powietrza	245 ml \cdot min ⁻¹
Wprowadzenie próbki	ręczne
Czas odczytu	3,0 s
Ilość powtórzeń	3

4.7.3 Oznaczenie Pb

Ołów oznaczano techniką bezpłomieniową na spektrometrze atomowo-absorpcyjnym Avanta Σ firmy GBC. Mineralizat odparowywano prawie do sucha i rozpuszczano w 5 ml 3,25 % HNO₃. 20 μl próbki oraz 5 μl modyfikatora (1,5 mg Pd(NO₃)₂ \cdot ml⁻¹ i 1 mg Mg(NO₃)₂) nastrzykiwano do kuwety grafitowej. Krzywą kalibracyjną wykonywano w zakresie 10-50 ng Pb \cdot ml⁻¹.

Tab. 4.6. Parametry programu pieca grafitowego do oznaczenia Pb

Etap	Temp. docelowa (°C)	Czas narastania temp. (s)	Czas utrzymywania temp. (s)	Dopływ argonu
Nastrzyk próbki				wyłączony
Suszenie	90	5	20	włączony
	110	5	20	włączony
	130	5	10	włączony
Spalanie	900	15	20	włączony
	900	0	1,5	wyłączony
Atomizacja	2250	1	2	wyłączony
Czyszczenie	2600	1	2	włączony

4.7.4 Oznaczenie Cd

Kadm oznaczano techniką bezpłomieniową na spektrometrze Avanta Σ firmy GBC. Mineralizat odparowywano prawie do sucha, rozpuszczano w 25 ml 3,25 % HNO₃. 10 μl próbki oraz 10 μl modyfikatora (1,5 mg Pd(NO₃)₂ \cdot ml⁻¹ i 1 mg Mg(NO₃)₂) nastrzykiwano do kuwety grafitowej. Krzywą kalibracyjną wykonywano w zakresie 0,5-2,0 ng Cd \cdot ml⁻¹.

Tab. 4.7. Parametry programu pieca grafitowego do oznaczenia Cd

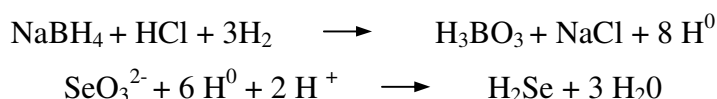
Etap	Temp. docelowa (°C)	Czas narastania temp. (s)	Czas utrzymywania temp. (s)	Dopływ argonu
Nastrzyk próbki				wyłączony
Suszenie	90	5	20	wyłączony
	110	5	20	włączony
	130	5	10	włączony
Spalanie	500	15	20	włączony
	500	0	1	wyłączony
Atomizacja	1800	1	2	wyłączony
Czyszczenie	1450	1	3	włączony

4.7.5 Oznaczenie Se

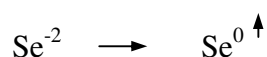
W celu usunięcia HNO₃ posiadającego silne właściwości utleniające, co przeszkadza w następnym etapie przygotowania próbki, do mineralizatu dodawano 0,8 ml stężonego HClO₄ (Suprapur®, Merck) i odparowywano w temperaturze 120-130 °C w piecu elektrycznym termostatowanym firmy Meditherm do objętości 0,2-0,4 ml, tj., aż do pojawienia się „białych dymów”, czyli par HClO₄. Pojawienie się tych dymów świadczy o całkowitym odparowaniu HNO₃ posiadającego niższą temperaturę wrzenia niż HClO₄. Pozostałość uzupełniano do 10 ml 3M HCl (Suprapur®, Merck) i ogrzewano na łaźni wodnej o temperaturze 70 °C przez 0,5 h. Selen oznaczano metodą generacji wodorków na spektrometrze Avanta Σ firmy GBC z zastosowaniem przystawki HG 3000 używając NaBH₄ (pro analysi, Merck) jako reduktora. Krzywe kalibracyjne wykonywano w zakresie 4-14 ng Se · ml⁻¹.

W czasie przygotowania prób i podczas oznaczenia zawarty w nich Se ulega następującym reakcjom:

- podczas mineralizacji próbki organiczne połączenia Se przechodzą w postać nieorganiczną Se⁺⁶
- Se⁺⁶ ulega redukcji do Se⁺⁴ przy użyciu 3 M HCl w temp. 70 °C przez 0,5 h
- Se⁺⁴ redukuje się do Se⁻² za pomocą 0,6 % NaBH₄ w 0,6 % NaOH w obecności 3 M HCl:



- powstałe jony Se⁻² ulegają atomizacji wewnątrz kuwety kwarcowej (2000-2300 °C)



Tab. 4.8. Parametry oznaczenia Se

Długość fali	196,0 nm
Natężenie na lampie	10,0 mA
Szerokość szczeliny	1,0 nm
Wprowadzenie próbki	ręczne
Czas odczytu	3,0 s
Ilość powtórzeń	3

4.7.6 Oznaczenie As

Arsen oznaczano techniką bezpłomieniową na spektrometrze Avanta Σ firmy GBC. Mineralizat rozcieńczano do objętości 25 lub 50 ml tak, aby końcowe stężenie HNO_3 w wynosiło w nim 10%. 10 μl próbki oraz 10 μl modyfikatora (1,5 mg $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{ml}^{-1}$ i 1 mg $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$) nastrzykiwano do kuwety grafitowej. Krzywą kalibracyjną wykonywano dodając wzorce As do odpowiedniej matrycy materiału oznaczanego w zakresie 20–80 ng As $\cdot \text{ml}^{-1}$.

Tab. 4.9. Parametry programu pieca grafitowego do oznaczenia As

Etap	Temp. docelowa ($^{\circ}\text{C}$)	Czas narastania temp. (s)	Czas utrzymywania temp. (s)	Dopływ argonu
Nastrzyk				wyłączony
Suszenie	95	5	5	wyłączony
	130	5	10	włączony
	200	5	10	włączony
Spalanie	1300	5	40	włączony
	1300	0	2	wyłączony
Atomizacja	2600	1	0,5	wyłączony
Czyszczenie	2750	1	4	włączony

4.8 Obliczenie stężeń badanych pierwiastków

Zawartość badanych pierwiastków w 1 g suchej masy produktu obliczono na podstawie wzoru:

$$C_P = (C_M - C_0)V \cdot R/m$$

gdzie:

C_P - stężenie pierwiastka ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ s.m.)

C_M - stężenie pierwiastka w roztworze po mineralizacji ($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$)

C_0 - stężenie pierwiastka w roztworze ślepej próby ($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$)

V - objętość roztworu mineralizowanej próby (ml)

R - współczynnik rozcieńczenia

m - masa suchej naważki pobranej do mineralizacji (g)

4.9 Obliczenie dziennego pobrania biopierwiastków

Dzienne pobranie danego składnika mineralnego (w %) w wyniku konsumpcji 100 g porcji poszczególnych produktów (*DPSM*) zostało obliczone następująco:

$$DPSM = 100 \cdot C/R$$

gdzie:

C - stężenie pierwiastka ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ m.m.)

R - wartości referencyjne ($\text{mg} \cdot \text{dzień}^{-1}$) (Tab. 4.10 i 4.11)

Tab. 4.10. Wartości DRI ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) zalecane dla mężczyzn i kobiet w wieku 31-50 lat (Dietary Reference Intakes: Elements)

	Ca*	Mg	Na*	K	Cu	Fe	Mn*	Zn	Se	Cr*	Ni**
Mężczyźni	1000	420	1500	4700	0,9	8	2,3	11	0,055	0,035	1
Kobiety	1000	320	1500	4700	0,9	18	1,8	8	0,055	0,025	1

* Adequate Intakes (AIs)

** Tolerable Upper Intake Levels (19-70 lat)

Tab. 4.11. Dienne normy żywienia na poziomie bezpiecznym (PB) dla kobiet i mężczyzn w wieku 26-60 lat o aktywności fizycznej umiarkowanej (Panczenko-Kresowska i Ziemiański 2001)

	Ca	Mg	Na*	K*	Cu	Fe	Zn	Se
Mężczyźni	800	350	575	3500	2,0-2,5	11	14	0,06
Kobiety	800	280	575	3500	2,2-2,5	14	10	0,05

* Minimalna Norma Spożycia

4.10 Obliczenie dawek związanych z toksycznością pierwiastków

Bezpieczna ilość produktu (kg) o maksymalnym stężeniu pierwiastka toksycznego, jaką można tygodniowo spożyć została obliczona następująco:

$$BIP = C_{max}/C_p$$

gdzie:

C_{max} - maksymalne dozwolone stężenie pierwiastka toksycznego (mg) jakie może przyjąć tygodniowo bądź dziennie osoba o średniej masie ciała 60 kg. Obliczone na podstawie wartości PTWI, PMTDI i TDI (JECFA)

C_p - najwyższe stężenie pierwiastka toksycznego ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) jakie oznaczono wśród analizowanych produktów

Tygodniowe bądź dzienne pobranie pierwiastka (%) na podstawie średniej konsumpcji produktów rybnych w Polsce (FAOb) obliczono w następujący sposób:

$$TPP = SK \cdot C_p \cdot 100\% / C_{max}$$

gdzie:

SK - średnia konsumpcja produktów rybnych w Polsce (kg) (FAOb)

4.11 Dokładność zastosowanej metody

Stężenie Co we wszystkich produktach, stężenia Cr, Ni i Pb w większości badanych produktów oraz Hg, Cd i As w niektórych z badanych prób były poniżej granicy wykrywalności zastosowanej metody.

Granica wykrywalności (LOD) została obliczona następująco (Environmental Technology Verification Report):

$$LOD = x \pm 3d$$

gdzie:

x - średnie stężenie badanego pierwiastka w ślepych próbach ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ s.m.)

d - odchylenie standardowe stężeń pierwiastka w ślepych próbach

Tab. 4.12. Wartości LOD

Pierwiastek	LOD ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ s.m)	LOD ($\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ m.m)
Se	0,16	0,03
Co	0,60	0,01
Cr	1,00	0,02
Ni	1,30	0,03
Pb	0,05	1,0*
Cd	0,007	0,14*
Hg	0,04	0,88*
As	0,54	10,8*

* $\mu\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ m.m.

4.12 Materiały referencyjne

Dokładność i precyzję zastosowanej metody potwierdzono na podstawie analiz materiałów referencyjnych takich jak NCR TORT-2 (wątrobotrzuska homara), BCR-279 IRMM (trawa morska), CRM-185R (wątroba wołowa) i NCS ZC 78005 (małż). Wartości referencyjne oraz otrzymane wyniki zawartości zestawiono i porównano w Tab. 4.13.

Tab. 4.13. Oznaczone i deklarowane zawartości poszczególnych pierwiastków w materiale referencyjnym NRC TORT-2 (wątrobotrzuska homara) oraz w innych materiałach referencyjnych

Pierwiastek	Stężenie oznaczone ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ s.m.)	Stężenie deklarowane ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ s.m.)	Odzysk %	Błąd względny %	RSD %
Zn	185,5	180	103	+3,0	3,5
Fe	111	105	105,7	+5,7	6,0
Mn	13,1	13,6	96,6	-3,4	1,4
Cu	100,2	106	94,6	-5,4	1,8
Ni	2,5	2,5	100	0	7,5
Co	<0,6*	0,51	-	-	-
Cr	<1,0*	0,77	-	-	-
Se	5,94	5,63	105,6	+5,6	8,7
Hg	0,274	0,270	101,5	+1,5	15,4
Pb	0,41	0,35	115	+15	9,2
Pb**	0,184	0,172	107	+7	15,2
Cd	28,2	26,7	105,8	+5,8	10,8
Cd**	0,53	0,544	97	-3	8,9
As	22,5	21,6	104	+4	10,2
As****	5,05	6,1	82,8	-17,2	19,1
Ca***	26914	27000	99,7	-0,3	4,8

Tab. 4.13. cd.

Pierwiastek	Stężenie oznaczone ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ s.m.)	Stężenie deklarowane ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ s.m.)	Odzysk %	Błąd względny %	RSD %
Ca****	1035	1110	93,2	-6,8	4,4
Mg***	10435	14000	74,5	-25,5	7,1
Mg****	1586	1970	80,5	-19,5	2,3
K***	12657	13000	97,4	-2,6	2,7
K****	4841	4240	114,2	+14,2	9,5
Na****	4698	5820	80,7	-19,3	18,7

* LOD - granica wykrywalności

** Wątroba wołowa CRM 185R

*** Trawa morska BCR-279

**** Małż NCS ZC 78005

4.13 Analizy statystyczne

Uzyskane rezultaty poddano analizie statystycznej wykorzystując w tym celu program STATISTICA 7.1. W wyniku braku rozkładu normalnego (test W Shapiro - Wilka) w dalszych analizach posłużono się testami nieparametrycznymi - ANOVA Kruskala-Wallisa, Korelacja R-Spearmana. W celu głębszej analizy otrzymanych wyników wykorzystano analizę czynnikową. Do interpretacji przeprowadzonej ankiety „Ocena preferencji i częstości spożycia ryb i owoców morza posłużono się analizą skupień, testem - ANOVA (jednoczynnikowa) i testem t-Studenta.

5 Wyniki i dyskusja

5.1 Część ankietowa

5.1.1 Wstęp

Badaniami objęto 469 dorosłych osób pochodzących z trzech województw różniących się między sobą stopniem zamożności mieszkańców i nawykami żywieniowymi. Były to województwa: Pomorskie, Mazowieckie i Warmińsko-Mazurskie. Wzór ankiety został przedstawiony jako Załącznik nr I.

Celem przeprowadzonej ankiety było:

- uzyskanie informacji na temat znajomości i konsumpcji owoców morza
- uzyskanie informacji na temat znajomości asortymentu owoców morza
- wyodrębnienie czynników wpływających na wybór ryb i owoców morza jako składników diety
- porównanie częstości i form spożycia ryb i owoców morza
- wykazanie różnic jakie istnieją pomiędzy kobietami i mężczyznami pochodzącymi z trzech województw w odniesieniu do czterech powyżej wymienionych zagadnień

5.1.2 Omówienie wyników

5.1.2.1 Ogólna charakterystyka ankietowanych osób

Wśród 469 ankietowanych osób znajdowały się 294 kobiety (62,7%) i 175 mężczyzn (37,3%). Najwięcej ankietowanych osób, aż 57,8% (55,4% kobiet i 61,7% mężczyzn) znajdowało się w przedziale wiekowym 20-30 lat, co odpowiadało 55,3%, 52,7% i 80,6% badanych osób pochodzących z województwa Pomorskiego, Warmińsko-Mazurskiego i Mazowieckiego. W następnej kolejności plasowali się uczestnicy ankiet zawarci w przedziale wiekowym 30-40 lat, którzy stanowili 17,7% (18,4% kobiet i 16,6% mężczyzn). W sumie w te dwa przedziały wiekowe objęły 75,5% uczestników ankiety. Najmniejszą ilość badanych

osób stanowili ankietowani w przedziale wiekowym poniżej 20 i powyżej 60 lat (po 4,7% każda z grup) (Rys. 5.1.A-C).

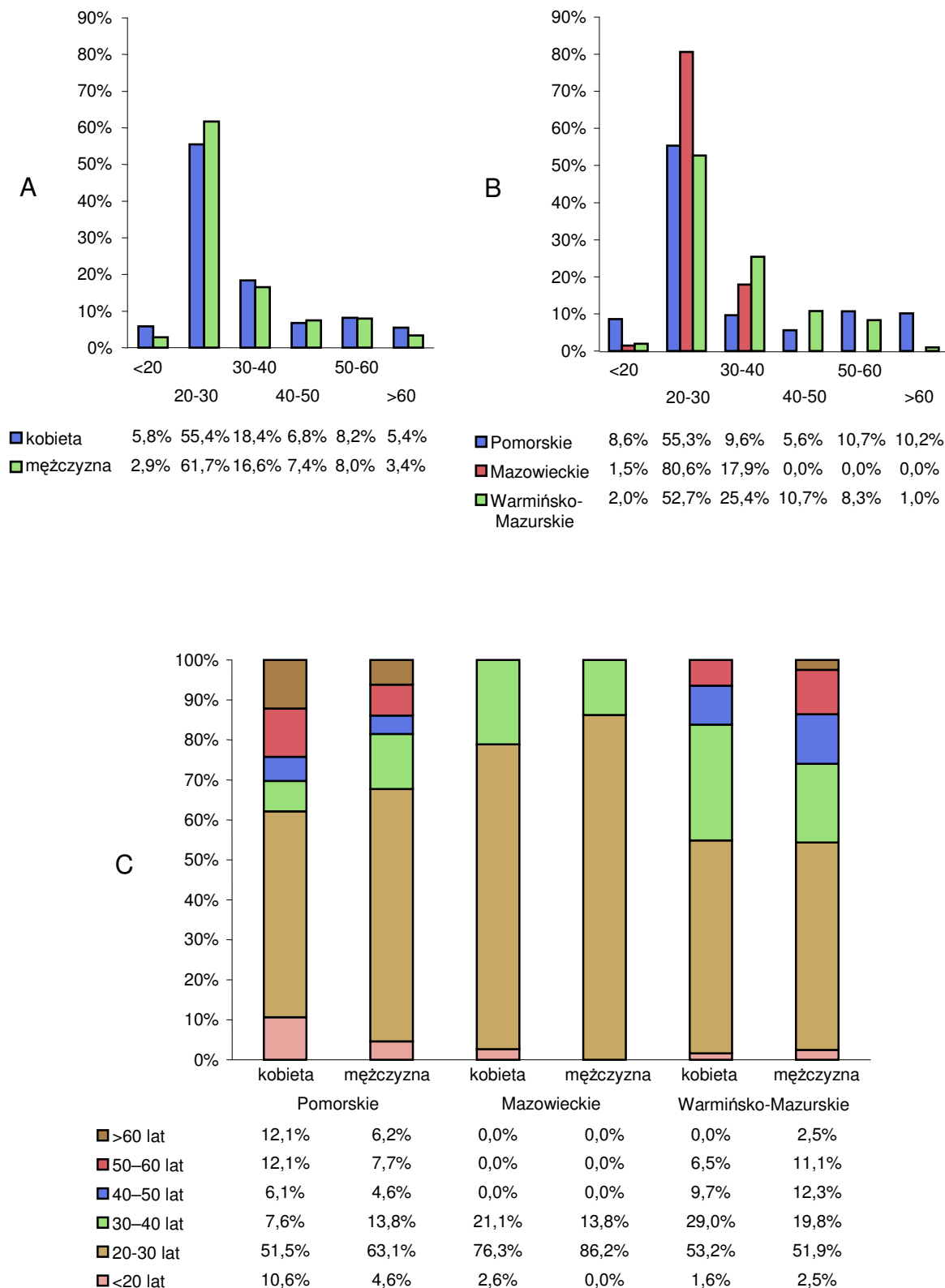
Stwierdzono, iż średnie wartości wskaźnika BMI, masy i wzrostu były większe w przypadku mężczyzn niż kobiet we wszystkich województwach. Wśród wszystkich grup kobiet średnia BMI mieściła się w normie ($18,5 < \text{BMI} < 25$), co oznacza że posiadały prawidłową masę ciała. W odniesieniu do mężczyzn, średnia BMI ankietowanych jedynie w województwie Pomorskim znajdowała się w górnym jego zakresie, uznawanym za prawidłowy. Wśród mężczyzn z województw Mazowieckiego i Warmińsko-Mazurskiego wartość BMI była nieznacznie przekroczona.

Tab. 5.1. Parametry charakteryzujące badane osoby (średnia \pm odchylenie standardowe; wartość min i max)

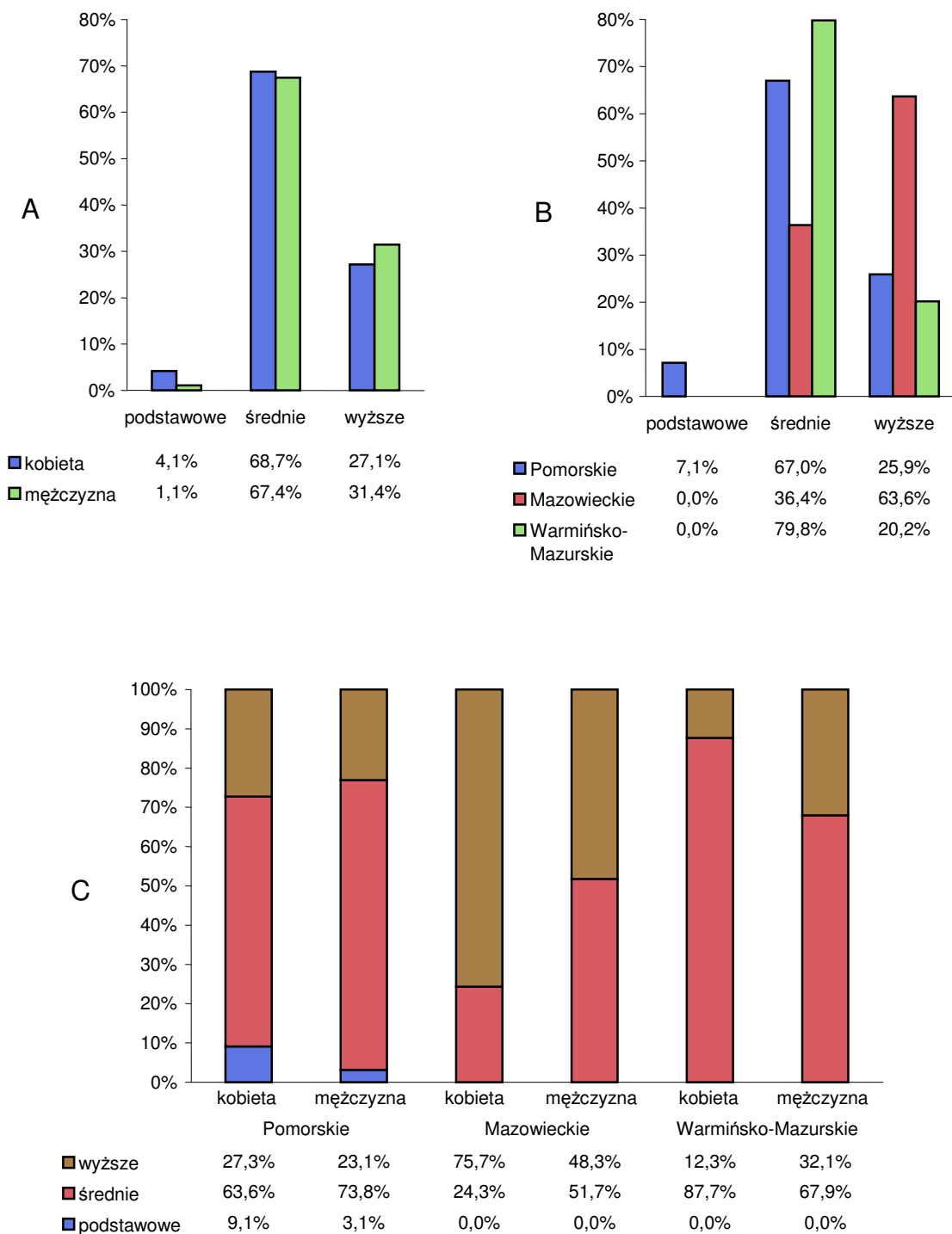
Województwo	Płeć	BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	Waga (kg)	Wzrost (m)
Pomorskie	kobiety	22,2 \pm 3,99 (15,9-42,4)	60,4 \pm 10,8 (45-114)	1,65 \pm 0,06 (1,50-1,80)
	mężczyźni	24,6 \pm 3,46 (19,4-36,2)	79,9 \pm 11,9 (60-112)	1,80 \pm 0,07 (1,65-1,95)
Mazowieckie	kobiety	21,5 \pm 3,20 (17,6-30,0)	59,5 \pm 8,86 (48-90)	1,66 \pm 0,05 (1,57-1,76)
	mężczyźni	25,3 \pm 2,3 (21,2-29,6)	83 \pm 10,3 (64-102)	1,81 \pm 0,06 (1,67-1,94)
Warmińsko-Mazurskie	kobiety	21,9 \pm 3,45 (15,4-36,7)	59,7 \pm 9,95 (40-89)	1,65 \pm 0,07 (1,3-1,78)
	mężczyźni	25,7 \pm 5,70 (19,4-37,6)	82,3 \pm 16,6 (60-130)	1,79 \pm 0,07 (1,60-1,94)

Średnie wykształcenie posiadało 68,2% ankietowanych osób (68,7% kobiet i 67,4% mężczyzn) (Rys. 5.2A). Największą ilość z tym wykształceniem stanowili respondenci z województwa Warmińsko-Mazurskiego (79,8%), w następnej kolejności plasowały się osoby z województwa Pomorskiego (67%) i z województwa Mazowieckiego (36,4%, Rys. 5.1A) Wykształcenie wyższe posiadało 28,8% ankietowanych osób (z czego 63,6% byli to ankietowani z województwa Mazowieckiego - 75,7% kobiet i ok. 50% mężczyzn), a podstawowe zaledwie 3%. (Rys. 5.2B-C). Z uwagi na fakt, iż większość respondentów znajdowało się w przedziale 20-30 lat, można uznać, iż część z nich nie mogła jeszcze posiadać wykształcenia wyższego. Przypuszczalnie osoby te mogły być w trakcie realizacji studiów wyższych, czym można wytłumaczyć znaczny odsetek osób z wykształceniem średnim w porównaniu do ankietowanych posiadających wykształcenie wyższe.

WYNIKI I DYSKUSJA



Rys. 5.1. Charakterystyka wieku ankietowanych osób - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).



Rys. 5.2. Charakterystyka wykształcenia ankietowanych osób - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).

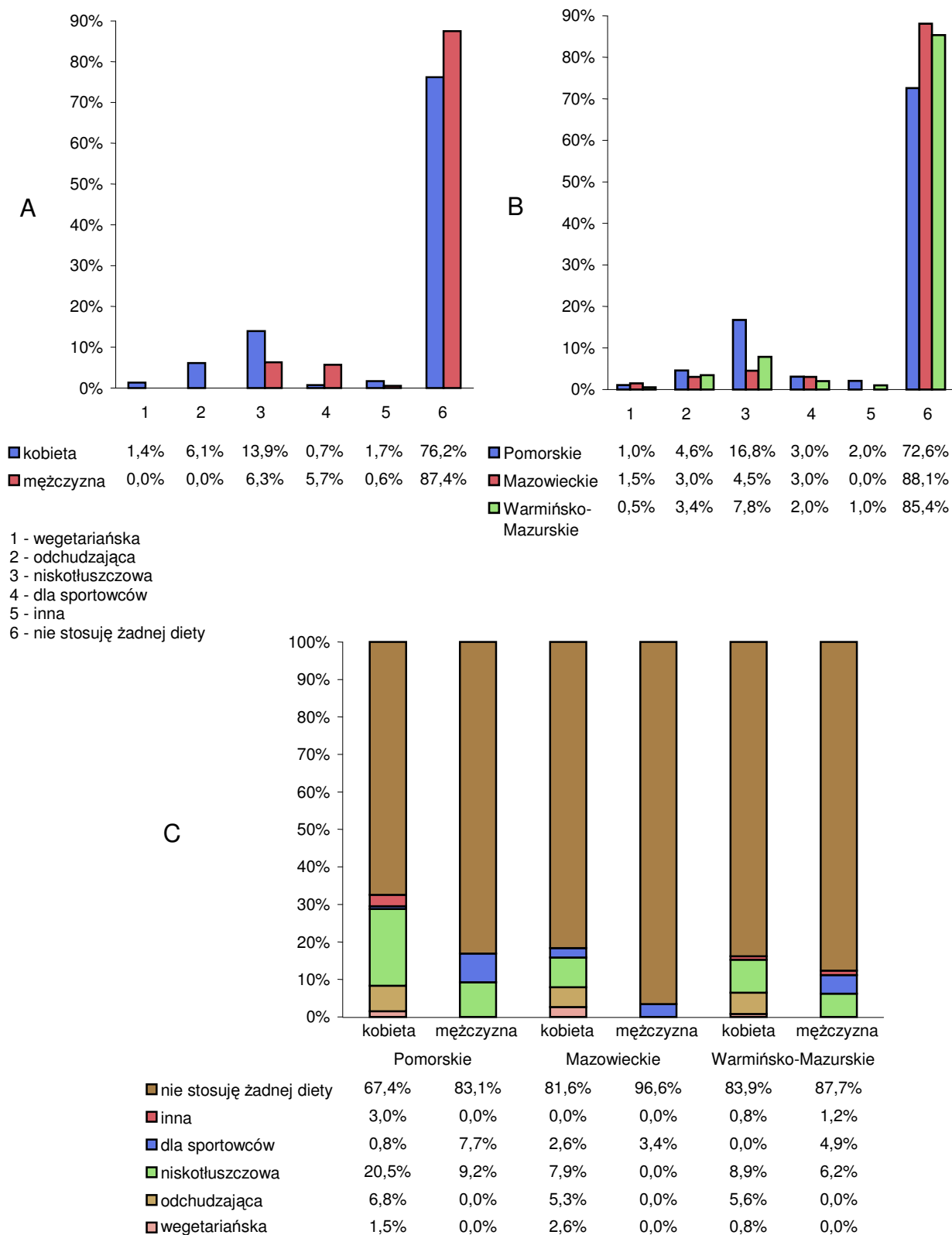
Zdecydowany odsetek badanych osób (80,4%) nie stosował żadnej diety, co stanowiło odpowiednio 76,2% i 87,4% kobiet i mężczyzn. Natomiast 11,1% ankietowanych stosowało dietę nisko tłuszczową, a 3,8% dietę odchudzającą. Kobiety stosujące te diety stanowiły odpowiednio 13,9% i 6,1%. Mężczyźni oprócz diety nisko tłuszczowej (6,3%) przestrzegali

również diety dla sportowców (5,7%, Rys. 5.3A). Największa ilość respondentów (27,4%) „będących na diecie” pochodziła z województwa Pomorskiego, wśród tych osób większość zadeklarowała dietę niskotłuszczową. W dwóch pozostałych województwach liczba ankietowanych stosujących dietę stanowiła ok. 15%. Ilość kobiet będących na diecie niskotłuszczowej w województwie Pomorskim była ok. dwukrotnie większa niż mężczyzn. Natomiast mężczyźni z województwa Mazowieckiego przestrzegali jedynie diety dla sportowców (Rys. 5.3B-C).

Około 30% ankietowanych cierpiało na jedną lub więcej dolegliwości przedstawionych w Pyt. 11 (Załącznik I). Wśród tych osób najczęstszym schorzeniem było podwyższone ciśnienie krwi (36,7%), następnie podwyższona zawartość cholesterolu (28,9%) i choroba niedokrwienna serca (7,8%). Inne dolegliwości stanowiły 21,1%. Wśród chorych kobiet 36,4% i 27,3% miało podwyższone ciśnienie krwi i cholesterol. W przypadku mężczyzn, 37,3% i 31,4% miało powyższe dolegliwości (Rys. 5.4A). Po uwzględnieniu podziału na województwa ilość osób cierpiących na powyższe schorzenia kształtuje się następująco: w Pomorskim (39,3% i 29,5%), Warmińsko-Mazurskim (33,3% i 26,7%) i najwięcej w Mazowieckim (po 42,9% w przypadku obu schorzeń) - Rys. 5.4B. Jednak już rozróżnienie wśród każdego województwa na płeć wskazuje, że w województwie Warmińsko-Mazurskim ok. 2 razy więcej kobiet niż mężczyzn miało podwyższone ciśnienie krwi. Odwrotna zależność procentowa wystąpiła w odniesieniu do mężczyzn mających podwyższoną zawartość cholesterolu, którzy stanowili dwukrotnie większy odsetek (38,5%) w porównaniu do kobiet. W przypadku podwyższonego ciśnienia krwi, liczba mężczyzn z województwa Pomorskiego była 1,5 razy większa niż kobiet. Odnośnie tej dolegliwości ilość chorych mężczyzn z województwa Mazowieckiego była ponad 2,5 razy większa. Kobiety z tego województwa miały natomiast ok. 1,5 razy wyższą zawartość cholesterolu niż mężczyźni (Rys. 5.4C).

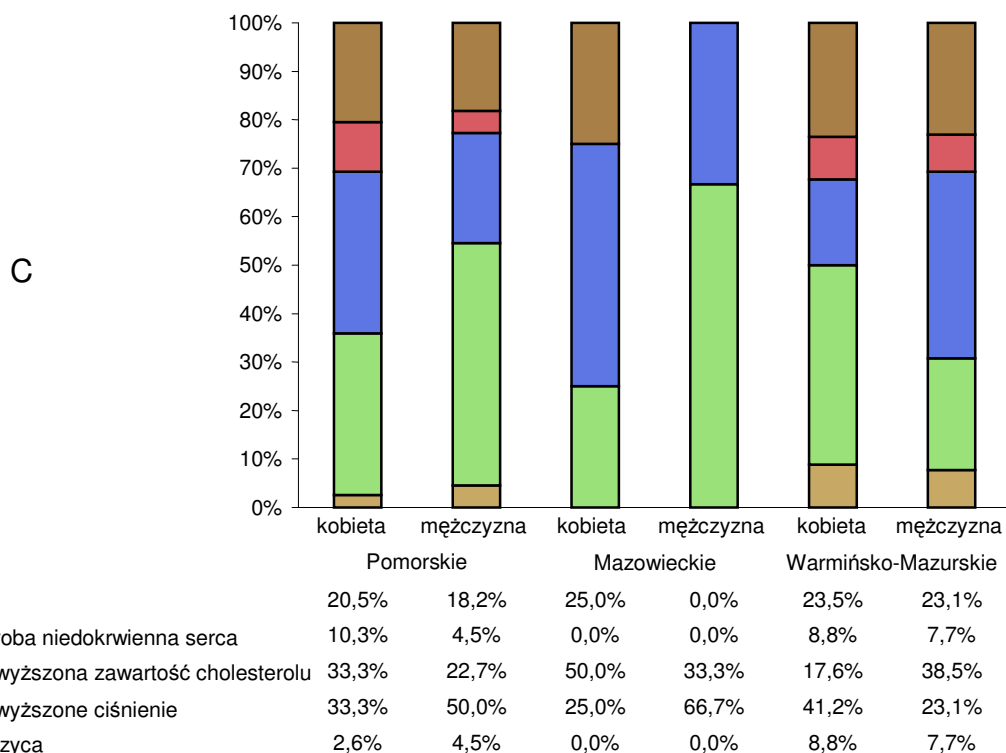
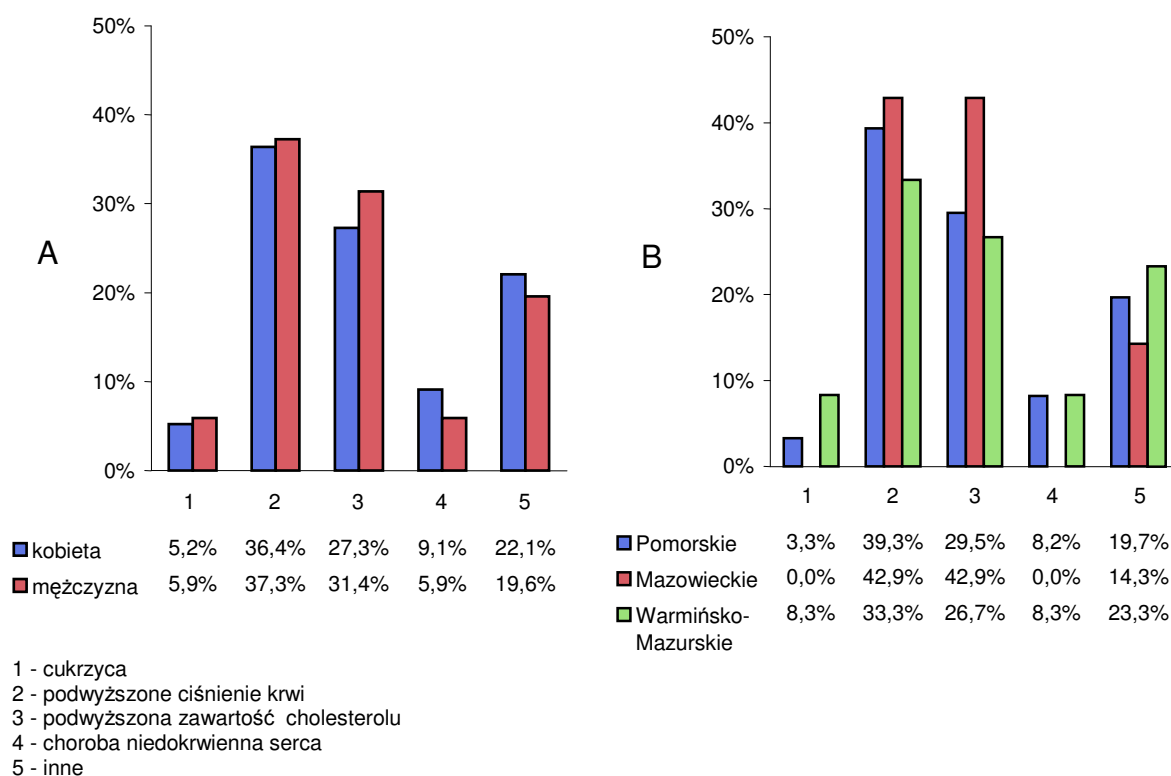
Znajomość owoców morza zadeklarowało 90,8% ankietowanych. Podobnie w każdym z województw ok. 90% respondentów stwierdziło, iż zna te produkty (Rys. 5.5A-B). W województwie Warmińsko-Mazurskim odsetek kobiet i mężczyzn był zbliżony. W województwie Pomorskim więcej kobiet niż mężczyzn zadeklarowało ich znajomość. Natomiast odwrotna sytuacja zaistniała w przypadku województwa Mazowieckiego (Rys. 5.5C).

WYNIKI I DYSKUSJA

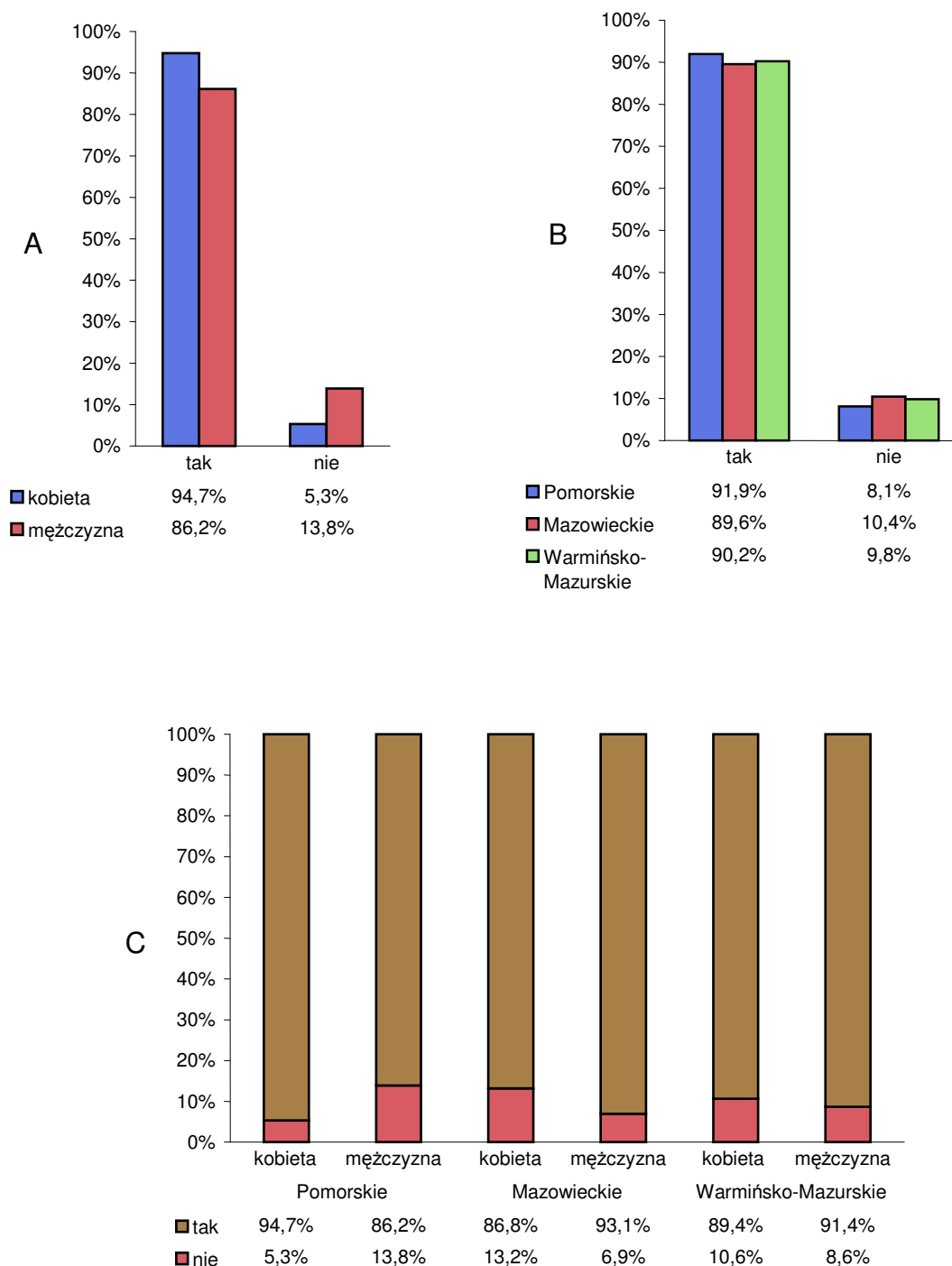


Rys. 5.3. Rodzaje stosowanych diet wśród ankietowanych osób - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).

WYNIKI I DYSKUSJA



Rys. 5.4. Dolegliwości jakie posiadały anketowane osoby - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).



Rys. 5.5. Znajomość owoców morza wśród ankietowanych osób - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).

Jednak jeżeli chodzi o konsumpcję tych produktów, ilość osób deklarujących ją jest znacznie mniejsza i ogranicza się do 43,3%. W grupie osób jedzących produkty pochodzenia morskiego, kobiety i mężczyźni stanowią odpowiednio 59,6% i 40,4% (Rys. 5.6A).

Najwyższą konsumpcję stwierdzono w województwie Mazowieckim (61,2%), następnie w Pomorskim (46,2%), a najniższą w Warmińsko-Mazurskim (34,6%) - Rys. 5.6B. W województwach Mazowieckim i Warmińsko-Mazurskim procentowy udział mężczyzn jedzących te produkty w stosunku do kobiet był wyższy. Natomiast w województwie Pomorskim, pod względem spożycia owoców morza, kobiety stanowiły nieznacznie większą grupę (Rys. 5.6C).

5.1.2.2 Preferencje wyboru owoców morza

Najczęściej konsumowanymi owocami morza okazały się krewetki (45,8% respondentów), wśród ankietowanych 46,4% stanowiły kobiety i 45,0% mężczyźni (Rys. 5.7A). Otrzymane rezultaty pokrywają się z wynikami przeprowadzonymi wśród studentów różnych uczelni wyższych, opublikowanymi przez Lebedzińską i in. (2006) oraz Babicz-Zielińską i Rybowską (2001). Każde z województw odznaczało się konsumpcją krewetek na takim samym poziomie (ok. 45%) - Rys. 5.7B. Również w stosunku do kobiet i mężczyzn w każdym z tych rejonów odsetek obu płci jest bardzo zbliżony (Rys. 5.7C). W następnej kolejności plasują się na prawie równym poziomie kraby (13,4%), kalmary (12,0%) i małże (11,3%) - Rys. 5.6A. W swoich badaniach Lebedzińska i in. (2006) również jako drugi preferowany przez ankietowanych studentów produkt wyodrębnili kraby. W przypadku ich konsumpcji ilość kobiet i mężczyzn w województwach Pomorskim i Mazowieckim jest bardzo zbliżona. Natomiast w przypadku Warmińsko-Mazurskiego, kobiet spożywających kraby jest ok. trzykrotnie więcej niż mężczyzn. W odniesieniu do małży mężczyźni stanowią liczniejszą grupę wśród osób konsumujących te mięczaki (Rys. 5.7C). Najrzadziej spożywane okazały się homary (2,1%) prawdopodobnie ze względu na ich wysoką cenę, trudną obróbkę kulinarną i ograniczoną dostępność (Rys. 5.7A). Podobne rezultaty uzyskała Babicz-Zielińska i Rybowska (2001). W ich badaniach homary również stanowiły grupę produktów najmniej preferowanych.

Przeprowadzona parametryczna analiza - ANOVA (jednoczynnikowa) (Tab. 5.2) nie wykazała statystycznie istotnych różnic w wyborze poszczególnych asortymentów owoców morza w zależności od stopnia wykształcenia, miejsca pochodzenia, wieku czy diety. Na podstawie przeprowadzonego testu t-Studenta, stwierdzono iż płeć jest czynnikiem decydującym o wyborze poszczególnych produktów. Wykazano statystycznie istotne różnice

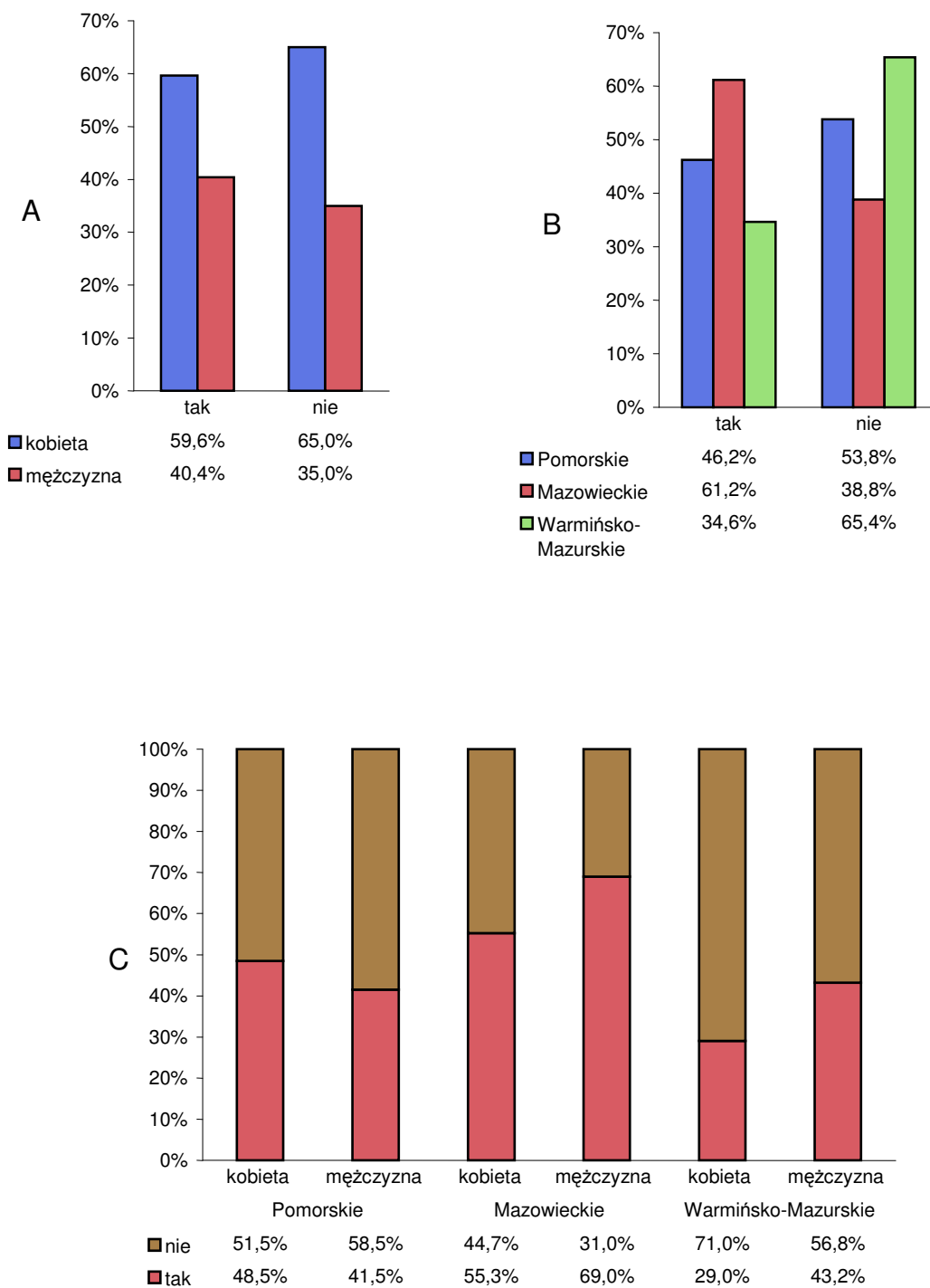
pomiędzy kobietami i mężczyznami ($p < 0,01$) w przypadku konsumpcji małży oraz mniej istotne ($p < 0,05$) w odniesieniu do krewetek i ośmiornic.

Tab. 5.2. Wpływ stopnia wykształcenia, miejsca pochodzenia, wieku, diety i płci na wybór rodzajów owoców morza wśród osób ankietowanych w świetle testów: ANOVA (jednoczynnikowa) i t-Studenta*. Statystycznie istotne wyniki analizy podano jako wartości F i t dla testów ANOVA (jednoczynnikowa) i t-Studenta odpowiednio.

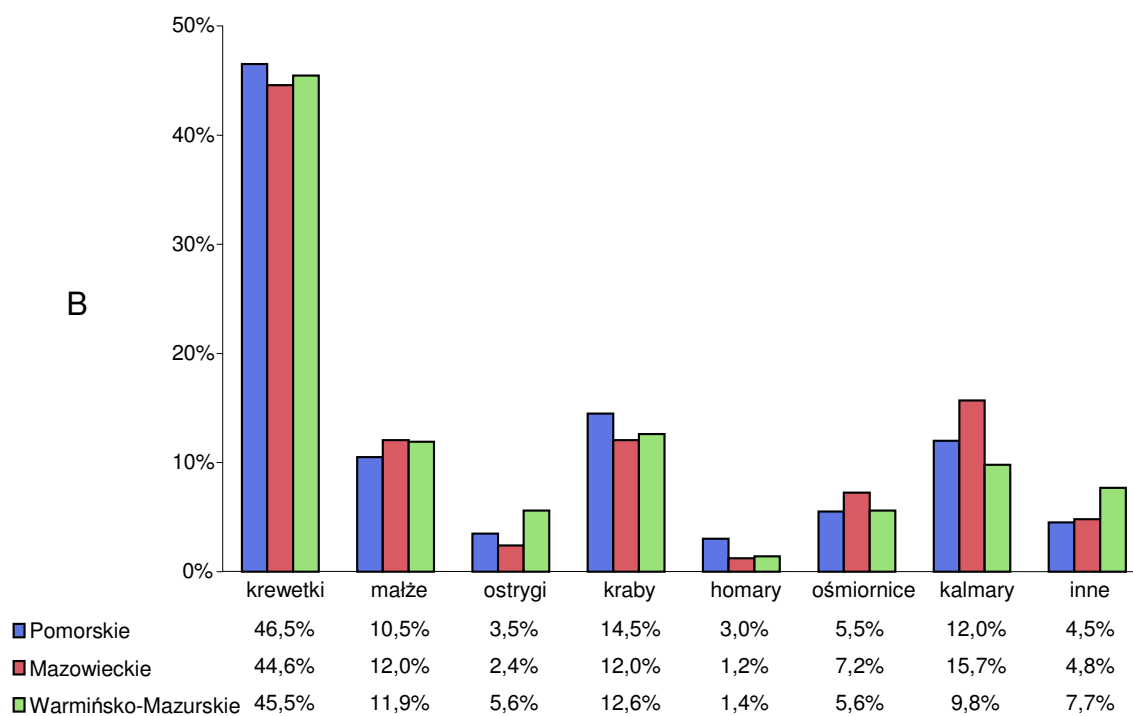
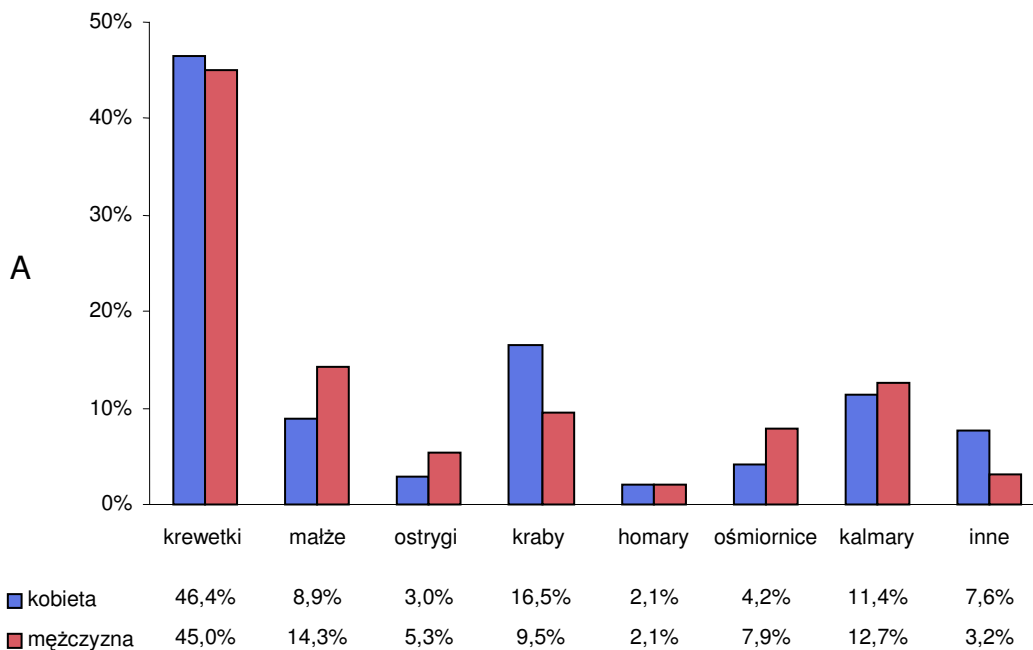
produkty	wykształcenie	województwo	wiek	dieta	płeć*
krewetki	-	-	-	-	-2,46 ^a
małże	-	-	-	-	-2,95 ^b
ostrygi	-	-	-	-	-
kraby	-	-	-	-	-
homary	-	-	-	-	-
ośmiornice	-	-	-	-	-2,47 ^a
kalmary	-	-	-	-	-
inne	-	-	-	-	-

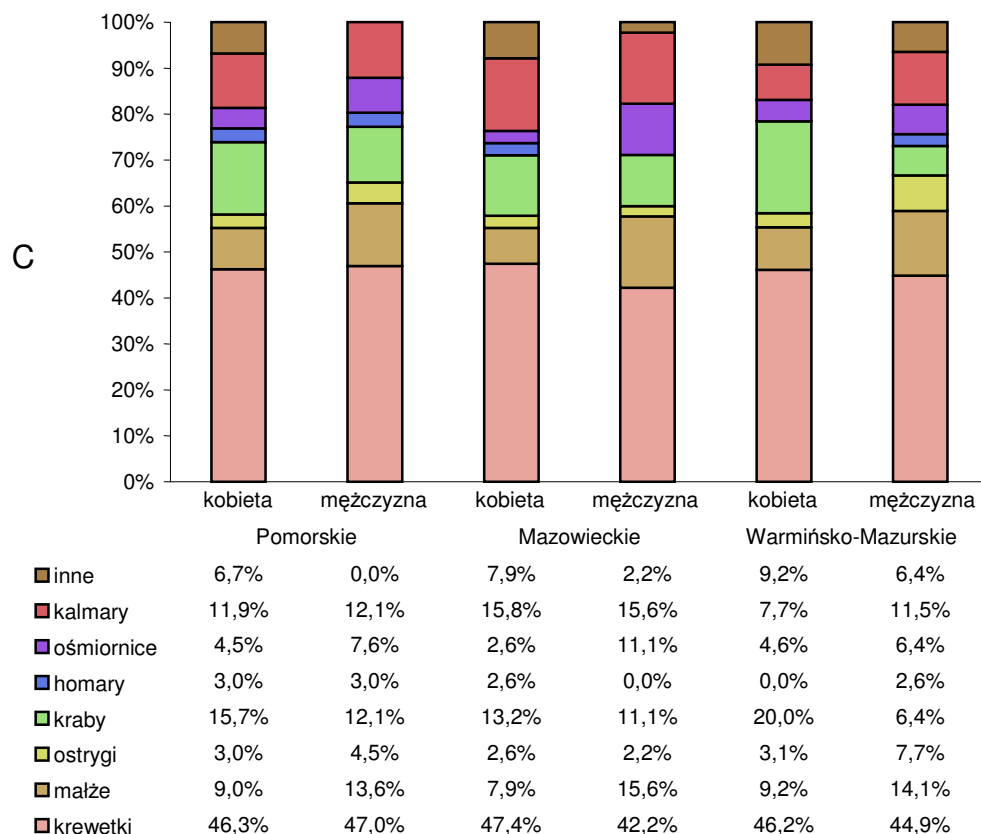
^a $p < 0,05$; ^b $p < 0,01$

Na podstawie analizy skupień stwierdzono, iż wśród badanych owoców morza krewetki (wartość odległości euklidesowej ok. 13) wyraźnie tworzą oddzielny klaster. Dla odległości wiązania ok. 8 stwierdzono wyodrębnienie się dwóch klasterów odpowiednio dla krabów i kalmarów. Jako kolejne produkty wydzieliły się małże (odległość euklidesowa 7) - Rys. 5.7D.

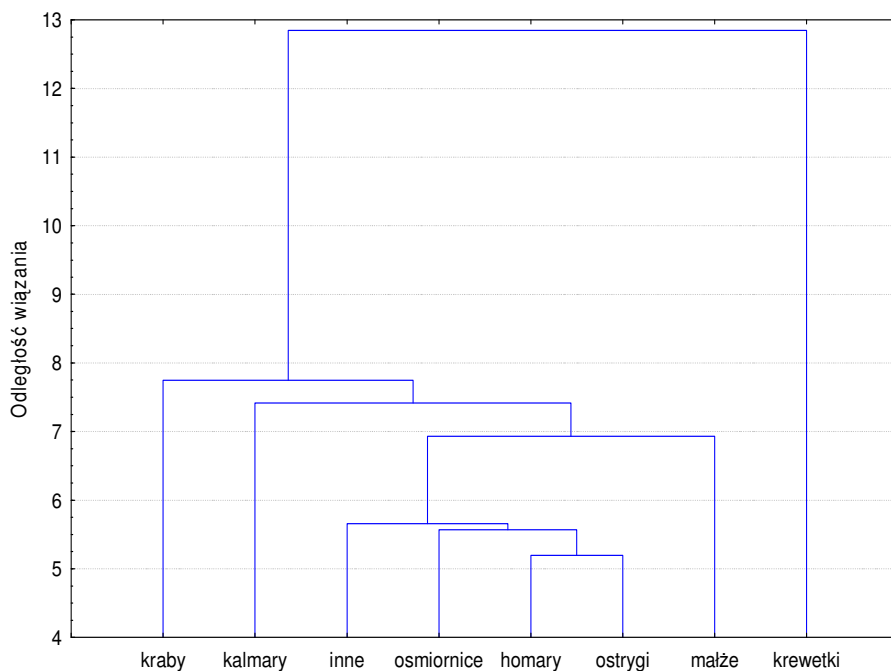


Rys. 5.6. Konsumpcja owoców morza wśród ankietowanych osób - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).





Rys. 5.7. Spożywane gatunki owoców morza - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).



Rys. 5.7D. Dendrogram dla 8 rodzajów owoców morza oparty na preferencjach ankietowanych.

5.1.2.3 Częstość konsumpcji ryb i owoców morza

Największy odsetek respondentów zadeklarował konsumpcję ryb raz w tygodniu (34,5%) i kilka razy w miesiącu (31,3%). Spożycie takie zadeklarowało 62,2% kobiet i 71,7% mężczyzn (Rys. 5.8.A). Lebedzińska i in. (2006) również wykazali, iż największy odsetek respondentów, tj. studentów (powyżej 40%) spożywał ryby kilka razy w miesiącu. Jednak w odniesieniu do konsumpcji tych produktów raz w tygodniu, uzyskane rezultaty są ok. dwukrotnie wyższe w porównaniu do danych przedstawianych przez wyżej wspomnianych autorów. Badania norweskie wskazują na znacznie wyższe spożycie żywności pochodzenia morskiego w tym kraju. Kobiety w wieku 45-69 lat jadły te produkty 15 razy w miesiącu, bądź 2,7 razy w tygodniu (Trondsen i in. 2004a, Trondsen i in. 2004b). Natomiast częstość spożycia ryb kilka razy w tygodniu wśród kobiet, w tym samym przedziale wiekowym, omawianych w niniejszej pracy stanowi 25%. W odniesieniu do województw największa ilość osób konsumujących ryby raz w tygodniu pochodziła z Mazowieckiego, następnie z Warmińsko-Mazurskiego i z Pomorskiego (Rys. 5.8B). Raz w miesiącu i rzadziej konsumowało ryby ok. 20% ankietowanych. Jedynie 12,3% (13,1% kobiet i 11,0% mężczyzn) osób zadeklarowało spożycie tych produktów kilka razy w tygodniu (Rys. 5.8A). W województwie Pomorskim ok. dwukrotnie więcej kobiet niż mężczyźni spożywało ryby z taką częstością. W każdym z omawianych województw więcej mężczyzn niż kobiet jadło ryby z częstością raz w tygodniu. W przybliżeniu, po tyle samo kobiet i mężczyzn w każdym z tych rejonów zadeklarowało spożycie tych produktów kilka razy w miesiącu (Rys. 5.8C).

Konsumpcja owoców morza wśród ankietowanych jest znacznie niższa. Aż 63,7% respondentów (61,0% kobiet i 67,6% mężczyzn) zadeklarowało spożycie tych produktów rzadziej niż raz w miesiącu (Rys. 5.9A). Największa ilość osób - 17% (z czego 21,4% stanowią kobiety, a 10,8% mężczyźni) konsumuje owoce morza raz w miesiącu. Osoby pochodzące z województw Mazowieckiego i z Pomorskiego stanowią po ok. 20%. W przypadku województwa Warmińsko-Mazurskiego ilość osób deklarujących taką częstość spożycia tych produktów wynosi 12,6% (Rys. 5.9B). Kobiet jedzących owoce morza raz w miesiącu jest ok. dwukrotnie więcej niż mężczyzn w odniesieniu do każdego z rejonów (Rys. 5.9C). Podobnie niską konsumpcję owoców morza przez studentów wykazała Lebedzińska i in. (2006).

Przeprowadzona analiza - ANOVA (jednoczynnikowa) (Tab. 5.3) nie wykazała statystycznie istotnych różnic w częstości konsumpcji owoców morza i ryb w zależności od miejsca pochodzenia. Natomiast wykształcenie, wiek, płeć i dieta miały wpływ na częstość

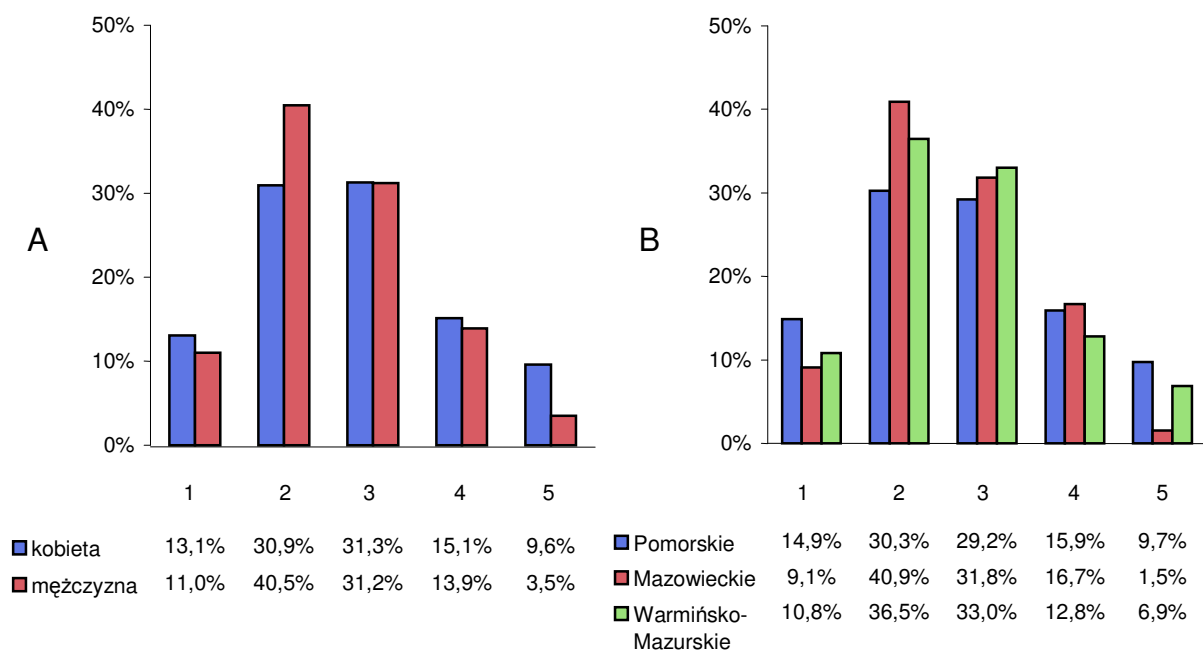
konsumpcji tych produktów. Osoby z wykształceniem podstawowym statystycznie istotnie częściej ($p < 0,01$ i $p < 0,001$) w porównaniu z innymi poziomami wykształcenia konsumowały odpowiednio raz w miesiącu ryby i kilka razy w tygodniu owoce morza. Ankietowani w wieku poniżej 20 lat istotnie statystycznie częściej niż inne grupy wiekowe konsumowali odpowiednio ryby raz w miesiącu ($p < 0,05$), a owoce morza kilka razy w tygodniu ($p < 0,001$) i rzadziej niż raz w miesiącu ($p < 0,05$). Osoby stosujące dietę dla sportowców statystycznie istotnie częściej ($p < 0,001$) w porównaniu z ankietowanymi stosującymi inne diety spożywali owoce morza raz w tygodniu. Na podstawie przeprowadzonego testu t-Studenta, wykazano iż płeć jest czynnikiem decydującym o częstotliwości spożycia morskich surowców żywnościowych. Wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy kobietami i mężczyznami ($p < 0,05$) w przypadku konsumpcji ryb i owoców morza rzadziej niż raz w miesiącu.

Tab. 5.3. Wpływ stopnia wykształcenia, miejsca pochodzenia, wieku, diety i płci na częstość spożycia owoców morza i ryb wśród osób ankietowanych w świetle testów: ANOVA (jednoczynnikowa) i t-Studenta*. Statystycznie istotne wyniki analizy podano jako wartości F i t dla testów ANOVA (jednoczynnikowa) i t-Studenta odpowiednio.

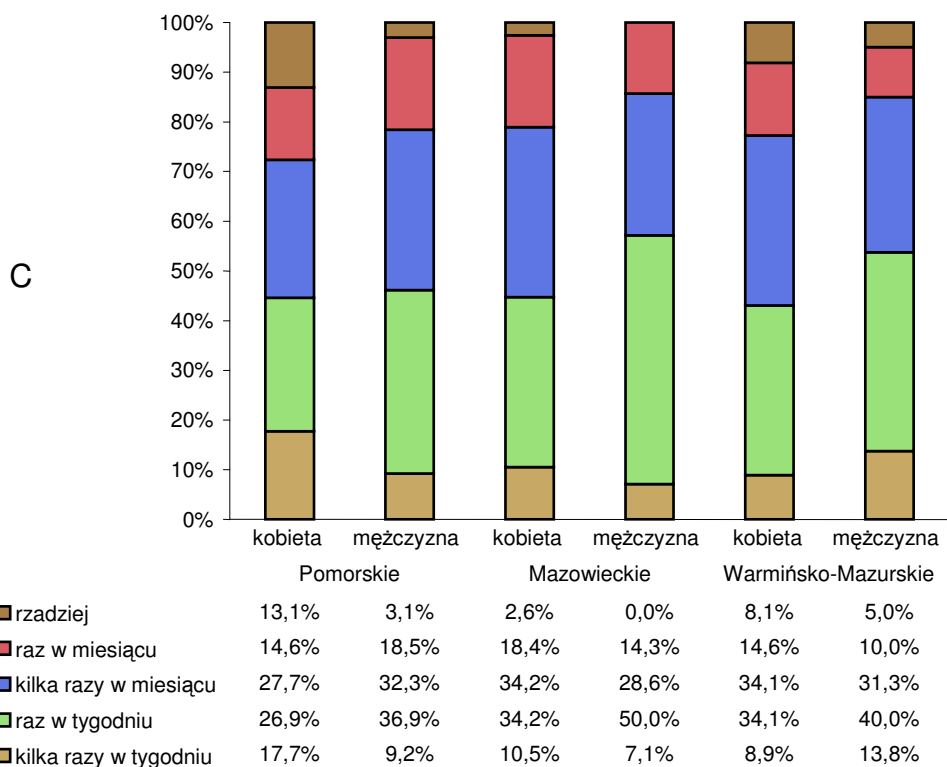
częstość spożycia	wykształcenie	województwo	wiek	dieta	płeć*
ryby:					
kilka razy w tygodniu	-	-	-	-	-
raz w tygodniu	-	-	-	-	-
kilka razy w miesiącu	-	-	-	-	-
raz w miesiącu	5,44 ^b	-	2,82 ^a	-	-
rzadziej	-	-	-	-	2,66 ^a
owoce morza:					
kilka razy w tygodniu	18,1 ^c	-	4,40 ^c	-	-
raz w tygodniu	-	-	-	7,58 ^c	-
kilka razy w miesiącu	-	-	-	-	-
raz w miesiącu	-	-	-	-	-
rzadziej	-	-	2,65 ^a	-	-2,02 ^a

^a $p < 0,05$; ^b $p < 0,01$; ^c $p < 0,001$

WYNIKI I DYSKUSJA

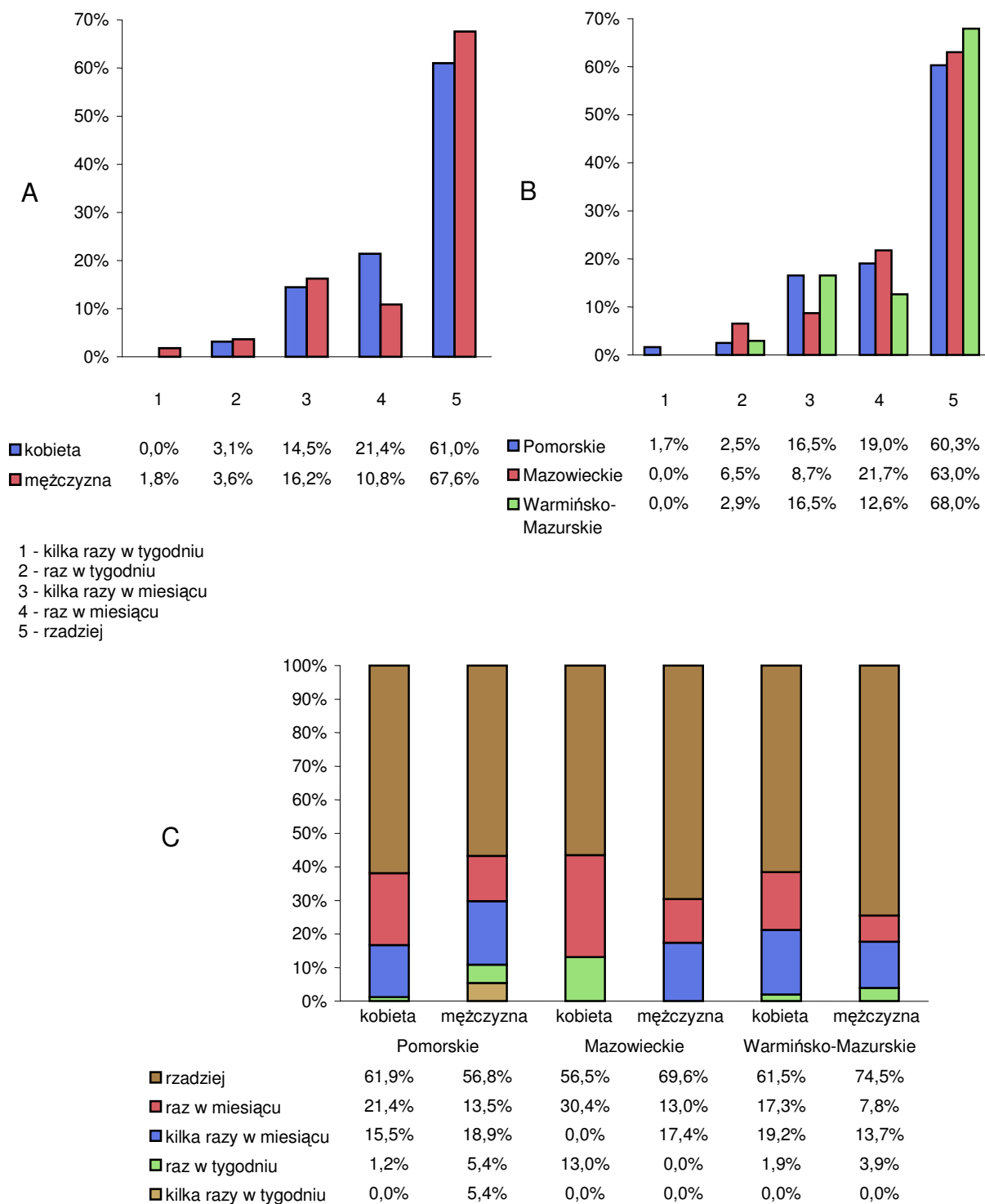


1 - kilka razy w tygodniu
 2 - raz w tygodniu
 3 - kilka razy w miesiącu
 4 - raz w miesiącu
 5 - rzadziej



Rys. 5.8. Częstość spożycia ryb - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).

WYNIKI I DYSKUSJA



Rys. 5.9. Częstość spożycia owoców morza - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).

5.1.2.4 Czynniki wyboru

Najważniejszym czynnikiem wyboru ryb i owoców morza były walory smakowe, które wybrało 28,0% respondentów (27,9% kobiet i 28,2% mężczyzn) – Rys. 5.10A. W następnej kolejności plasowały się: wpływ na zdrowie i wartość odżywcza, które zadeklarowało odpowiednio 23,4% (24,6% kobiet i 21,6% mężczyzn) i 20,1% (21,2% kobiet i 18,2% mężczyzn). W badaniach Lebedzińskiej i in. (2006) oraz Babicz-Zielińskiej i Rybowskiej (2001) walory smakowe również okazały się głównym czynnikiem wyboru tych produktów, lecz jako kolejny została wyodrębniona świeżość. Pomimo tego, iż żywność pochodzenia morskiego zaliczana jest do produktów drogich, a nawet często bardzo drogich, cena miała najmniejsze znaczenie przy wyborze owoców morza. Zaledwie 0,8% respondentów (0,5% kobiet i 1,3% mężczyzn) uznało ją za jedno z kryteriów wyboru tych produktów. W przeciwieństwie do uzyskanych wyników, cena we wspomnianych powyżej badaniach Lebedzińskiej i in. (2006) oraz Babicz-Zielińskiej i Rybowskiej (2001) plasowała się jako czynnik średnio znaczący. Bardziej istotny był on dla mężczyzn niż dla kobiet, co jest zgodne z rezultatami prezentowanymi w niniejszej pracy. W rozróżnieniu ankietowanych osób ze względu na miejsce pochodzenia, dla osób z województwa Mazowieckiego walory smakowe miały największe znaczenie (33,1%), na tle pozostałych województw (Rys. 5.10B). Pomimo, iż ci respondenci stanowili największy odsetek ankietowanych z wyższym wykształceniem, a także byli najliczniejszą grupą wśród osób z „wyższą zawartością cholesterolu” i podwyższonym ciśnieniem krwi, mimo generalnie ich młodego wieku (większość poniżej 30 lat), wartość odżywcza (15,9%) odgrywała dla nich najmniejszą rolę w odniesieniu do pozostałych województw. Osoby z województw Pomorskiego i Warmińsko-Mazurskiego w przypadku tych dwóch czynników stanowiły odpowiednio nieznacznie poniżej 30% i ok. 20% (Rys. 5.10B). Wpływ na zdrowie oraz wartość odżywcza w województwie Mazowieckim były bardziej istotnymi czynnikami wyboru dla kobiet niż mężczyzn. W przypadku dwóch pozostałych województw odsetek obu płci w odniesieniu do wyżej wymienionych czynników wyboru był zbliżony. Prawie dwukrotnie więcej kobiet niż mężczyzn z województwa Pomorskiego zwracało uwagę na świeżość owoców morza. Odwrotna sytuacja miała miejsce w przypadku przyzwyczajęń ankietowanych (Rys. 5.10C). Wygląd zewnętrzny i cena tych produktów w każdym z omawianych województw były czynnikami wyboru dla większej ilości mężczyzn niż kobiet. W badaniach norweskich wykazano, iż konsumpcja żywności pochodzenia morskiego była silnie związana z ich wpływem na zdrowie, a także z

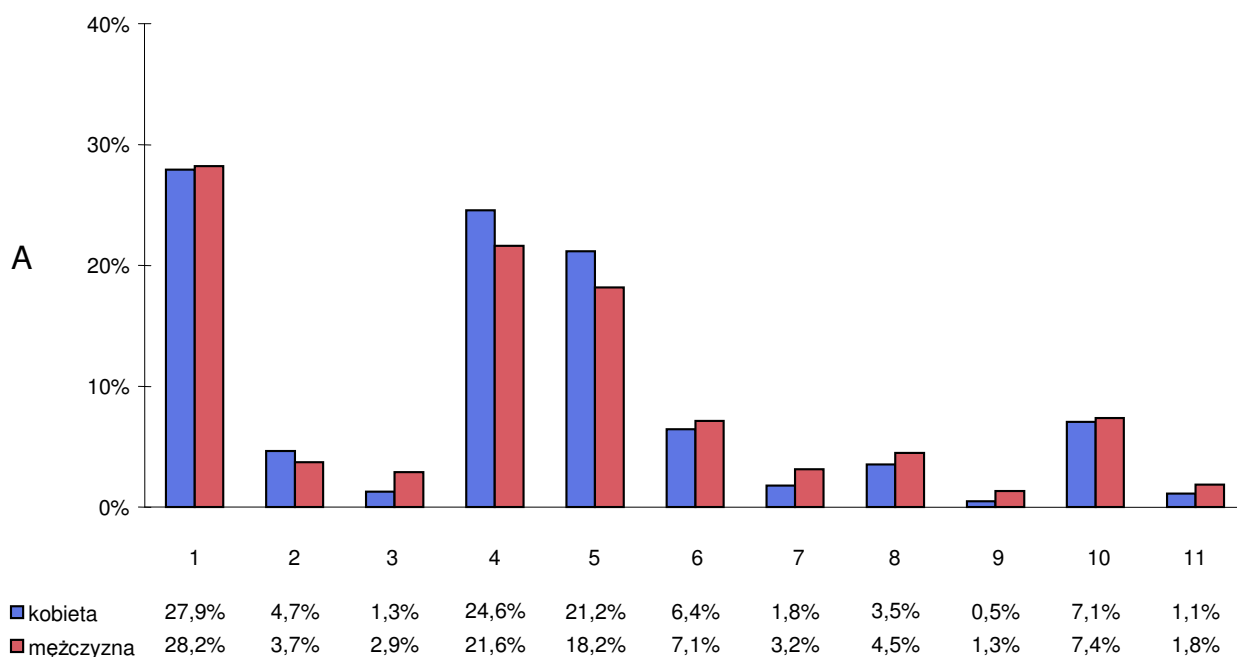
utrzymaniem właściwej wagi ciała, bądź z jej redukcją. Także istotne były nawyki żywieniowe wyniesione z domu (częste spożycie w dzieciństwie), oraz świadomość dotycząca wpływu spożywanej żywności na zdrowie. Wyższy poziom edukacji oraz młodszy wiek ankietowanych wpływały na wybór ryb tłustych. Natomiast osoby starsze częściej sięgały po ryby chude (Trondsen i in. 2004a, Trondsen i in. 2004b, Myrland i in. 2000).

ANOVA (jednoczynnikowa) (Tab. 5.4) nie wykazała statystycznie istotnych różnic w konsumpcji owoców morza i ryb uwzględniając czynniki wyboru tych produktów w zależności od płci. Natomiast Lebedzińska i in. (2006) wykazała statystycznie istotną zależność ($p < 0,01$) pomiędzy płcią a wyborem tych produktów przez studentów ze względu na ich wpływ na zdrowie. Wykształcenie, wiek, województwo i dieta miały wpływ na czynniki wyboru ryb i owoców morza. Osoby z wykształceniem wyższym ($p < 0,001$), w wieku 30-40 ($p < 0,01$) lat, a także pochodzące z województwa Mazowieckiego ($p < 0,05$) statystycznie istotnie częściej niż pozostali ankietowani, wybierały żywność pochodzenia morskiego jako produkt spożywczy ze względu na walory smakowe. W województwie Pomorskim inne niż przedstawione w ankiecie (Załącznik I) czynniki wpływały statystycznie istotnie ($p < 0,05$) na wybór tych produktów. Ankietowani w wieku 40-50 lat ($p < 0,01$), a także osoby stosujące dietę niskotłuszczową ($p < 0,05$) statystycznie istotnie częściej uznawali za czynnik decydujący wartość odżywczą tych produktów. Osoby stosujące inne diety niż te przedstawione w Pyt. 11 (Załącznik I) stwierdzali statystycznie istotnie częściej ($p < 0,05$), iż wpływ na zdrowie jest dla nich kryterium wyboru ryb i owoców morza.

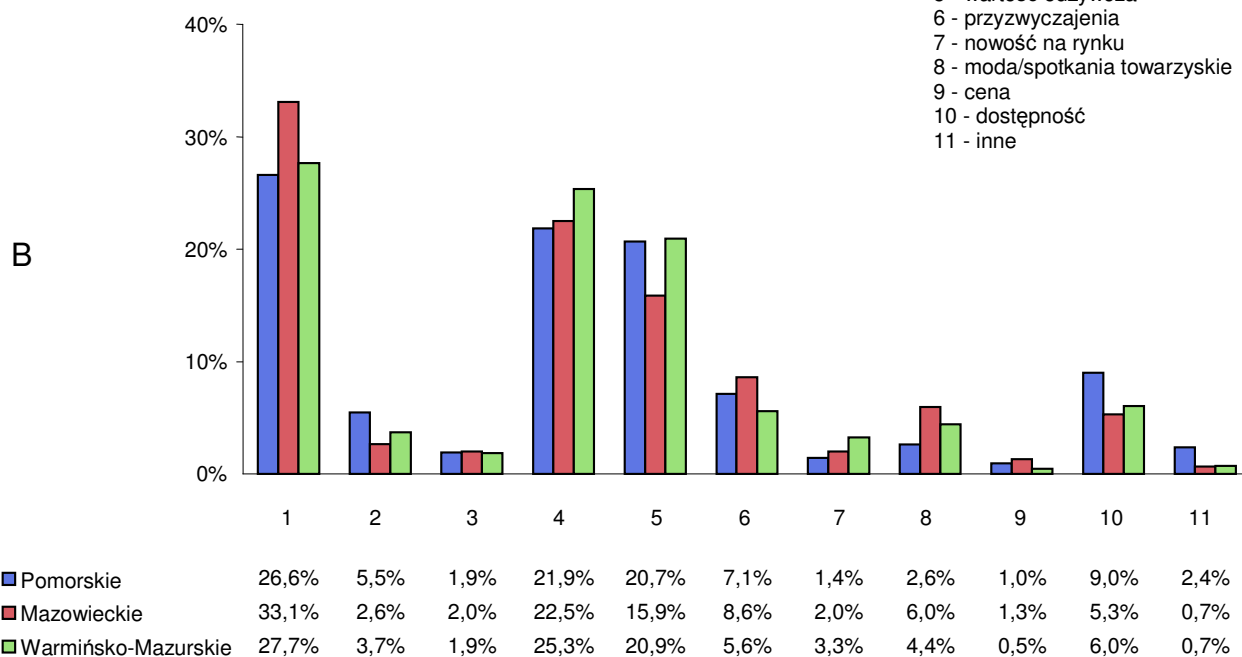
Tab. 5.4. Wpływ stopnia wykształcenia, miejsca pochodzenia, wieku, diety i płci na czynniki wpływające na wybór owoców morza i ryb wśród osób ankietowanych w świetle testów: ANOVA (jednoczynnikowa) i t-Studenta*. Statystycznie istotne wyniki analizy podano jako wartości F i t dla testów ANOVA (jednoczynnikowa) i t-Studenta odpowiednio.

	wykształcenie	województwo	wiek	dieta	płeć*
walory smakowe	7,60 ^c	2,73 ^a	2,99 ^b	-	-
świeżość	-	-	-	-	-
wygląd zewnętrzny	-	-	-	-	-
wpływ na zdrowie	-	-	-	2,74 ^a	-
wartość odżywcza	-	-	3,22 ^b	2,87 ^a	-
przyzwyczajenia	-	-	-	-	-
nowość na rynku	-	-	-	-	-
moda/spotkania towarzyskie	-	-	-	-	-
cena	-	-	-	-	-
dostępność	-	-	-	-	-
inne	-	2,70 ^a	-	-	-

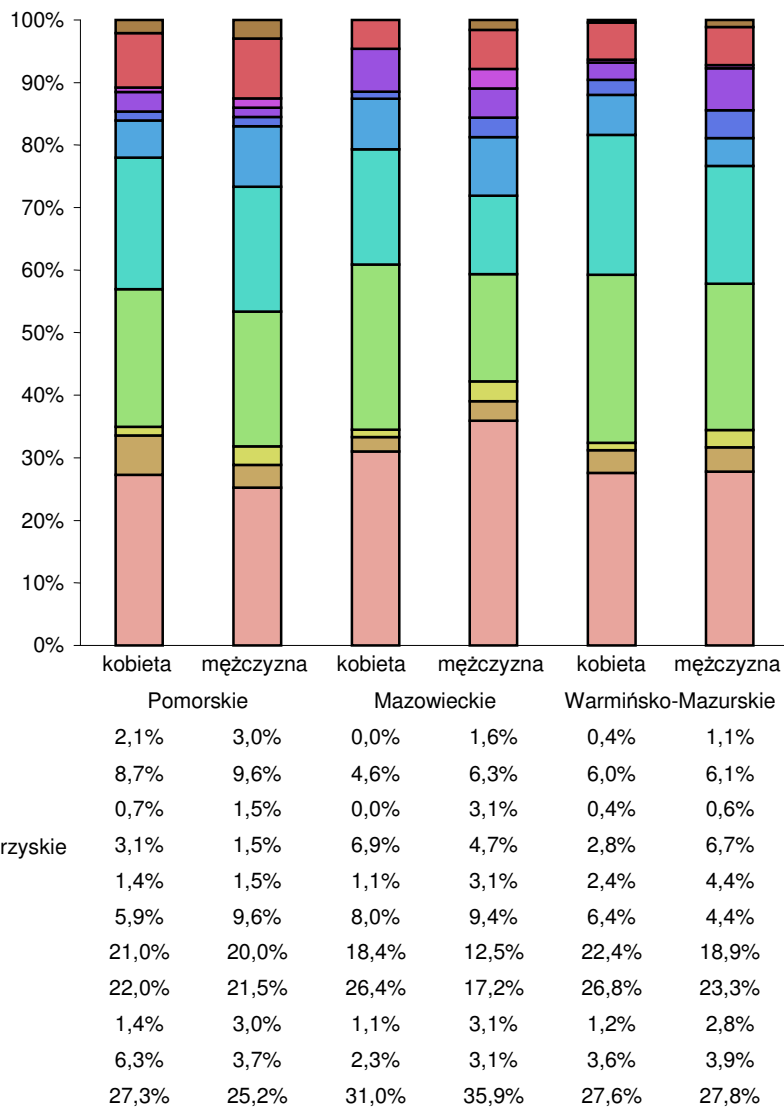
^a $p < 0,05$; ^b $p < 0,01$; ^c $p < 0,001$



- 1 - walory smakowe
- 2 - świeżość
- 3 - wygląd zewnętrzny
- 4 - wpływ na zdrowie
- 5 - wartość odżywcza
- 6 - przyzwyczajenia
- 7 - nowość na rynku
- 8 - moda/spotkania towarzyskie
- 9 - cena
- 10 - dostępność
- 11 - inne



C



Rys. 5.10. Czynniki wyboru żywności pochodzenia morskiego - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).

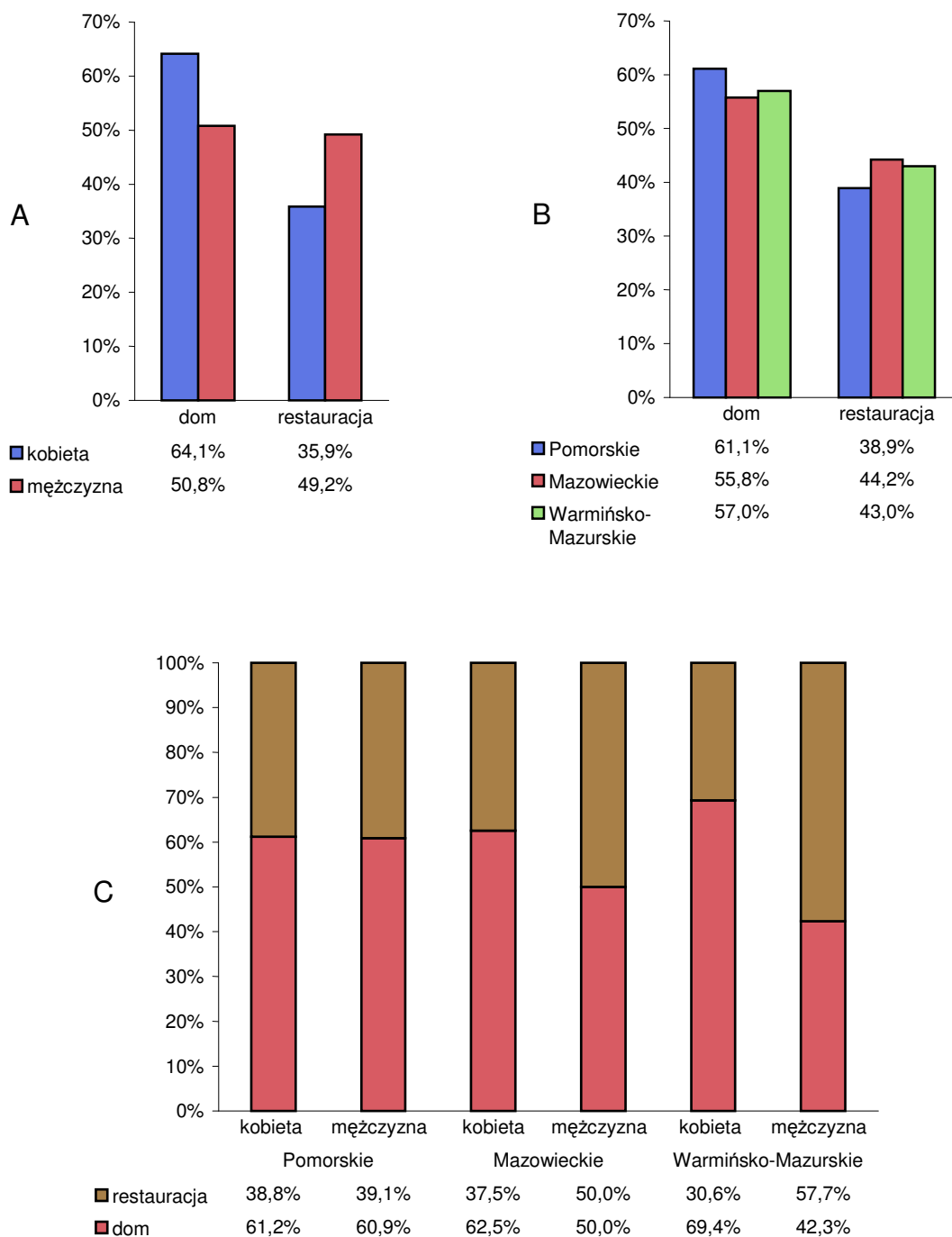
Wśród wszystkich ankietowanych 57,8% zadeklarowało konsumpcję owoców morza w domu. W 64,1% i 50,8% były to odpowiednio kobiety i mężczyźni (Rys. 5.11A). Uwzględniając podział respondentów na województwa, 61,1%, 55,8% i 57,0% osób jada te produkty w domu odpowiednio w województwie Pomorskim, Mazowieckim i Warmińsko-Mazurskim (Rys. 5.11B). Kobiety konsumujące te produkty w domu stanowią znacznie wyższy odsetek w każdym z województw w stosunku do kobiet jedzących te produkty w restauracji. Natomiast największa ilość mężczyzn konsumujących te produkty w restauracjach pochodzi z województwa Warmińsko-Mazurskiego (Rys. 5.11C).

Również więcej ankietowanych kupowało ryby do obróbki kulinarnej - 59,8% (62,3% kobiet i 55,7% mężczyzn) - Rys. 5.12A. Z województwa Pomorskiego 67,6% respondentów

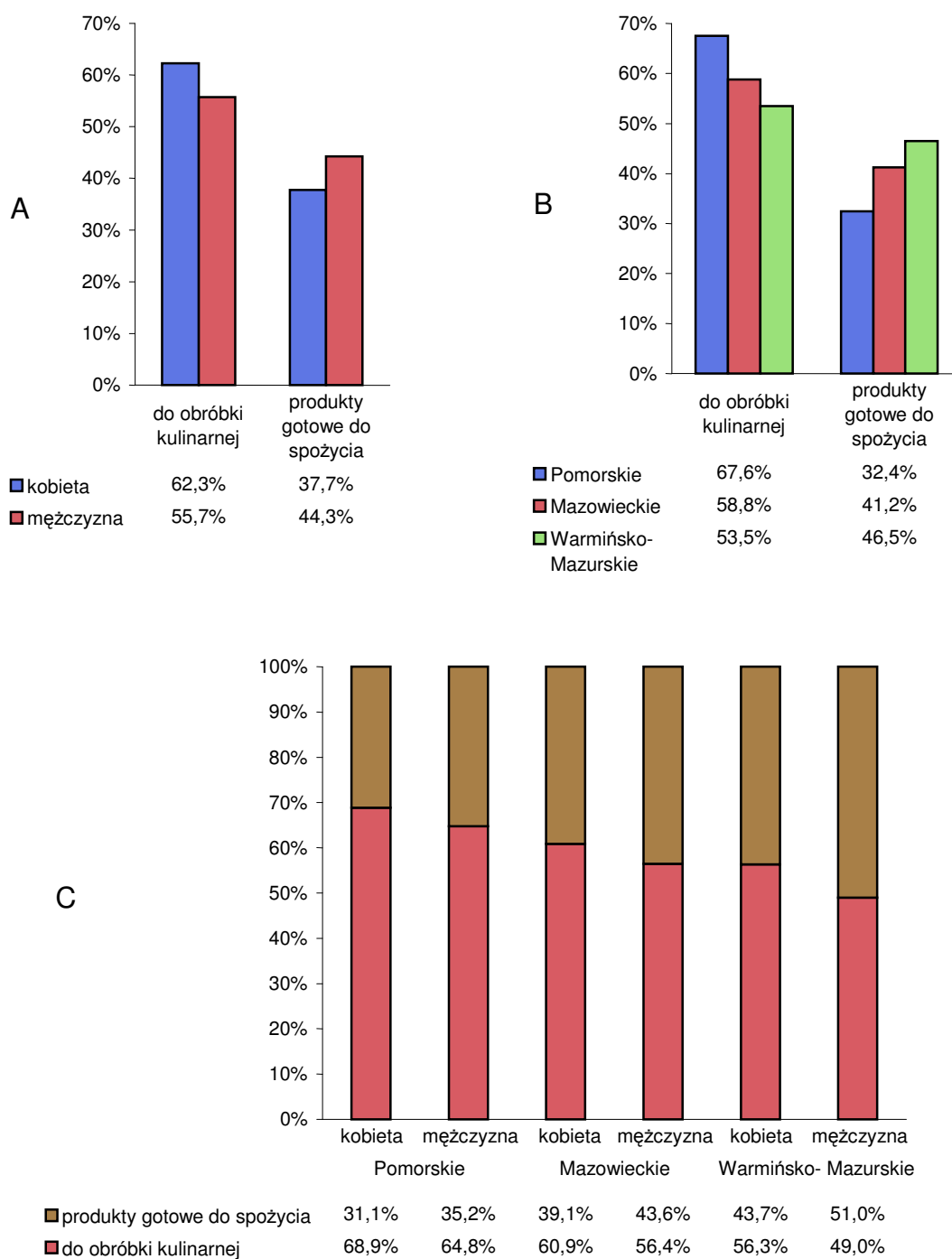
wybrało taką formę produktów. W województwach Mazowieckim i Warmińsko-Mazurskim osoby te stanowiły odpowiednio 58,8% i 53,5% (Rys. 5.12B). W każdym z województw więcej kobiet niż mężczyzn wybierało ryby do obróbki kulinarnej. W województwach Pomorskim i Mazowieckim różnica ta była nieznaczna. Natomiast w Warmińsko-Mazurskim kobiety preferujące tę formę ryb były grupą liczniejszą o ok. 17% od mężczyzn (Rys. 5.12C).

Znaczna większość respondentów preferowała owoce morza w postaci gotowej do spożycia. Taką formę wybrało 68,9% kobiet i 82,1% mężczyzn (Rys. 5.13A). Ankietowani z województw Mazowieckiego i Warmińsko-Mazurskiego stanowili po ok. 80%. Natomiast w województwie Pomorskim 30% odpowiadających osób zadeklarowało formę zakupu owoców morza do obróbki kulinarnej. Kobiety z powyżej wspomnianego województwa oraz te z Warmińsko-Mazurskiego zdecydowanie częściej niż mężczyźni w tych rejonach kupowały owoce morza do obróbki kulinarnej. Odwrotna sytuacja miała miejsce w województwie Mazowieckim w stosunku do obu płci (Rys. 5.13C).

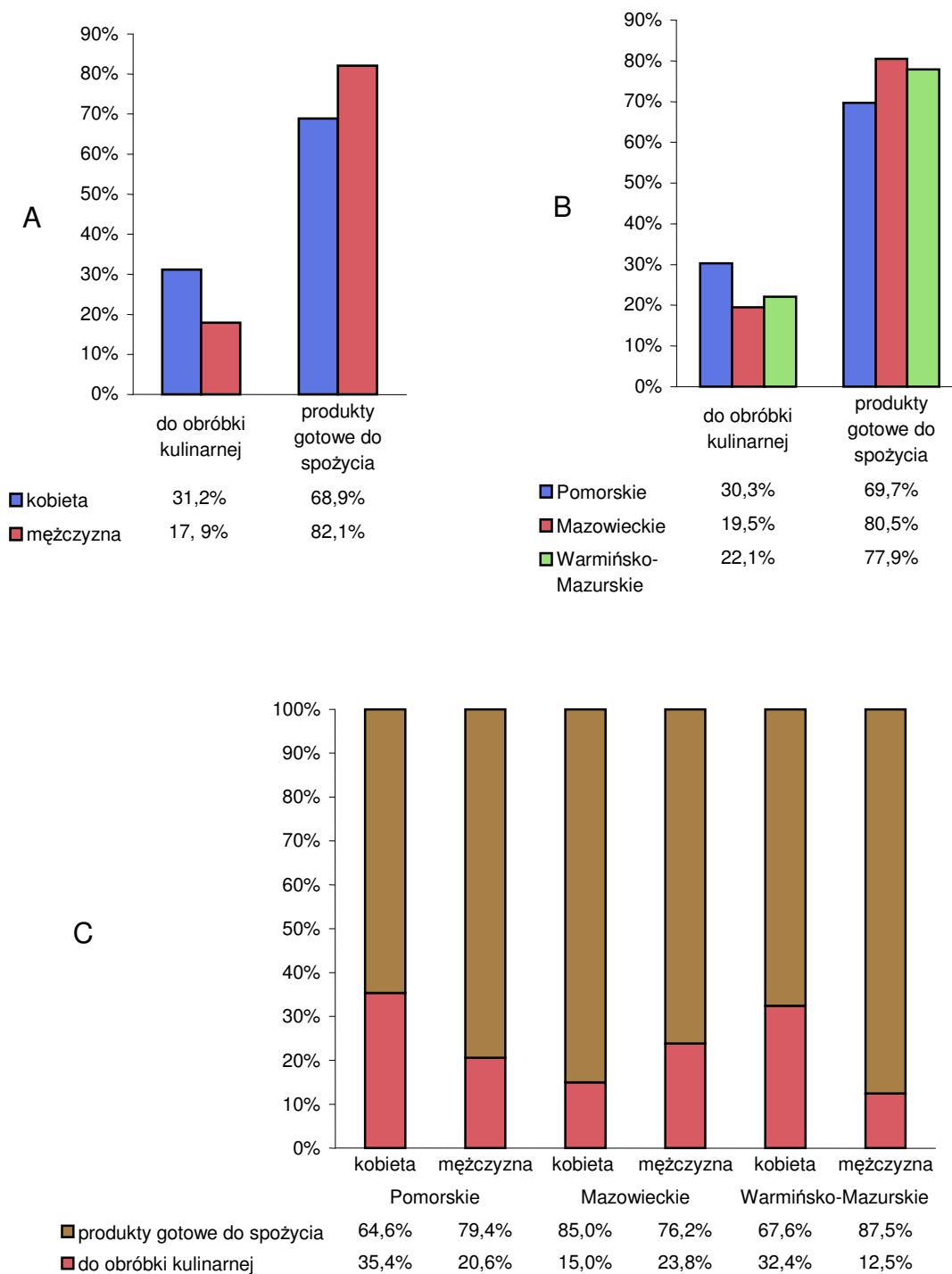
Na podstawie analizy skupień stwierdzono, iż głównym czynnikiem decydującym o wyborze owoców morza jako produktów spożywczych są ich walory smakowe. Czynniki te wydzielił się w postaci oddzielnego klastru (odległość wiązania euklidesowego ok. 15). Dla odległości wiązania ok. 12 wydzieliły się dwa klastry. Jeden z nich zgrupował odpowiednio wartość odżywczą i wpływ na zdrowie, które w dalszej kolejności rozdzieliły się dla długości wiązania ok. 12. Drugi połączył pozostałe czynniki wyboru, które dalej rozdzielają się na poszczególne klastry dla odległości wiązań poniżej 9 (Rys. 5.13D).



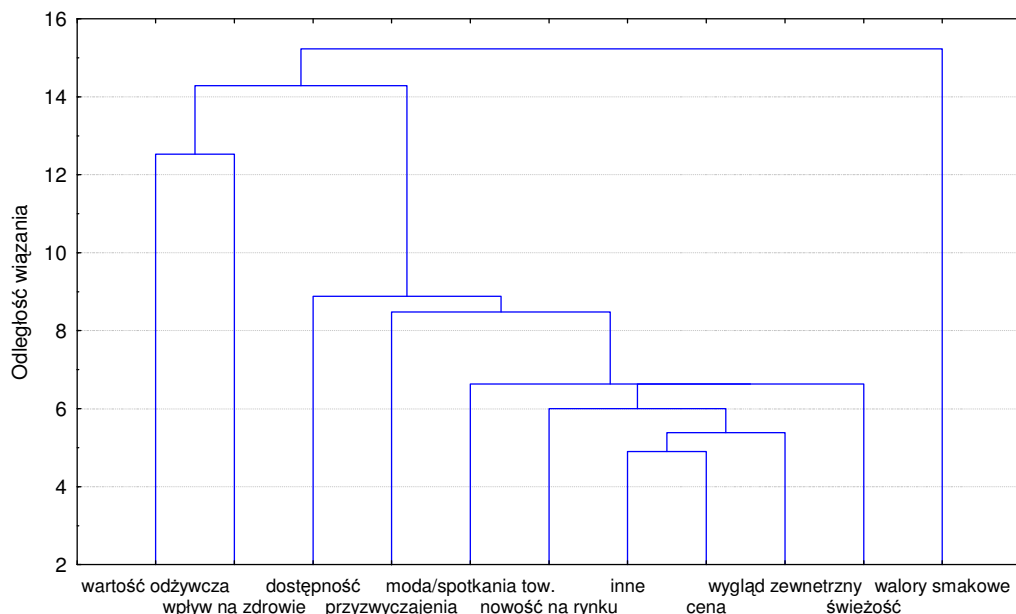
Rys. 5.11. Miejsca spożycia ryb i owoców morza - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz względnie podziału na płeć w każdym z województw (C).



Rys. 5.12. Postać kupowanych ryb - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).



Rys. 5.13. Postać kupowanych owoców morza - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).



Rys 5.13D. Dendrogram dla 11 czynników wyboru żywności pochodzenia morskiego oparty na preferencjach ankietowanych.

5.1.2.5 Preferowana forma konsumpcji

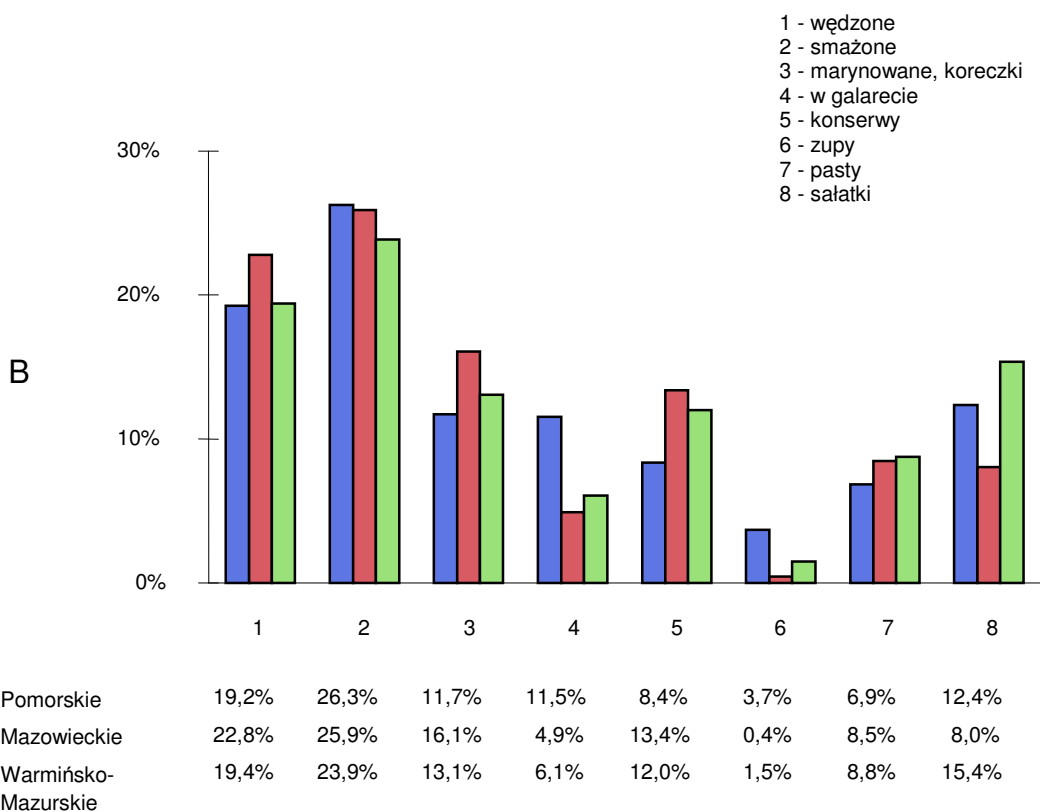
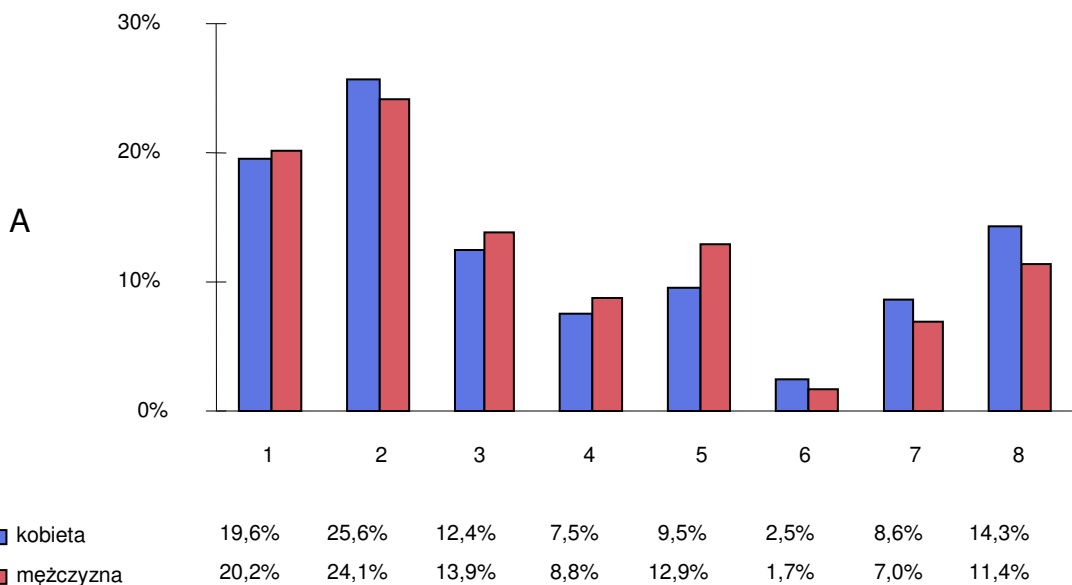
Najczęściej konsumowane wśród ryb były produkty smażone (25,1%) i wędzone (19,8%), co jest zgodne z badaniami Lebedzińskiej i in. (2006). Następnie preferowane były sałatki (13,2%) i produkty marynowane (13%). Najrzadziej wybieraną formą spożycia ryb były zupy (2,2%). W przybliżeniu tyle samo kobiet, co mężczyzn wybierało do spożycia poszczególne formy tych produktów (Rys. 5.14A). W odniesieniu do województw, procentowy udział osób konsumujących ryby smażone, wędzone i marynowane jest bardzo zbliżony w każdym z nich. Natomiast w województwie Pomorskim ryby w galarecie oraz zupy cieszyły się znacznie większą popularnością niż w dwóch pozostałych województwach (Rys. 5.14B). Szerszy asortyment tych produktów spożywany w województwie Pomorskim może być związany z tradycją w konsumpcji tych produktów oraz z ich większą dostępnością. Sałatki najczęściej konsumowano w województwie Warmińsko-Mazurskim (15,4%), następnie w Pomorskim (12,4%). Stosunek ilościowy kobiet i mężczyzn wybierających trzy najbardziej preferowane formy konsumpcji w każdym z omawianych rejonów był podobny (Rys. 5.14C).

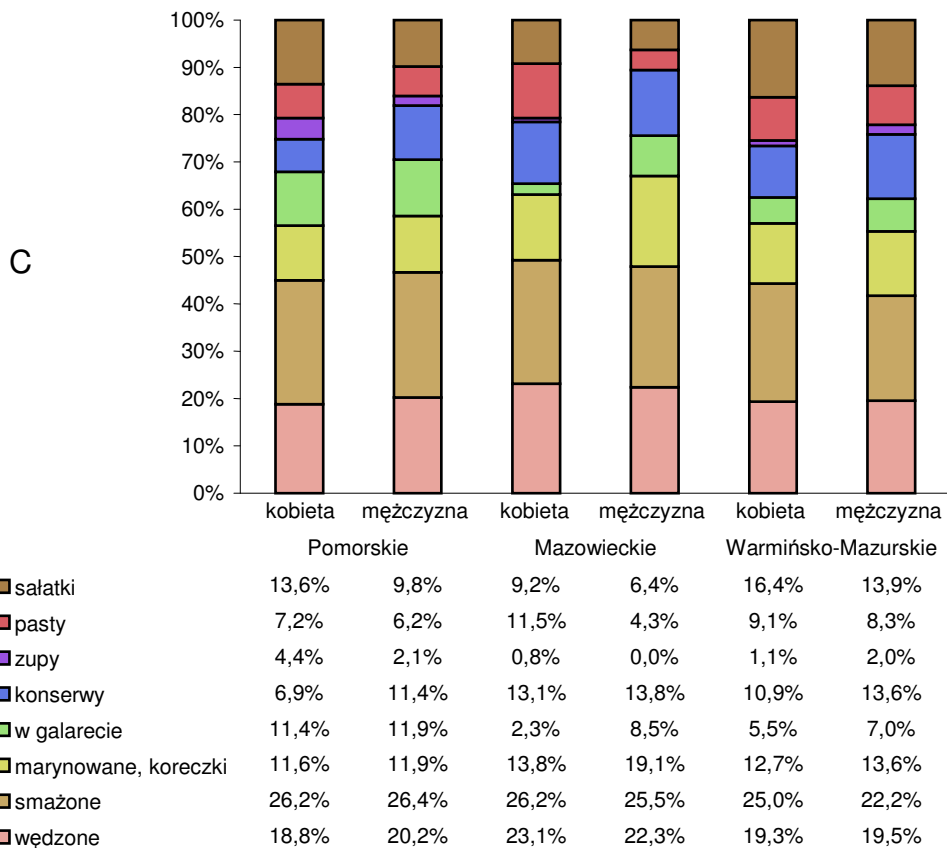
Przeprowadzona analiza skupień pozwoliła na wyodrębnienie klasteru zawierającego ryby smażone i wędzone (odległość euklidesowa ok. 15) od pozostałych sześciu form spożycia tych produktów. Wśród nich ryby marynowane i sałatki pomimo zbliżonej wartości

wiązania euklidesowego (ok. 13,5) stworzyły dwa osobne klastery. Następnie wyodrębniły się konserwy i pasty (odległości wiązań odpowiednio ok. 13 i 12). Jako formy najmniej preferowane, przy odległości wiązania ok. 11 wydzieliły się zupy i ryby w galarecie (Rys. 5.14D).

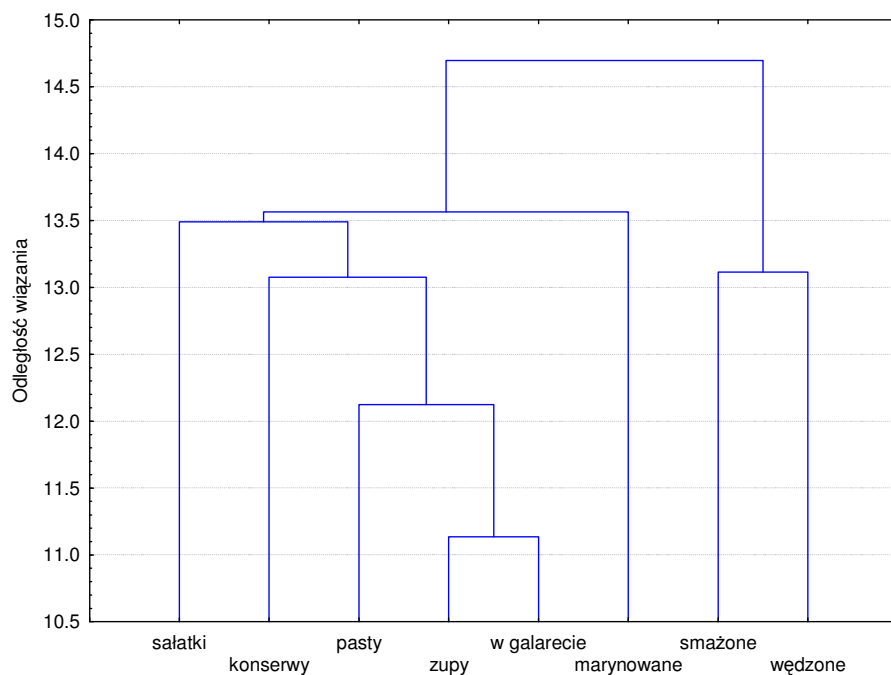
Wśród owoców morza najczęstszą formą ich spożycia są sałatki (36,9%), a następnie przekąski (35%). Produkty te jako dania obiadowe konsumowane są przez 23,8% osób jedzących owoce morza. Kobiety bardziej niż mężczyźni preferują owoce morza w formie sałatek i przekąsek. Natomiast więcej mężczyzn częściej wybiera dania obiadowe z owoców morza oraz inne ich formy spożycia (Rys. 5.15A). W odniesieniu do województw, w Pomorskim i Warmińsko-Mazurskim preferowane są owoce morza jako sałatki i przekąski, natomiast w Mazowieckim jako dania obiadowe (Rys. 5.15B). W odniesieniu do podziału na płeć w każdym z województw, kobiety z Pomorskiego i Warmińsko-Mazurskiego w najwyższym stopniu preferowały sałatki z owoców morza, natomiast mężczyźni z Pomorskiego wybierali inne formy tych produktów (Rys. 5.15C).

Przeprowadzona analiza skupień, pomimo zbliżonej wartości wiązania euklidesowego (ok. 12), wyodrębniła sałatki oraz przekąski z owoców morza w formie oddzielnych klasterów. Natomiast dla odległości wiązania ok. 10 wyraźny rozdział stwierdzono pomiędzy wspomnianymi produktami daniami obiadowymi i innymi formami konsumpcji owoców morza (Rys. 5.15D).



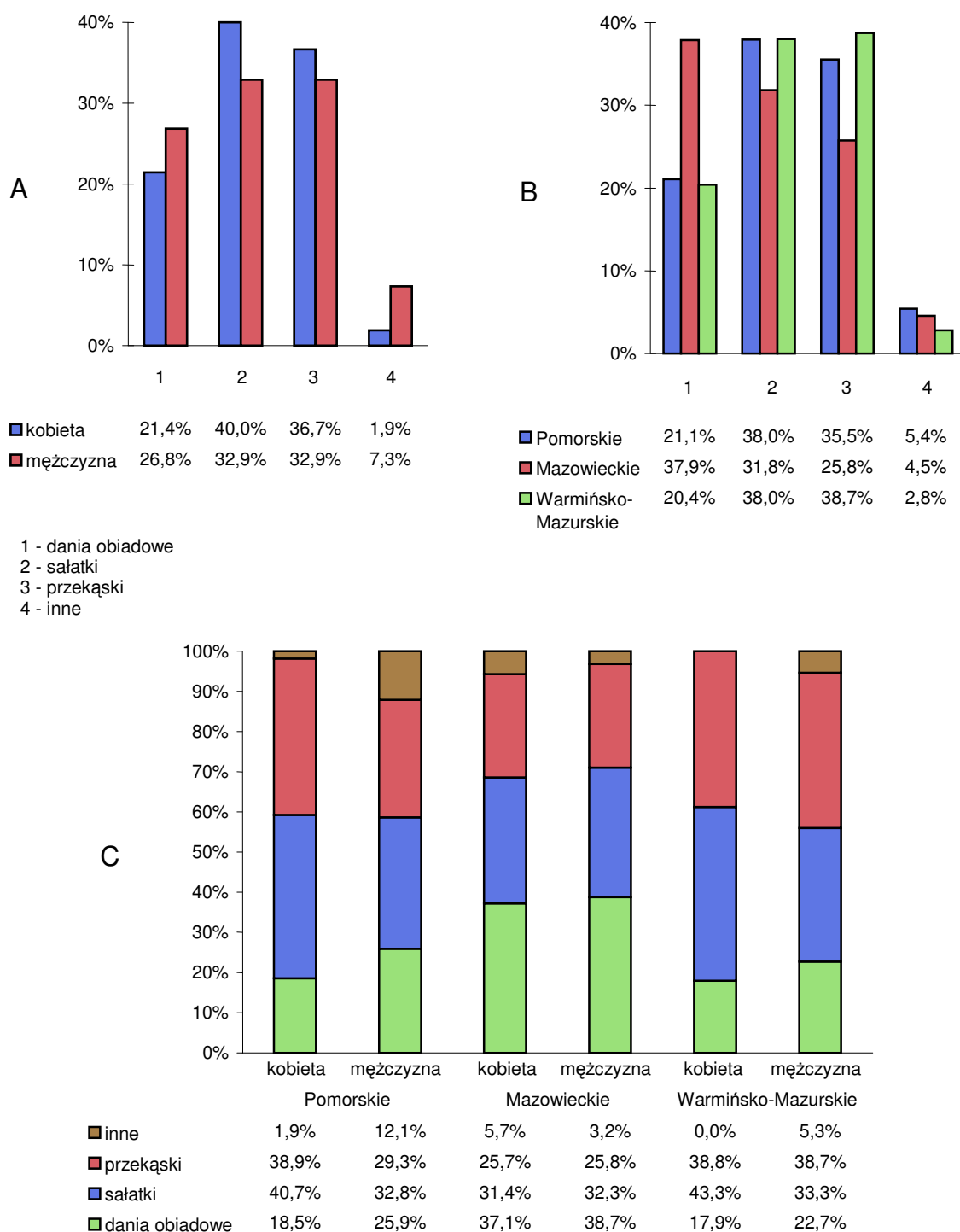


Rys. 5.14. Postać w jakiej ankietowani spożywają ryby - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).

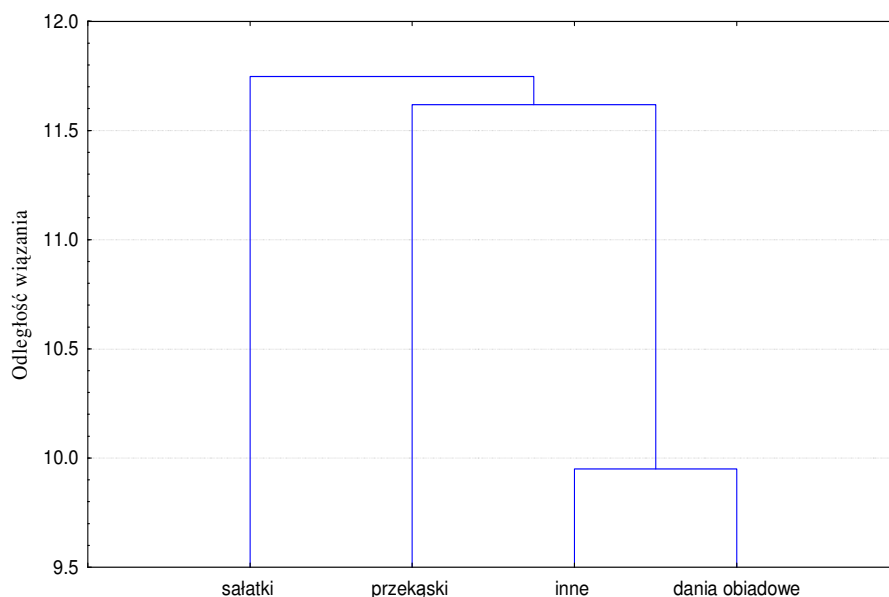


Rys 5.14D. Dendrogram dla 8 form konsumpcji ryb oparty na preferencjach ankietowanych.

WYNIKI I DYSKUSJA



Rys. 5.15. Postać w jakiej ankietowani spożywają owoce morza - podział ze względu na płeć (A), miejsce zamieszkania (B) oraz uwzględnienie podziału na płeć w każdym z województw (C).



Rys 5.15D. Dendrogram dla 4 form konsumpcji owoców morza oparty na preferencjach ankietowanych.

Przeprowadzona ANOVA (jednoczynnikowa) (Tab. 5.5) wykazała statystycznie istotne różnice związane z formą konsumpcji ryb w zależności od wykształcenia, wieku, miejsca i pochodzenia. W przypadku owoców morza test ten wykazał statystycznie istotne różnice w zależności od diety i wieku. Test t-Studenta wykazał statystycznie istotne zależności pomiędzy formami konsumpcji obu tych rodzajów żywności a płcią. W przypadku ryb osoby z wykształceniem średnim statystycznie istotnie częściej ($p < 0,05$) konsumują te produkty w formie sałatek. Ankietowani z województwa Mazowieckiego statystycznie istotnie częściej spożywają odpowiednio ryby wędzone ($p < 0,05$), marynaty z nich ($p < 0,05$) oraz konserwy ($p < 0,01$). W przypadku województwa Pomorskiego, ankietowani częściej jedzą ryby w galarecie ($p < 0,01$) i zupy rybne ($p < 0,05$). W Warmińsko-Mazurskim respondenci z największym prawdopodobieństwem ($p < 0,001$) jedzą sałatki rybne. Wiek był czynnikiem wpływającym na konsumpcję marynat i ryb w galarecie przez osoby mające odpowiednio 40-50 lat ($p < 0,01$) i powyżej 60 lat ($p < 0,05$). W przypadku owoców morza osoby mające poniżej 20 lat, a także te stosujące dietę dla sportowców statystycznie istotnie częściej (odpowiednio $p < 0,05$ i $p < 0,01$) konsumowały te produkty w formie dań obiadowych. Na podstawie przeprowadzonego testu t-Studenta, wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy kobietami i mężczyznami odpowiednio w przypadku konsumpcji konserw rybnych ($p < 0,05$), sałatek z owoców morza ($p < 0,05$) i innych postaci tych bezkręgowców ($p < 0,01$).

Tab. 5.5. Wpływ stopnia wykształcenia, miejsca pochodzenia, wieku, diety i płci na postać wybieranych do konsumpcji owoców morza i ryb wśród osób ankietowanych w świetle testów: ANOVA (jednoczynnikowa) i t-Studenta*. Statystycznie istotne wyniki analizy podano jako wartości F i t dla testów ANOVA (jednoczynnikowa) i t-Studenta odpowiednio.

	wykształcenie	województwo	wiek	dieta	płeć*
ryby:					
wędzone	-	3,44 ^a	-	-	-
smażone	-	-	-	-	-
marynowane	-	3,53 ^a	3,05 ^b	-	-
w galarecie	-	3,94 ^b	2,88 ^a	-	-
konserwy	-	5,23 ^b	-	-	-2,49 ^a
zupy	-	3,49 ^a	-	-	-
pasty	-	-	-	-	-
sałatki	4,11 ^a	7,16 ^c	-	-	-
owoce morza:					
dania obiadowe	-	-	2,69 ^a	3,00 ^b	-
sałatki	-	-	-	-	2,03 ^a
przekąski	-	-	3,23 ^b	-	-
inne	-	-	-	-	-2,98 ^b

^ap<0,05; ^bp<0,01; ^cp<0,001

5.1.3 Wnioski

Wśród ankietowanych osób owoce morza są produktami znanymi, lecz rzadko konsumowanymi.

Większy jest odsetek kobiet znających i jedzących te produkty niż mężczyzn.

Najczęściej konsumowanymi owocami morza są krewetki. W dalszej kolejności kobiety wybierają kraby i kalmary, a mężczyźni małże i kalmary.

Częstość spożycia ryb jest znacznie wyższa niż owoców morza, co może być związane z brakiem tradycji w konsumpcji tych ostatnich produktów.

Obie płci wykazują się zbliżoną częstością konsumpcji ryb, natomiast owoce morza są nieznacznie częściej spożywane przez mężczyzn.

Czynnikami skłaniającym obie płci do konsumpcji tych produktów są walory smakowe, w następnej kolejności plasują się: wpływ na zdrowie i wartość odżywcza. Najmniej istotnym czynnikiem jest cena.

Kobiety częściej niż mężczyźni kupują owoce morza do obróbki kulinarnej i konsumują je w domu.

Najczęstszą formą spożycia, preferowaną przez obie płci w takim samym stopniu, są ryby smażone. W przypadku owoców morza najbardziej preferowane są sałatki, które cieszą się większym uznaniem wśród kobiet niż u mężczyzn.

Ankietowani z województwa Mazowieckiego, odznaczający się najczęstszym spożyciem owoców morza, częściej niż w przypadku innych województw przy ich wyborze kierowali się walorami smakowymi tych produktów, a najrzadziej ich wartością odżywczą. Najczęściej również konsumowali te produkty w restauracjach. Ankietowani ci stanowili największy odsetek osób z wykształceniem wyższym.

Respondenci pochodzący z województwa Pomorskiego spożywali żywność pochodzenia morskiego w szerszym asortymencie w porównaniu z województwami Mazowieckim i Warmińsko-Mazurskim.

Odsetek obu płci spożywających krewetki, wybierających owoce morza ze względu na walory smakowe, a także konsumujących ryby w postaci smażonej i wędzonej był zbliżony w każdym z województw.

Brak jest wyraźnej tendencji związanej z wiekiem, stosowaną dietą czy schorzeniami ankietowanych, a konsumpcją i preferencjami żywności pochodzenia morskiego.

5.2 Część doświadczalna

5.2.1 Mikro- i makroelementy

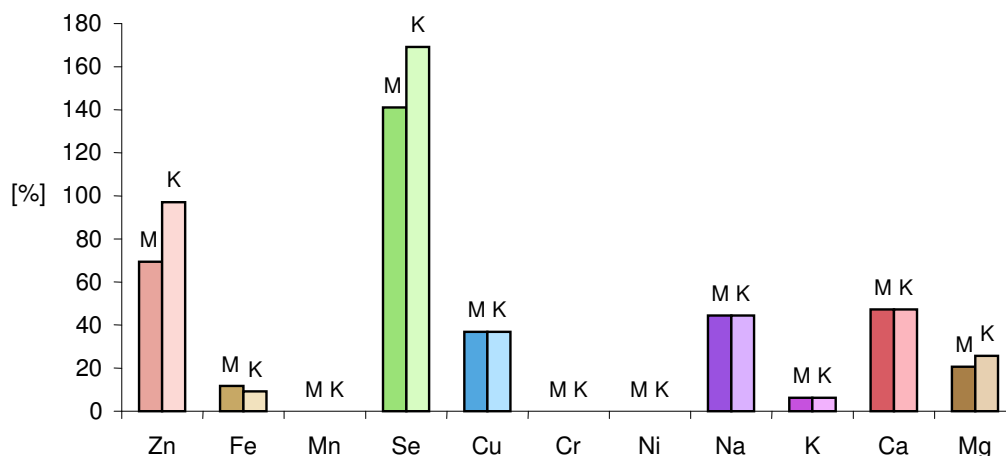
Wyniki analizy zawartości mikro- i makroelementów w badanych produktach pochodzenia morskiego zestawiono w Tab. 5.6. Ocena rozmieszczenia biopierwiastków w morskich surowcach żywnościowych wskazuje na dużą zmienność stężeń badanych pierwiastków. Przyczyną tego mogą być zarówno uwarunkowania gatunkowe, cechy osobnicze, a także miejsce pochodzenia oraz stopień przetworzenia technologicznego analizowanych owoców morza i ryb.

Stwierdzono, że wśród przebadanych skorupiaków dziesięcionogi kroczące (kraby, homary, langusta i langustynki) zarówno te poddane obróbce technologicznej jak i surowe, generalnie odznaczają się znacznie korzystniejszym profilem żywieniowym z uwagi na wyższe średnie stężenie Se, Zn, Fe, Mn, Cu, K, Ca i Mg oraz niższą średnią zawartość Na jako mało pożądanego składnika diety, w odniesieniu do dziesięcionogów pływających, czyli krewetek.

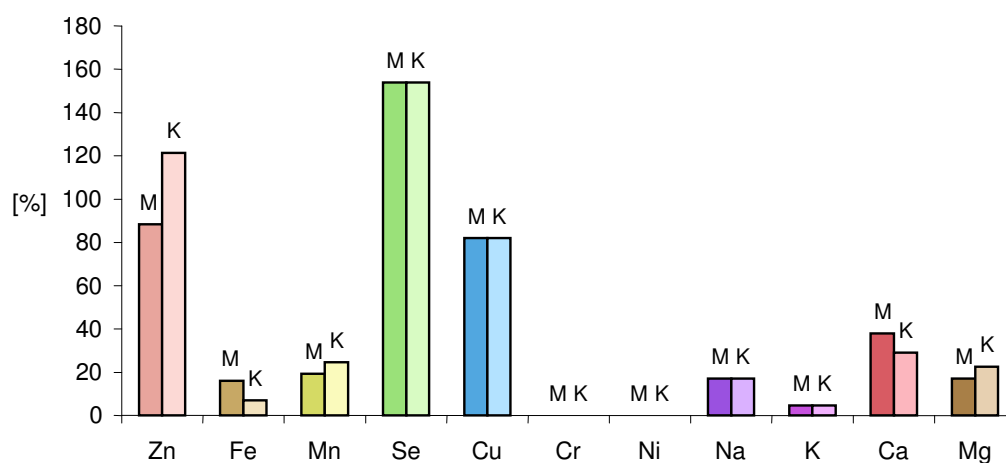
Dokonano oceny przydatności analizowanych skorupiaków w realizacji zapotrzebowania na badane biopierwiastki. Oszacowano stopień pokrycia dziennego zapotrzebowania przyjmując jako wartości referencyjne normy zaproponowane przez Panczenko-Kresowską i Ziemiańskiego (2001) dla mężczyzn i kobiet w wieku 26–60 lat o umiarkowanej aktywności fizycznej, na poziomie bezpiecznym (PB) lub jako minimalną normę spożycia (MNS) - Tab. 5.7. Polskie zalecenia żywieniowe zostały również porównane z normami amerykańskimi dla kobiet i mężczyzn w wieku 31-50 lat, opracowanymi przez Institute of Medicine, the National Academies US. jako wzorcowymi i często wykorzystywanymi w pracach FAO/WHO - Tab. 5.8. Należy tu wspomnieć, że istnieją rozbieżności, co do zalecanych wartości referencyjnych w przypadku norm amerykańskich i polskich (Tab. 4.10 i 4.11). Największe różnice występują w przypadku dziennego zapotrzebowania na Cu w tej samej grupie wiekowej (dla kobiet i mężczyzn w wieku 26-60 lat, o średniej aktywności fizycznej), które w Polsce wynosi $2\text{-}2,5 \text{ mg} \cdot \text{osoba}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$, a w Stanach Zjednoczonych $0,9 \text{ mg} \cdot \text{osoba}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$. Normami tymi posłużono się również, gdy polskie zalecenia nie przedstawiały żadnych wartości referencyjnych, jak w przypadku Mn, Ni czy Cr.

Najwyższe stężenia Zn, Mn, Ca i Mg, wysokie poziomy Se, Fe, Cu i K oraz stosunkowo niską zawartość Na zanotowano w przypadku mięsa ze szczypiec kraba pochodzącego z

Wielkiej Brytanii (Tab. 5.6). Spożycie 100-gramowej porcji tego produktu dostarcza organizmowi człowieka odpowiednio 69,4-97,1%, 11,7-9,2%, 141-169% PB Zn i Fe dla mężczyzn i kobiet oraz 29,5-36,9% PB Cu dla obu płci. W przypadku makroelementów ta sama porcja tego skorupiaka zabezpiecza 20,6-25,7% dziennego zapotrzebowania na Mg (PB) dla mężczyzn i kobiet, a także odpowiednio 44,3%, 6,3% i 47,3% dla Na, K (jako MNS) i Ca (PB, Rys. 5.16). Zgodnie z normami amerykańskimi taka sama ilość tego produktu zaspokaja w 88,3-121%, 16,0-7,1%, 17,2-22,5%, 19,3-24,7% i 37,9-29,1% dziennego zapotrzebowanie mężczyzn i kobiet dla Zn, Fe, Mg (jako RDA), Mn i Ca (jako AI). W przypadku Cu i Se (jako RDA), Na i K (jako AI) badane produkty dostarczają odpowiednio 82%, 154%, 17% i 4,7% dziennego zapotrzebowania na wyżej wymienione pierwiastki dla obu płci (Rys. 5.17).



Rys. 5.16. Realizacja dziennego zapotrzebowania (%) na biopierwiastki przez 100 g mięsa ze szczypiec kraba (W2) - wg. norm polskich; M - mężczyzna, K - kobieta



Rys. 5.17. Realizacja dziennego zapotrzebowania (%) na biopierwiastki przez 100 g mięsa ze szczypiec kraba (W2) - wg. norm amerykańskich; M - mężczyzna, K - kobieta

W odniesieniu do dwóch pozostałych analizowanych krabów, w ich mięsie stwierdzono zbliżone poziomy mikroelementów do ich zawartości w krabie pochodzącym z Wielkiej Brytanii. Wyjątek stanowi Fe, którego stężenie w tych dwóch osobnikach jest trzykrotnie niższe. Należy również zwrócić uwagę na fakt, iż surowy krab Tourteau pochodzący z Francji zawiera najwyższe poziomy Se wśród wszystkich produktów, a 100-g porcja jego mięsa dostarcza 200-240% dziennego zapotrzebowania na ten pierwiastek dla mężczyzn i kobiet. W przypadku tego produktu zawartość Se jest zbliżona do jego stężenia w krabach pochodzących z Australii (Barwick i in. 2003) oraz z Tajwanu (Chien i in. 2003). Wśród wszystkich krabów występują znaczne różnice w zawartości badanych makroelementów. Stężenia Na, Ca, K, Cu, Zn, Mn i Fe były badane w mięsie ze szczypiec krabów *Callinectes sapidus* pochodzących z Turcji (Tab. 5.9). Uzyskane dane dotyczące zawartości makroelementów (Na, K) oraz mikroelementów (Zn, Mn, Fe) są zbliżone do rezultatów prezentowanych w niniejszej pracy. Poziom Cu w krabach pochodzących z polskiego rynku żywnościowego był znacznie niższy w porównaniu do wyżej omawianych krabów tureckich czy australijskich (Tab. 5.9), natomiast pokrywał się z zawartością tego pierwiastka w tych samych organizmach pochodzących z Japonii (Tab. 5.9). Páez-Osuna i Ruiz-Fernández (Tab. 5.9) zanotowali taką samą zawartość Se w mięsie krabów hiszpańskich w porównaniu do średniego stężenia tego pierwiastka w szczypcach krabów gotowanych prezentowanych w niniejszej pracy. Zaraz po tych organizmach plasują się homary, jako produkty bogate w badane biopierwiastki. Mięso ze szczypiec homara kanadyjskiego jest dobrym źródłem Se, Zn, Cu, a także Mg. Realizacja polskiej normy na te pierwiastki wynosi 111-133%, 30,5-42,7%, 10,9-13,7% w przypadku Se, Zn i Mg odpowiednio dla kobiet i mężczyzn i 73,5-91,9% dla Cu (Tab. 5.7).

Na uwagę zasługuje fakt, iż w przypadku homara kanadyjskiego, będącego produktem gotowanym, poziom wapnia jest znacznie wyższy niż w przypadku surowego homara francuskiego (Tab. 5.6). Mięso ze szczypiec tych skorupiaków, zarówno gotowanych i surowych, charakteryzuje się zbliżonymi poziomami Cu i Zn w porównaniu do zawartości tych pierwiastków oznaczonych przez Páez-Osunę i in. (Tab. 5.9) w homarach meksykańskich. Stężenie Mn w tych homarach jest o rząd wielkości wyższe, natomiast ilość Fe plasuje się w dolnym zakresie stężeń prezentowanych przez wspomnianych powyżej autorów (Tab. 5.9). Homar francuski jako jedyny produkt wśród skorupiaków odznacza się stężeniem Cr powyżej wartości *LOD*. Jego 100-g porcja dostarcza 160-223% dziennego zapotrzebowania na ten pierwiastek (jako UL) odpowiednio dla mężczyzn i kobiet (Tab. 5.8).

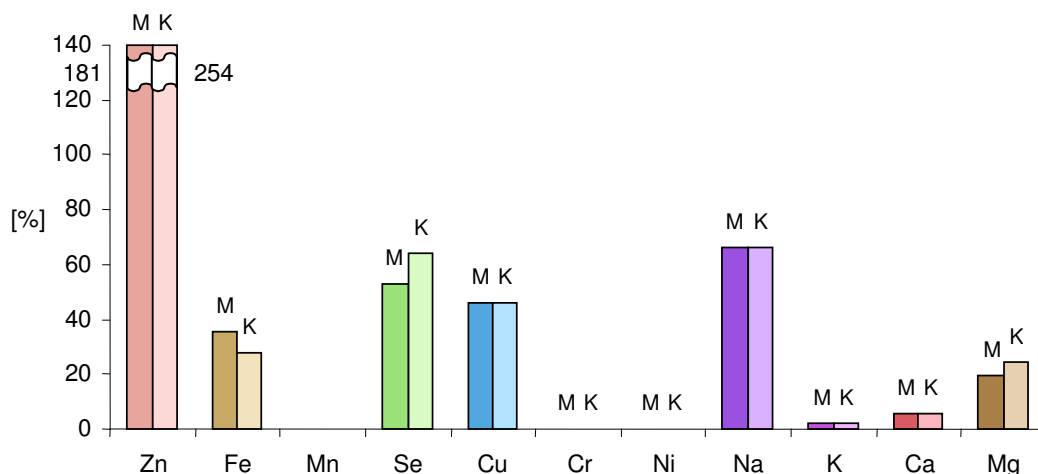
Wszystkie badane krewetki charakteryzują się niską zawartością Mn (Tab. 5.6). Rezultaty te w większości przypadków pokrywają się z danymi literaturowymi prezentowanymi w Tab. 5.9. Jedynie Mendez i in. (2002), zanotowali dla krewetek hiszpańskich o rząd wielkości wyższą zawartość tego pierwiastka. Stężenie oznaczonego Se w tych produktach mieści się w przedziale wartości $0,017-0,033 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Podobne poziomy Se stwierdzili Blasco i in. (1999) również w krewetkach hiszpańskich (Tab. 5.9). Zawartość Fe, zarówno w gotowanych jak i surowych krewetkach, jest znacznie zróżnicowana. Krewetki surowe, są generalnie lepszym źródłem Zn, Cu i K. Zawierają one odpowiednio ok. 2, 3 i 5 razy więcej tych pierwiastków niż pozostałe krewetki gotowane. Fakt ten można wytłumaczyć tym, iż w skład krewetek surowych wchodzi głównie hodowlane krewetki Black Tiger, które w poszczególnych etapach hodowli mogą być specjalnie dokarmiane, przez co zawartość biopierwiastków w ich mięsie może być znacznie wyższa niż w przypadku gatunków dziko żyjących. Z drugiej zaś strony krewetki surowe posiadają w swoim mięsie ok. 2,5 razy mniej Na niż krewetki gotowane. Na podwyższoną zawartość Na w krewetkach gotowanych może mieć wpływ wstępna obróbka tych organizmów już na pokładach statków. Bezpośrednio po złowieniu są one obgotowywane przy pomocy gorącej wody morskiej lub przegrzanej pary, później poddawane procesowi podmrążania również z zastosowaniem wody bogatej w NaCl. Późniejszy proces przetwarzania, np. obecność panierki w przypadku krewetek Torpedo, może również znacząco wpływać na ilość Na w tym produkcie. W porównaniu z danymi koreańskimi (Heu i in. 2003) zawartość Na w krewetkach pochodzących z tego regionu jest ok. dwukrotnie niższa w niż w gotowanych krewetkach przedstawianych w niniejszej pracy, natomiast jest ona wyższa w odniesieniu do krewetek surowych. Poza tym omawiane powyżej krewetki koreańskie są lepszym bądź co najmniej takim samym, jak w przypadku K, źródłem pozostałych makroelementów w stosunku do dwóch grup krewetek występujących na polskim rynku żywnościowym.

W skład badanych mięczaków wchodzi małże i głowonogi różniące się znacznie zawartością badanych biopierwiastków. Ostrygi zaliczane do małży są najlepszym źródłem większości analizowanych pierwiastków zarówno wśród mięczaków jak i wśród całej grupy badanych organizmów, jednocześnie przy niezbyt wysokiej zawartości Na. Przebadane gatunki ostryg charakteryzują się zbliżonymi poziomami wszystkich analizowanych biopierwiastków. Średnia zawartość Zn w ostrygach w porównaniu do jego średniej zawartości w produktach surimi czy rybach jest odpowiednio ponad 100 i 50 razy wyższa. Natomiast w krewetkach czy głowonogach stężenie Zn jest ok. 25 razy niższe, w przypadku

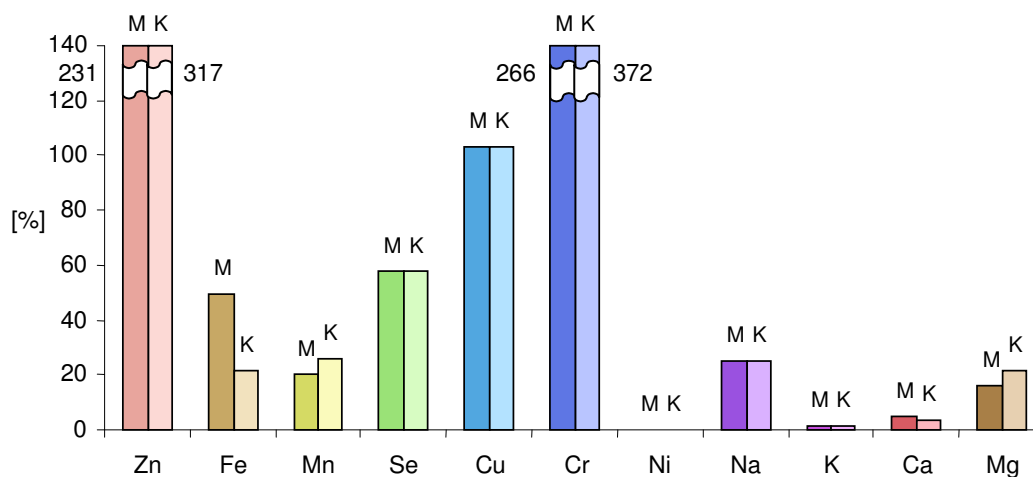
dziesięcionogów krocących i pozostałych małży jest ono odpowiednio mniejsze o ok. 6 i 10 razy w porównaniu do analizowanych ostryg (Tab. 5.6). Przejawiają się tutaj naturalne predyspozycje tych zwierząt do biokumulacji Zn, a także Cu, na skutek której średnia zawartość w ostrygach jest najwyższa, jednakże tylko nieznacznie większa od średniego stężenia Cu w dziesięcionogach krocących. Na uwagę zasługuje fakt, iż połowa spośród badanych ostryg pochodzi ze specjalnego tuczu zwanego „fine de claire” polegającego na specjalnym dokarmianiu ostryg okrzemkami odznaczającymi się dużą zawartością Cu, w celu uzyskania odpowiednich walorów smakowych i wizualnych. Może to znacząco wpływać na poziom tego pierwiastka. Porównanie zawartości Zn w ostrygach prezentowanych w niniejszej pracy oraz w danych literaturowych zestawionych w Tab. 5.9 wskazuje, iż zawartość tego pierwiastka w obu przypadkach jest generalnie na zbliżonym poziomie. Znacznie większymi zakresami stężeń Zn odznaczają się ostrygi pochodzące z Francji (Bragigand i in. 2004), z Brazylii (Silva i in. 2001) oraz z Wenezueli (Rojas de Astudillo i in. 2005). Odwrotna sytuacja ma miejsce w przypadku Cu. Jedynie w stosunku do dwóch ostatnich, wspomnianych powyżej rejonów, stężenie Cu jest na poziomie zbliżonym do jego zawartości w ostrygach badanych w niniejszej pracy. Pozostałe dane literaturowe prezentują znacznie wyższe zawartości tego pierwiastka (Tab. 5.9). Mimo tego przeciętna zawartość Cu w tych produktach jest odpowiednio wyższa, tj. ok. 3-45 razy dla pozostałych małży i ryb.

Wszystkie analizowane ostrygi pokrywają w 126-355% dzienne zapotrzebowanie człowieka na Zn. W odniesieniu do pozostałych biopierwiastków dostarczają one 18,8–61,7%, 23,7–53,9% wartości PB Fe i Cu dla kobiet i mężczyzn (Tab. 5.6). W porównaniu z amerykańskimi zaleceniami (Tab. 5.7), referencyjne wartości RDA są znacznie niższe i 100 g ostryg dostarcza człowiekowi 160-400%, 14,6-84,9% i 65,2-120% dziennego zapotrzebowania odpowiednio na Zn, Fe i Cu dla kobiet i mężczyzn. Są jedynymi mięczakami, dla których stężenia Cr są powyżej wartości *LOD*. Ich 100-g porcja dostarcza 169-431% dziennego zapotrzebowania (jako UL) na ten pierwiastek. Jeżeli chodzi o Mn, zgodnie z amerykańskimi wytycznym, 100 g tych organizmów realizuje 4,8-25,8% wartości AI (Tab. 5.8.). Realizację dziennego zapotrzebowania dla 100-g porcji ostryg Fine de Claire średnich, wg. norm polskich i amerykańskich przedstawiono na Rys. 5.18 i 5.19.

Generalnie małże są najlepszym źródłem Fe i Mn spośród całej gamy badanych produktów. Odznaczają się średnio ok. dziesięciokrotnie wyższą zawartością Fe w porównaniu z pozostałymi organizmami, a produkty surowe zawierają dwukrotnie wyższe poziomy tego pierwiastka niż małże gotowane.



Rys. 5.18. Realizacja dziennego zapotrzebowania (%) na biopierwiastki przez 100 g ostryg Fine de Claire średnich - wg. norm polskich; M - mężczyzna, K - kobieta



Rys. 5.19. Realizacja dziennego zapotrzebowania (%) na biopierwiastki przez 100 g ostryg Fine de Claire średnich - wg. norm amerykańskich; M - mężczyzna, K - kobieta

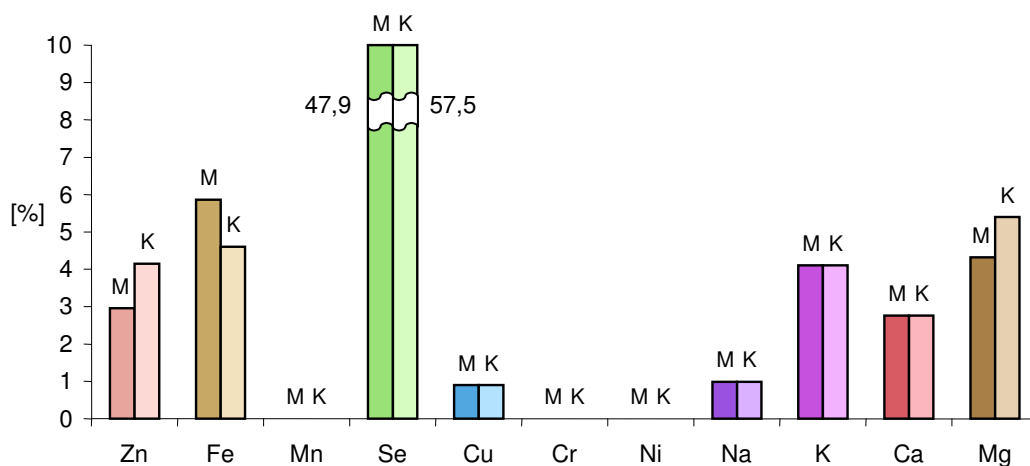
Jednak na tle danych literaturowych dotyczących tych organizmów (Tab. 5.9) poziom Fe w małżach badanych w niniejszej pracy plasuje się w dolnej granicy stężeń. Najwyższe jego stężenia stwierdzili Wang in. (2005) oraz Ruiz in. (2000) w małżach pochodzących odpowiednio z Chin i Hiszpanii (Tab. 5.9). W przypadku Mn, poziomy jego zawartości są wśród ostryg zbliżone, jednak pozostałe małże charakteryzują się znacznym rozrzutem wyników uzyskując dla dwóch partii małży św. Jakuba stężenia $4,00$ i $1,03 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, a w przypadku małży Coque $0,08 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Małże św. Jakuba są również najuboższym źródłem Na i Ca wśród wszystkich badanych organizmów (Tab. 5.6). Konsumpcja 100 g tych dwóch małży pokrywa dzienne zapotrzebowanie człowieka na Mn (jako AI) odpowiednio w 174% i 44,7% dla mężczyzn, w 222% i 57,1% dla kobiet, na Na (jako MNS) w 7,8% i 3,8%, a na Ca

w 3,4% (jako PB) - Tab. 5.7 i 5.8. Analogicznie jak w przypadku Fe, na tle pozostałych danych literaturowych Wang i in. (2005) wykazali najwyższą zawartość Mn w małżach chińskich (Tab. 5.9), przewyższającą nieznacznie średnią zawartość Mn w badanych małżach gotowanych, w skład których wchodzi wspomniane powyżej małże św. Jakuba (Tab. 5.6). Podobne stężenia, do stwierdzonej w niniejszej pracy zawartości Mn zanotowali Yebra i Moreno-Cid (2003), Park i Presley (1997), Giusti i in. (1999) oraz Muñoz-Barbosa i in. (2000). W odniesieniu do makroelementów, wszystkie analizowane małże są generalnie najlepszym źródłem Mg, którego średnia zawartość jest nieco wyższa do jego poziomu w mięsie kraba pochodzącego z Wielkiej Brytanii. Odnaczają się również znaczącym poziomem Ca. Cztery gatunki analizowanych małży wśród wszystkich produktów odznaczają się stężeniami Ni powyżej wartości *LOD* dla tego pierwiastka. Ich 100-g porcje dostarczają 4,3-13,0% dziennego zapotrzebowania (jako UL) na ten pierwiastek (Tab. 5.6).

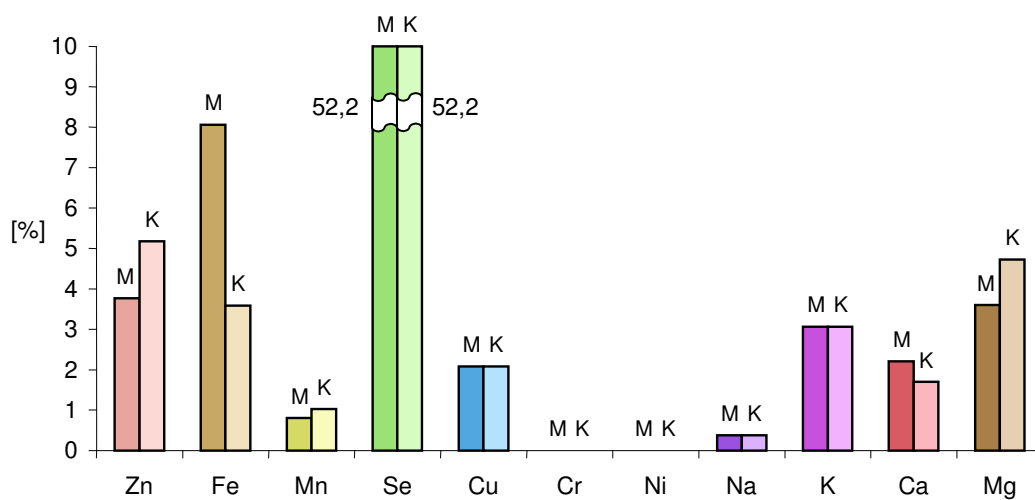
Głównymi w porównaniu z małżami są produktami o znacznie uboższej zawartości badanych mikro- i makroelementów. Średnie stężenia Zn, Mn i Cu w głowonogach są zbliżone do ich przeciętnej zawartości w krewetkach, a w przypadku Fe do średniego stężenia tego pierwiastka wśród wszystkich skorupiaków i są odpowiednio 8, 3, 7 i 8 razy mniejsze w porównaniu do ich zawartości wśród małży. W przypadku makroelementów zwraca uwagę najwyższa wśród całej gamy produktów zawartość Na i najniższa Ca dla kalmarów hiszpańskich (wyjątek stanowią kalmary tuby pochodzące z Filipin) (Tab. 5.6). W grupie badanych ośmiornic wysokimi poziomami Fe, Se, a także znaczącymi stężeniami Ca i Mg oraz umiarkowaną zawartością Na charakteryzuje się ośmiornica Palurda pochodząca z Francji (Tab. 5.6). Realizacja dziennego zapotrzebowania przez 100 g tego produktu wynosi 99,4-119%, 36,7-28,9%, 20,0-25,0% dla mężczyzn i kobiet odpowiednio w przypadku Se, Fe i Mg, oraz 5,8% i 60,5% dla Ca i Na (Tab. 5.7). Jeśli chodzi o normy amerykańskie, wartości te wynoszą odpowiednio 50,5-22,5%, 16,7-21,9%, 4,6-3,6% dla Fe, Mg (jako RDA) i Ca (jako AI) z uwzględnieniem mężczyzn i kobiet oraz 109% i 23,2% dla Se (jako RDA) i Na (jako AI) dla obu płci (Tab. 5.8). Należy zwrócić uwagę na to, iż dane literaturowe dotyczące zawartości makroelementów są bardzo skąpe i ograniczają się zaledwie do dwóch pozycji światowych, prezentujących ich zawartość w krewetkach i krabach.

Generalnie ryby i surimi są produktami o najniższej, względnie porównywalnej z innymi grupami organizmów (jak w przypadku Fe), ilości mikroelementów. Charakteryzują się szczególnie niskimi poziomami Mn i Cu (Tab. 5.6). Zawartość tych pierwiastków jest zbliżona do danych dotyczących ryb prezentowanych w Tab. 5.9. Jedynie w przypadku Se stężenie tego pierwiastka w rybach jest dwukrotnie wyższe niż w produktach surimi i plasuje

się pomiędzy jego zawartością w krewetkach, głowonogach i małżach. Z danych literaturowych (Cabañero i in. 2005) wynika, że stężenie Se w mięsie ryb pochodzących z Hiszpanii jest na podobnym poziomie jak w przypadku ryb prezentowanych w niniejszej pracy. Natomiast Chien i in. (2003) oraz Johansen i in. (2000) zanotowali w tych organizmach znacznie wyższą zawartość Se. Podobieństwo w składzie mikroelementów może wynikać ze znacznego udziału mięsa ryb w produktach surimi. Analizując te dwie grupy pod kątem zawartości makroelementów (Tab. 5.6), jedynie w przypadku Mg średnia zawartość tego pierwiastka u ryb i surimi jest znacznie zbliżona, a także do jego ilości w krewetkach. Równocześnie poziomy te są najniższe wśród wszystkich badanych rodzajów żywności pochodzenia morskiego. W przypadku Na i Ca produkty surimi są obfitym źródłem tych pierwiastków, w przeciwieństwie do ryb, które zawierają najmniejsze ilości Na w całym asortymencie próbek. Wysokie poziomy Na i Ca wśród produktów surimi przypuszczalnie mogą wynikać z udziału wielu dodatków stosowanych w ich produkcji o dużej zawartości NaCl. Odwrotna sytuacja nastąpiła w przypadku K, którego ryby są najlepszym źródłem, a surimi najgorszym wśród wszystkich przebadanych produktów. Spośród ryb, najwyższym stężeniem Na i najniższym Ca i Se charakteryzuje się sola. Natomiast najniższym poziomem Na w grupie wszystkich produktów odznacza się dorsz, którego 100-g porcja zabezpiecza odpowiednio 3,0-4,1%, 5,9-4,6%, 0,8-1,0%, 0,7-0,9% i 47,9-57,5% realizacji dziennego zapotrzebowania na Zn, Fe (PB), Mn (jako AI), Cu i Se (PB) dla kobiet i mężczyzn (Rys. 5.20 i 5.21). W przypadku makroelementów porcja ta dostarcza 4,3-5,4%, 2,8%, 4,1% i jedynie 1,0% dziennego zapotrzebowania odpowiednio dla Mg, Ca, K i Na (Rys. 5.20).



Rys. 5.20. Realizacja dziennego zapotrzebowania (%) na biopierwiastki przez 100 g mięsa z dorsza - wg. norm polskich; M - mężczyzna, K - kobieta



Rys. 5.21. Realizacja dziennego zapotrzebowania (%) na biopierwiastki przez 100 g mięsa z dorsza - wg. norm amerykańskich; M - mężczyzna, K - kobieta

Tab. 5.6. Średnia zawartość i odchylenia standardowe ($\bar{x}\pm s_d$) oraz zakres stężeń (w nawiasach) analizowanych biopierwiastków w owocach morza i rybach ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.m.}$)

Nazwa produktu	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cr	Se	Na	K	Ca	Mg
krewetka koktajlowa (W1)	0,77±0,01 (0,76-0,78)	1,56±1,41 (0,06-2,42)	0,05±0,00 (0,04-0,05)	0,05±0,00 (0,05-0,05)	<0,03	<0,02	nb	671±10,6 (665-684)	10,4±0,42 (10,1-10,9)	19,91±0,31 (19,6-20,1)	8,13±0,08 (8,06-8,21)
krewetka zimnowodna (W1)	0,88±0,03 (0,85-0,92)	0,12±0,03 (0,09-0,15)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,07±0,00 (0,07-0,08)	<0,03	<0,02	nb	688±32,7 (650-712)	63,±2,65 (61,3-66,6)	25,5±0,23 (2,62-25,7)	12,0±2,28 (9,44-13,8)
krewetka BT g. (W1)	0,96±0,04 (0,94-1,01)	0,12±0,01 (0,11-0,13)	0,04±0,00 (0,03-0,04)	0,10±0,00 (0,10-0,11)	<0,03	<0,02	nb	508±54,7 (468-570)	14,8±1,22 (13,6-16,1)	98,8±2,36 (7,26-101)	11,6±0,13 (11,5-11,7)
krewetka głębokowodna (W1)	0,71±0,00 (0,71-0,71)	2,19±0,35 (1,82-2,51)	0,04±0,00 (0,04-0,04)	0,04±0,00 (0,04-0,04)	<0,03	<0,02	nb	597±18,6 (585-618)	3,70±0,18 (3,59-3,90)	23,0±0,66 (22,5-23,8)	8,73±0,06 (8,66-8,79)
krewetka koktajlowa (W2)	0,72±0,01 (0,72-0,73)	0,25±0,01 (0,24-0,25)	0,05±0,00 (0,05-0,05)	0,05±0,00 (0,05-0,05)	<0,03	<0,02	0,03±0,01 (0,03-0,04)	652±27,5 (633-684)	3,84±0,15 (3,70-3,99)	19,5±0,35 (19,1-19,8)	19,6±0,38 (19,2-19,9)
krewetka zimnowodna (W2)	0,76±0,01 (0,75-0,77)	0,11±0,01 (0,10-0,11)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,11±0,00 (0,11-0,11)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	819±27,2 (789-842)	33,1±1,19 (31,7-33,9)	25,6±0,32 (25,2-25,8)	15,0±0,29 (14,8-15,3)
krewetka głębokowodna (W2)	0,52±0,00 (0,52-0,53)	2,19±0,14 (2,03-2,28)	0,04±0,00 (0,04-0,04)	0,04±0,00 (0,04-0,04)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	493±10,3 (483-504)	3,73±0,09 (3,62-3,80)	16,1±0,72 (15,5-16,9)	16,0±0,27 (15,7-16,2)
krewetka BT g. (W2)	0,87±0,00 (0,43-0,87)	0,06±0 (0,03-0,06)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,15±0,00 (0,07-0,16)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,03)	354±36,0 (242-379)	8,49±1,30 (7,57-9,41)	15,2±0,76 (9,82-15,7)	10,6±0,04 (10,5-10,6)
krewetka BT s. (W2)	0,90±0,02 (0,89-0,92)	0,06±0,01 (0,06-0,08)	0,01±0,00 (0,01-0,02)	0,15±0,00 (0,15-0,15)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	667±15,7 (649-677)	30,3±0,26 (30,0-30,5)	12,3±0,36 (12,1-12,7)	14,5±0,15 (14,4-14,7)
krewetka grenlandzka w pancerzu (W2)	1,28±0,02 (1,26-1,30)	0,14±0,01 (0,13-0,24)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,61±0,00 (0,28-0,61)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,03)	553± 2,53 (550-555)	128±1,03 (126-128)	51,0±2,38 (49,3-52,7)	51,7±1,75 (49,8-53,2)
krewetka koktajlowa zimnowodna (W2)	0,83±0,00 (0,83-0,83)	0,10±0,02 (0,08-0,11)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,12±0,00 (0,12-0,12)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	720±62,9 (647-761)	32,2±0,31 (31,9-32,5)	35,6±0,39 (35,3-36,0)	16,7±0,22 (16,4-16,8)
krewetka Torpedo (W2)	0,46±0,01 (0,45-0,46)	0,32±0,03 (0,3-0,36)	0,09±0,00 (0,08-0,09)	0,06±0,00 (0,06-0,06)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,01-0,02)	480±82,4 (409-570)	18,6±2,05 (16,4-20,4)	12,1±0,00 (12,0-2,1)	7,43±0,17 (7,24-7,57)
krewetka BT (2-4) (W2)	1,93±0,04 (1,89-1,97)	0,15±0,02 (0,13-0,17)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,57±0,05 (0,53-0,63)	<0,03	<0,02	nb	305±1,98 (303-307)	272±5,19 (267-277)	36,8±2,85 (33,7-39,2)	28,5±8,39 (18,9-33,4)
krewetka BT (4-6) (W2)	1,66±0,15 (1,57-1,83)	0,10±0,02 (0,08-0,12)	0,02±0,00 (0,02-0,03)	0,35±0,04 (0,25-0,37)	<0,03	<0,02	nb	158±6,54 (154-166)	245±8,65 (237-254)	27,6±1,76 (26,1-29,5)	27,3±1,46 (25,6-28,2)

Tab. 5.6. cd.

Nazwa produktu	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cr	Se	Na	K	Ca	Mg
krewetka BT (6-8) (W2)	1,82±0,02 (1,79-1,83)	0,05±0,01 (0,05-0,06)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,44±0,01 (0,43-0,45)	<0,03	<0,02	nb	300±12,3 (288-312)	193±7,56 (185-200)	58,9±2,49 (56,6-61,6)	46,1±2,08 (43,9-48,0)
krewetka BT (8-12) (W2)	1,58±0,02 (1,55-1,60)	0,10±0,01 (0,09-0,11)	0,06±0,00 (0,06-0,06)	0,47±0,02 (0,45-0,48)	<0,03	<0,02	nb	136±11,8 (128-189)	217±15,7 (206-296)	31,1±0,44 (30,7-31,5)	27,1±7,14 (18,9-31,3)
krewetka BT (16-20) (W2)	1,49±0,04 (1,45-1,52)	0,08±0,00 (0,07-0,09)	0,02±0,00 (0,02-0,03)	0,39±0,01 (0,38-0,41)	<0,03	<0,02	nb	97,1±6,86 (92,2-105)	208±14,3 (198-224)	43,0±2,50 (40,2-44,9)	27,5±1,56 (26,4-29,3)
krewetka BT (31-40) (W2)	1,33±0,01 (1,31-1,34)	0,10±0,01 (0,08-0,11)	0,03±0,00 (0,02-0,03)	0,31±0,01 (0,25-0,31)	<0,03	<0,02	nb	113±1,01 (112-114)	156±1,37 (154-157)	51,2±1,25 (50,2-52,6)	31,6±0,37 (31,2-31,9)
krewetka BT (16-20) s. w panc. (G)	1,47±0,13 (1,33-1,56)	0,29±0,02 (0,28-0,39)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,26±0,01 (0,25-0,26)	<0,03	<0,02	nb	50,4±2,50 (48,6-52,2)	176±20,2 (162-199)	16,3±0,69 (15,8-21,7)	13,3±0,64 (12,8-14,0)
krewetka (250-350) g. obr. (G)	0,89±0,04 (0,84-0,92)	0,16±0,01 (0,15-0,17)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,10±0,00 (0,10-0,11)	<0,03	<0,02	nb	198±32,1 (168-232)	90,3±2,80 (87,2-92,7)	17,7±0,97 (16,7-18,6)	7,99±0,44 (7,58-8,46)
krewetka (150/250) g. obr. (G)	0,82±0,02 (0,81-0,85)	0,23±0,02 (0,17-0,25)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,11±0,00 (0,11-0,12)	<0,03	<0,02	nb	367±13,4 (352-377)	29,9±1,93 (28,3-32,0)	15,8±0,50 (15,2-16,2)	7,99±0,38 (7,57-8,31)
krewetka (6-8) s. słodk. b/g w skor. (G)	1,38±0,06 (1,33-1,44)	0,48±0,04 (0,46-0,52)	0,10±0,00 (0,10-0,10)	0,19±0,00 (0,19-0,19)	<0,03	<0,02	nb	60,0±4,2 (56,8-64,8)	111±7,94 (103-119)	48,6±1,08 (47,4-49,6)	12,5±0,19 (12,4-12,8)
krewetka (8-12) s. słodk. b/g w skor. (G)	1,36±0,02 (1,34-1,38)	0,28±0,01 (0,27-0,29)	0,10±0,00 (0,10-0,10)	0,08±0,00 (0,08-0,08)	<0,03	<0,02	nb	109± 8,78 (99,4-116)	70,3±4,13 (67,4-122)	66,9±2,01 (65,6-69,2)	11,7±0,18 (11,5-11,9)
krewetka (21-25) g. obr. z og. (G)	1,01±0,05 (0,98-1,06)	0,40±0,02 (0,38-0,43)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	0,08±0,01 (0,07-0,08)	<0,03	<0,02	nb	199± 28,0 (180-231)	12,7±0,76 (11,9-13,3)	12,2±1,22 (11,3-13,6)	6,72±0,37 (6,45-7,15)
krewetka (26-30) g. obr. z og. (G)	0,96±0,08 (0,87-1,03)	0,09±0,00 (0,07-0,09)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,08±0,00 (0,07-0,08)	<0,03	<0,02	nb	130±6,97 (123-136)	25,4±2,01 (23,5-27,5)	25,3±3,17 (21,9-28,3)	8,06±0,61 (7,43-8,63)
krewetka (31-40) g. obr. z og. (G)	0,89±0,01 (0,87-0,90)	0,13±0,01 (0,12-0,14)	0,03±0,00 (0,02-0,03)	0,06±0,00 (0,06-0,06)	<0,03	<0,02	nb	185±16,1 (172-203)	18,3±1,62 (16,6-20,0)	15,7±1,41 (14,6-17,3)	5,39±0,31 (5,12-5,73)
krewetka BT (31-40) s. c. w skor. (G)	1,07±0,02 (1,04-1,09)	0,56±0,08 (0,43-0,61)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,17±0,02 (0,15-0,18)	<0,03	<0,02	nb	59,4±4,19 (55,4-63,8)	118±5,92 (112-122)	15,7±1,37 (14,6-17,2)	11,5±1,41 (10,6-13,1)
krewetka (40-60) (LM)	1,05±0,09 (0,96-1,13)	2,21±0,17 (2,01-2,34)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	0,51±0,01 (0,51-0,54)	<0,03	<0,02	nb	161±12,2 (147-169)	71,0±6,11 (64,6-76,8)	30,7±3,13 (28,8-34,3)	9,35±0,77 (8,65-10,2)

Tab. 5.6. cd.

Nazwa produktu	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cr	Se	Na	K	Ca	Mg
krab - mięso ze szczypiec (W2)	9,71±0,18 (9,53-9,89)	1,28±0,12 (1,21-1,42)	0,44±0,01 (0,43-0,45)	0,74±0,01 (0,73-0,75)	<0,03	<0,02	0,08±0,01 (0,08-0,08)	255±2,93 (252-257)	221±4,32 (217-226)	379±49,6 (323-419)	72,1±2,48 (69,3-73,8)
krab Tourteau (LM)	9,67±0,10 (9,61-9,79)	0,37±0,01 (0,36-0,38)	0,39±0,00 (0,39-0,39)	1,01±0,11 (0,94-1,14)	<0,03	<0,02	0,12±0,00 (0,12-0,12)	195±13,3 (176-201)	186±7,80 (181-195)	33,5±0,52 (33,1-49,4)	19,6±0,56 (19,3-20,3)
mięso z krabów (G)	5,83±0,47 (5,29-6,16)	0,46±0,02 (0,43-0,47)	0,42±0,01 (0,42-0,43)	0,76±0,07 (0,68-0,81)	<0,03	<0,02	0,04±0,00 (0,04-0,04)	115±10,0 (108-208)	52,9±7,21 (45,5-59,9)	30,7±1,21 (29,4-31,8)	27,9±1,35 (26,4-28,9)
langustynka (W2)	0,64±0,02 (0,62-0,65)	0,66±0,00 (0,66-0,66)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	0,15±0,00 (0,15-0,15)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	158±7,91 (150-165)	72,0±0,99 (70,9-72,8)	46,2±2,17 (44,7-48,7)	22,5±0,29 (22,2-22,8)
langustynka (LM)	0,47±0,35 (0,06-0,68)	0,53±0,01 (0,52-0,53)	0,04±0,00 (0,04-0,04)	0,08±0,00 (0,08-0,08)	<0,03	<0,02	nb	68,8±3,34 (66,5-71,2)	59,0±3,01 (55,8-61,7)	32,8±1,29 (31,9-34,3)	9,73±0,22 (9,49-9,93)
langusta (LM)	0,39±0,08 (0,31-0,45)	0,34±0,02 (0,33-0,36)	0,34±0,00 (0,33-0,34)	0,69±0,00 (0,69-0,69)	<0,03	<0,02	0,04±0,00 (0,04-0,04)	129±4,17 (124-132)	212±20,7 (200-236)	9,00±0,35 (8,62-9,31)	13,9±0,58 (13,2-14,2)
homar - mięso ze szczypiec (W2)	4,27±0,11 (4,16-4,38)	0,26±0,01 (0,25-0,28)	0,26±0,04 (0,23-0,31)	1,84±0,06 (1,79-1,91)	<0,03	<0,02	0,07±0,00 (0,07-0,07)	369±12,4 (355-380)	73,7±3,72 (69,8-77,1)	162±26,3 (144-192)	38,3±2,37 (36,8-41,0)
homar francuski (LM)	2,65±0,44 (2,31-3,15)	0,33±0,00 (0,22-0,33)	0,17±0,00 (0,17-0,18)	1,12±0,08 (1,04-1,20)	<0,03	0,06±0,00 (0,05-0,06)	0,07±0,00 (0,07-0,07)	341±0,39 (258-341)	91,9±11,4 (79,4-102)	65,8±0,48 (46,4-66,2)	16,9±2,65 (13,8-18,6)
ośmiornice „baby” (W1)	1,73±0,06 (1,69-1,80)	0,53±0,07 (0,47-0,61)	0,08±0,01 (0,07-0,08)	0,20±0,01 (0,19-0,21)	<0,03	<0,02	nb	553±9,52 (543-562)	68,1±1,33 (66,6-69,0)	15,8±1,21 (14,7-17,1)	9,79±0,35 (9,53-10,2)
ośmiornice „baby” (W2)	1,19±0,02 (1,17-1,21)	0,40±0,06 (0,36-0,47)	0,06±0,00 (0,05-0,06)	0,17±0,00 (0,16-0,17)	<0,03	<0,02	0,03±0,00 (0,02-0,03)	534±11,6 (526-548)	62,8±4,57 (59,1-67,9)	9,31±0,05 (9,27-9,37)	13,3±0,37 (12,9-13,6)
ośmiornica śródziemnomorska - ramię (W2)	1,18±0,03 (1,16-1,22)	0,09±0,00 (0,09-0,09)	0,01±0,00 (0,01-0,02)	0,24±0,00 (0,24-0,24)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,01-0,02)	697±8,74 (688-706)	238±7,20 (233-246)	8,13±0,11 (8,00-8,21)	45,3±0,33 (44,9-45,5)
ośmiornica filipińska - ramię (W2)	1,70±0,05 (1,64-1,74)	0,08±0,02 (0,05-0,09)	0,03±0,00 (0,03-0,04)	0,23±0,00 (0,23-0,24)	<0,03	<0,02	0,01±0,00 (0,01-0,02)	125±7,36 (117-131)	60,6±5,24 (56,9-94,5)	4,11±0,06 (4,05-4,17)	27,2±0,11 (27,1-27,3)
ośmiornica cała (G)	1,08±0,02 (1,05-1,10)	0,22±0,01 (0,18-0,22)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,13±0,00 (0,12-0,13)	<0,03	<0,02	nb	243±8,83 (234-251)	46,9±0,05 (46,8-46,9)	11,3±0,06 (11,2-11,3)	21,8±0,05 (21,7-21,8)
ośmiornica „baby” (G)	1,49±0,07 (1,41-1,54)	0,26±0,03 (0,22-0,27)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	0,09±0,00 (0,08-0,09)	<0,03	<0,02	nb	360±16,7 (342-375)	1,81±0,19 (1,67-1,95)	9,51±0,87 (8,51-10,1)	5,53±0,40 (5,06-5,76)

Tab. 5.6. cd.

Nazwa produktu	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cr	Se	Na	K	Ca	Mg
ośmiornica duża (LM)	1,31±0,09 (1,20-1,37)	1,19±0,18 (1,00-1,35)	0,03±0,00 (0,03-0,04)	0,06±0,00 (0,06-0,06)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,01-0,02)	89,2±2,41 (87,5-129)	78,2±12,6 (63,7-85,7)	12,8±1,40 (11,9-14,4)	20,4±3,05 (17,3-23,4)
ośmiornica Palurda (LM)	0,88±0,06 (0,83-0,95)	4,04±0,19 (3,85-4,24)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	0,04±0,00 (0,04-0,04)	<0,03	<0,02	0,06±0,00 (0,06-0,06)	348±7,9 (342-357)	52,0±1,07 (51,4-53,2)	56,1±2,21 (53,6-57,8)	70,0±0,29 (69,8-70,3)
małże gotowane (W1)	3,25±0,42 (2,79-3,61)	2,95±0,18 (2,76-3,11)	0,17±0,01 (0,16-0,18)	0,06±0,00 (0,06-0,06)	<0,03	<0,02	nb	89,3±3,45 (85,4-91,7)	98,2±4,06 (94,8-103)	5,24±0,69 (4,75-7,80)	19,9±0,39 (19,5-20,3)
małże w muszli (W1)	1,90±0,20 (1,67-2,02)	10,5±1,08 (9,75-11,7)	0,34±0,04 (0,29-0,37)	0,05±0,00 (0,04-0,05)	<0,03	<0,02	nb	323±48,2 (269-361)	142±3,33 (140-146)	20,9±0,90 (20,1-21,8)	30,8±1,01 (29,6-31,5)
małże gotowane (W2)	1,63±0,02 (1,61-1,66)	5,73±0,14 (5,61-5,89)	0,98±0,08 (0,93-1,08)	0,16±0,00 (0,16-0,17)	<0,03	<0,02	0,05±0,00 (0,04-0,05)	323±11,0 (316-337)	4,05±0,31 (3,88-4,41)	12,0±1,66 (10,3-13,6)	17,4±0,35 (17,1-17,7)
małże w muszli s. (W2)	1,80±0,02 (1,79-3,16)	9,46±0,22 (9,31-9,62)	0,24±0,01 (0,22-0,25)	0,08±0,00 (0,08-0,09)	<0,03	<0,02	0,05±0,00 (0,05-0,06)	193±4,02 (191-198)	97,2±1,30 (96,3-98,2)	14,0±0,17 (13,8-14,2)	53,2±0,76 (52,7-53,7)
małże św. Jakuba (W2)	4,36±0,02 (4,34-4,38)	1,34±0,28 (1,02-1,57)	4,00±0,06 (3,92-4,04)	0,07±0,00 (0,07-0,07)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,03)	44,9±1,36 (43,5-46,2)	229±38,4 (187-263)	2,30±0,08 (2,24-2,39)	22,1±0,21 (21,9-22,3)
małże św. Jakuba (G)	2,39±2,09 (0,00-3,84)	0,65±0,05 (0,60-0,68)	1,03±0,34 (0,63-1,23)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	<0,03	<0,02	nb	21,6±0,82 (21,0-22,2)	60,7±3,67 (58,2-79,8)	3,85±0,53 (3,54-4,46)	9,01±2,05 (7,83-11,4)
małże Amanda (LM)	2,59±0,07 (2,53-2,68)	6,72±0,38 (6,47-7,16)	0,29±0,01 (0,28-0,30)	0,09±0,00 (0,05-0,09)	0,04±0,00 (0,04-0,04)	<0,02	0,01±0,00 (0,01-0,02)	270±30,0 (188-291)	119±4,87 (116-125)	82,1±1,22 (80,7-83,1)	33,7±0,32 (33,4-34,0)
małże Clams moyens (LM)	2,03±0,19 (1,91-2,25)	1,92±0,07 (1,83-1,97)	0,82±0,06 (0,75-0,88)	0,16±0,00 (0,12-0,16)	0,06±0,01 (0,05-0,07)	<0,02	0,03±0,00 (0,03-0,04)	283±17,8 (220-295)	96,4±6,11 (90,0-102)	30,4±2,26 (28,7-33,0)	31,7±0,46 (31,4-32,2)
małże Coque (LM)	0,75±0,03 (0,71-0,78)	5,63±0,33 (5,35-6,00)	0,08±0,00 (0,08-0,09)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	0,12±0,01 (0,11-0,13)	<0,02	0,01±0,00 (0,01-0,01)	198±7,28 (191-206)	59,1±0,76 (58,23-59,55)	77,6±5,35 (71,5-81,5)	52,1±3,07 (49,4-55,4)
małże św. Jakuba śr. (LM)	2,33±0,13 (2,22-2,47)	1,25±0,13 (1,12-1,38)	0,15±0,01 (0,15-0,17)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	<0,03	<0,02	nb	21,8±0,67 (21,3-22,2)	135,68±8,44 (127-144)	11,2±1,35 (10,2-12,1)	21,3±1,17 (20,1-22,4)
małże Irlandzkie (LM)	1,69±0,05 (1,64-1,73)	6,36±0,16 (6,18-6,48)	0,10±0,00 (0,10-0,10)	0,08±0,00 (0,08-0,08)	<0,03	<0,02	nb	268±25,0 (210-285)	103±5,27 (97,4-108)	54,6±4,43 (49,6-57,7)	31,2±0,54 (30,6-31,6)
kalmary pierscienie (W1)	0,91±0,05 (0,85-0,95)	0,17±0,01 (0,16-0,18)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,09±0,01 (0,07-0,1)	<0,03	<0,02	nb	1151±17,3 (1131-1164)	51,1±1,14 (49,8-52,0)	3,97±0,33 (3,62-4,29)	11,4±0,18 (11,3-11,6)

Tab. 5.6. cd.

Nazwa produktu	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cr	Se	Na	K	Ca	Mg
kalmary pierścienie (W2)	0,88±0,02 (0,86-0,90)	0,10±0,00 (0,10-0,11)	0,60±0,04 (0,56-0,62)	0,13±0,00 (0,12-0,13)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	674±23,9 (646-691)	31,9±3,68 (29,5-36,1)	4,01±0,17 (3,82-4,14)	23,3±0,32 (23,0-23,6)
kalmary panierowane (W2)	0,46±0,08 (0,40-0,55)	0,45±0,02 (0,43-0,46)	0,17±0,00 (0,16-0,17)	0,06±0,00 (0,06-0,06)	<0,03	<0,02	0,01±0,00 (0,01-0,02)	710±31,7 (676-738)	55,0±5,61 (48,8-59,8)	27,1±1,52 (25,3-28,2)	16,7±0,15 (16,6-16,9)
kalmary tuby (W2)	0,79±0,07 (0,74-0,87)	0,10±0,02 (0,09-0,12)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,09±0,00 (0,09-0,10)	<0,03	<0,02	0,01±0,00 (0,01-0,02)	824±17,8 (809-844)	41,0±2,02 (38,8-42,8)	2,67±0,39 (2,22-2,90)	14,3±0,42 (13,8-14,6)
kalmary tuby (G)	0,83±0,06 (0,76-0,88)	0,14±0,01 (0,13-0,15)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,06±0,00 (0,06-0,06)	<0,03	<0,02	nb	67,4±5,25 (62,2-72,7)	7,33±0,34 (5,31-7,57)	23,7±1,53 (22,0-25,0)	9,36±0,77 (8,50-10,0)
mule w muszli (W2)	2,55±0,13 (2,45-2,69)	3,05±0,10 (2,98-3,66)	0,30±0,03 (0,28-0,33)	0,14±0,00 (0,14-0,14)	<0,03	<0,02	nb	6364±10,2 (486-643)	160±16,1 (150-178)	32,7±1,23 (31,9-43,8)	50,1±4,75 (46,4-55,5)
muszle Vongole (G)	1,52±0,09 (1,42-1,58)	4,64±0,25 (4,42-4,91)	0,05±0,00 (0,05-0,05)	0,08±0,00 (0,08-0,08)	0,13±0,01 (0,12-0,15)	<0,02	0,03±0,00 (0,03-0,03)	339±5,21 (335-345)	70,2±1,71 (69,0-72,2)	50,1±3,97 (47,8-54,7)	21,4±0,13 (21,2-21,5)
muszle Bouschon (G)	1,64±0,22 (1,39-1,80)	3,60±0,11 (3,51-5,14)	0,09±0,01 (0,08-0,10)	0,08±0,01 (0,07-0,09)	<0,03	<0,02	0,04±0,00 (0,04-0,04)	248±24,4 (164-266)	109±14,9 (92,0-120)	26,9±3,15 (24,6-36,0)	27,1±2,66 (24,0-28,8)
muszle hiszpańskie (G)	6,72±0,03 (6,68-6,74)	5,96±0,32 (5,60-6,20)	0,18±0,00 (0,17-0,18)	0,08±0,01 (0,08-0,13)	<0,03	<0,02	0,07±0,00 (0,07-0,07)	280±38,1 (257-324)	48,7±6,77 (42,7-56,0)	33,1±1,72 (31,3-34,7)	32,9±0,42 (32,6-33,4)
sepia (G)	1,01±0,06 (0,94-1,05)	0,71±0,07 (0,66-0,93)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,08±0,00 (0,08-0,10)	<0,03	<0,02	0,01±0,00 (0,01-0,01)	202±28,7 (148-222)	14,8±1,33 (13,8-15,7)	23,6±1,62 (22,4-25,4)	31,7±1,62 (29,8-32,7)
ostrygi Fines de Claire (G) d.	32,0±1,65 (30,1-33,0)	6,79±0,38 (4,32-7,06)	0,39±0,00 (0,39-0,39)	1,08±0,09 (0,97-1,15)	<0,03	0,11±0,01 (0,10-0,11)	nb	308±6,46 (303-460)	61,4±4,40 (58,0-66,4)	67,9±5,76 (64,5-74,6)	73,9±8,07 (68,6-83,1)
ostrygi Fines de Claire (G) śr.	25,4±1,61 (24,4-27,2)	3,94±0,60 (3,30-4,50)	0,47±0,01 (0,45-0,47)	0,93±0,04 (0,89-0,95)	<0,03	0,09±0,00 (0,09-0,10)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	379±49,5 (288-414)	61,5±6,46 (55,3-68,2)	46,4±6,26 (40,5-53,0)	68,5±0,94 (67,5-69,3)
ostrygi Fines de Claire (G) m.	35,5±12,5 (28,2-50,0)	2,63±0,09 (2,53-2,70)	0,33±0,01 (0,33-0,34)	0,89±0,11 (0,76-0,96)	<0,03	0,09±0,01 (0,08-0,10)	nb	349±20,2 (334-372)	60,8±4,72 (57,2-66,1)	43,3±0,97 (42,4-44,3)	70,7±2,06 (68,4-72,3)
ostrygi Belon (LM)	25,0±0,52 (24,6-25,6)	4,75±0,39 (3,20-5,03)	0,28±0,00 (0,27-0,28)	1,07±0,08 (0,98-1,11)	<0,03	0,11±0,01 (0,10-0,11)	0,04±0,00 (0,04-0,05)	176±7,06 (171-298)	69,9±2,86 (68,2-73,2)	46,3±2,22 (43,8-48,0)	83,2±2,37 (81,3-85,8)
ostrygi Fines de Normandie (LM)	17,6±0,41 (17,3-18,1)	2,89±0,39 (2,53-3,30)	0,11±0,00 (0,11-0,11)	0,64±0,01 (0,64-0,65)	<0,03	0,06±0,00 (0,06-0,07)	0,04±0,00 (0,04-0,04)	174±24,2 (157-255)	88,1±0,45 (87,6-88,5)	34,5±1,25 (33,7-36,0)	31,4±0,14 (31,3-31,5)

Tab. 5.6. cd.

Nazwa produktu	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cr	Se	Na	K	Ca	Mg
ostrygi Special (LM)	17,9±0,67 (17,2-18,4)	3,83±0,56 (3,47-4,47)	0,28±0,02 (0,27-0,30)	0,59±0,04 (0,55-0,64)	<0,03	0,06±0,00 (0,05-0,06)	nb	244±22,7 (227-270)	86,6±7,47 (81,0-95,1)	95,1±8,52 (88,9-105)	32,9±0,17 (32,7-33,0)
kraby kamaboko (W1)	0,25±0,01 (0,24-0,26)	0,22±0,02 (0,20-0,23)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	<0,03	<0,02	nb	367±17,8 (351-386)	18,3±0,32 (18,1-18,7)	335±16,7 (2671-347)	31,8±3,61 (27,8-34,8)
krab surimi (W2)	0,12±0,01 (0,11-0,12)	0,22±0,02 (0,20-0,23)	0,03±0,00 (0,03-0,04)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	<0,03	<0,02	0,01±0,00 (0,01-0,01)	686±21,7 (667-709)	4,25±0,21 (4,12-4,49)	314±0,32 (313-314)	6,91±0,07 (6,84-6,97)
krab kamaboko (W2)	0,25±0,01 (0,24-0,26)	0,25±0,07 (0,23-0,37)	0,10±0,01 (0,09-0,10)	0,03±0,00 (0,03-0,04)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,01-0,02)	486±15,5 (472-503)	15,5±0,61 (14,9-16,1)	26,9±0,39 (26,3-27,2)	8,17±0,16 (8,00-8,31)
paluszki krabowe (G)	0,27±0,03 (0,24-0,30)	0,88±0,15 (0,72-1,01)	0,05±0,00 (0,05-0,05)	0,03±0,00 (0,03-0,03)	<0,03	<0,02	nb	321±7,11 (242-326)	5,24±0,46 (3,47-5,56)	369±15,4 (357-386)	8,31±0,79 (7,81-9,22)
dorsz	0,41±0,01 (0,41-0,42)	0,64±0,10 (0,49-0,71)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	<0,03	<0,02	0,03±0,00 (0,03-0,03)	5,67±0,64 (5,23-7,91)	144±2,09 (142-146)	34,2±3,75 (30,3-37,8)	15,1±0,60 (14,4-15,6)
grenadier	0,27±0,01 (0,26-0,28)	0,64±0,08 (0,56-0,71)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	<0,03	<0,02	0,04±0,00 (0,04-0,04)	51,6±2,58 (49,8-68,6)	122±4,12 (120-127)	16,0±1,37 (15,2-17,6)	16,8±1,09 (15,9-18,0)
łosoś	0,29±0,00 (0,29-0,29)	0,92±0,05 (0,86-0,96)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,03±0,00 (0,02-0,03)	<0,03	<0,02	0,03±0,00 (0,03-0,03)	26,2±1,82 (24,2-27,7)	134±4,30 (130-138)	22,0±1,06 (20,8-22,9)	14,8±1,04 (14,1-15,5)
sola	0,32±0,03 (0,30-0,36)	0,47±0,04 (0,45-0,52)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	131±7,2 (126-139)	144±4,58 (139-148)	7,97±0,36 (7,69-8,38)	17,6±0,15 (17,4-17,7)
mintaj	0,40±0,00 (0,39-0,40)	0,33±0,01 (0,32-0,34)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	66,1±1,22 (65,2-90,1)	93,9±2,33 (92,2-96,6)	11,3±0,65 (10,7-12,0)	14,2±0,93 (13,1-14,8)
morszczuk	0,36±0,03 (0,35-0,39)	0,37±0,04 (0,33-0,41)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	<0,03	<0,02	0,03±0,00 (0,03-0,03)	45,3± 2,27 (43,7-60,2)	189±6,04 (184-196)	11,3±0,63 (10,7-11,9)	19,7±0,48 (19,2-20,0)
kerkulena	0,81±0,04 (0,78-0,85)	0,27±0,01 (0,27-0,28)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	<0,03	<0,02	0,04±0,00 (0,04-0,04)	62,3±7,93 (56,6-159)	185±8,17 (178-194)	13,6±0,30 (13,4-13,9)	19,4±0,10 (19,4-19,6)
karmazyn	0,39±0,01 (0,38-0,40)	1,23±0,05 (1,19-1,28)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,02±0,00 (0,02-0,02)	<0,03	<0,02	0,04±0,00 (0,04-0,04)	57,2±2,76 (54,5-60,0)	202±12,1 (194-216)	20,3±2,49 (18,5-27,8)	21,4±1,16 (20,6-22,8)
flądra	0,57±0,05 (0,53-0,63)	0,54±0,05 (0,50-0,59)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,03±0,00 (0,02-0,03)	<0,03	<0,02	0,02±0,00 (0,02-0,02)	69,2±7,05 (64,2-127)	34,0±2,48 (31,3-36,2)	41,3±0,60 (40,6-41,8)	8,85±0,26 (8,56-9,03)

Tab. 5.6. cd.

Nazwa produktu	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cr	Se	Na	K	Ca	Mg
śledź	0,95±0,03 (0,93-0,98)	1,12±0,06 (1,05-1,15)	0,01±0,00 (0,01-0,01)	0,01±0,00 (0,01-0,05)	<0,03	<0,02	0,04±0,00 (0,04-0,04)	36,6±4,32 (31,6-39,7)	190±7,67 (184-199)	33,3±0,80 (32,5-34,1)	18,0±0,83 (17,2-18,8)
sandacz	0,43±0,06 (0,36-0,46)	0,11±0,00 (0,11-0,18)	0,01±0,00 (0,01-0,02)	0,01±0,00 (0,01-0,02)	<0,03	<0,02	0,03±0,00 (0,02-0,03)	22,8±1,19 (21,5-23,9)	141±11,1 (126-150)	28,5±3,66 (25,9-31,1)	11,9±10,2 (0,21-19,2)

LOD dla Ni - <0,03, *LOD* dla Cr - <0,02, nb – nie badane
 Ilość próbek analizowanych dla każdego produktu N=6

Tab. 5.7. Realizacja dziennego zapotrzebowania na składniki mineralne jako PB (MNS) w % przez 100-g porcję owoców morza i ryb

Nazwa produktu	Zn ^a		Fe ^a		Se ^a		Cu ^a	Na ^b	K ^b	Ca ^a	Mg ^a	
	M	K	M	K	M	K	M/K	M/K	M/K	M/K	M	K
krewetka koktajlowa (W1)	5,5	7,7	14,2	11,1	-	-	2-2,5	116,7	0,3	2,5	2,3	2,9
krewetka zimnowodna (W1)	6,3	8,8	1,1	0,9	-	-	2,9-3,6	119,6	1,8	3,2	3,4	4,3
krewetka BT g. (W1)	6,9	9,6	1,1	0,8	-	-	4,2-5,2	88,3	0,4	12,3	3,3	4,1
krewetka głębokowodna (W1)	5,1	7,1	19,9	15,6	-	-	1,6-1,9	103,8	0,1	2,9	2,5	3,1
krewetka koktajlowa (W2)	5,2	7,2	2,2	1,8	52,3	62,7	2,2-2,7	113,5	0,1	2,4	5,6	7,0
krewetka zimnowodna (W2)	5,4	7,6	1,0	0,8	30,1	36,1	4,3-5,4	142,4	0,9	3,2	4,3	5,4
krewetka głębokowodna (W2)	3,7	5,2	19,9	15,7	34,9	41,9	1,6-1,9	85,7	0,1	2,0	4,6	5,7
krewetka BT g. (W2)	6,2	8,7	0,6	0,4	38,0	45,6	6,1-7,6	61,5	0,2	1,9	3,0	3,8
krewetka BT s. (W2)	6,4	9,0	0,6	0,4	35,9	43,1	6-7,5	115,9	0,9	1,5	4,1	5,2
krewetka grenlandzka w pancerzu (W2)	9,1	12,8	1,2	1,0	36,3	43,6	24,3-30,4	96,2	3,6	6,4	14,8	18,5
krewetka koktajlowa zimnowodna (W2)	5,9	8,3	0,9	0,7	28,9	34,7	4,8-6	125,1	0,9	4,5	4,8	6,0
krewetka Torpedo (W2)	3,3	4,6	2,9	2,3	27,1	32,5	2,5-3,1	83,4	0,5	1,5	2,1	2,7
krewetka BT (2-4) (W2)	13,8	19,3	1,4	1,1	-	-	23-28,7	53,0	7,8	7,4	8,1	10,2
krewetka BT (4-6) (W2)	11,9	16,6	0,9	0,7	-	-	13,9-17,4	27,5	7,0	3,4	7,8	9,7
krewetka BT (6-8) (W2)	13,0	18,2	0,5	0,4	-	-	17,7-22,2	52,2	5,5	5,4	13,2	16,5
krewetka BT (8-12) (W2)	11,3	15,8	0,9	0,7	-	-	18,7-23,4	23,7	6,2	3,9	7,7	9,7
krewetka BT (16-20) (W2)	10,7	14,9	0,8	0,6	-	-	15,7-19,7	16,9	5,9	4,1	7,9	9,8
krewetka BT (31-40) (W2)	9,5	13,3	0,9	0,7	-	-	12,2-15,3	19,6	4,4	2,0	9,0	11,3
krewetka BT (16-20) s. w panc. (G)	10,5	14,7	2,7	2,1	-	-	10,2-12,8	8,8	5,0	2,0	3,8	4,7
krewetka (250-350) g. obr. (G)	6,3	8,9	1,4	1,1	-	-	4,2-5,2	34,4	2,6	6,1	2,3	2,9
krewetka (150/250) g. obr. (G)	5,9	8,2	2,1	1,7	-	-	4,5-5,6	63,8	0,9	8,4	2,3	2,9
krewetka (6-8) s. słodk. b/g w skor. (G)	9,8	13,8	4,4	3,4	-	-	7,5-9,4	10,4	3,2	1,5	3,6	4,5
krewetka (8-12) s. słodk. b/g w skor. (G)	9,7	13,6	2,5	2,0	-	-	3,1-3,9	19,0	2,0	3,2	3,3	4,2

Tab. 5.7. cd.

Nazwa produktu	Zn ^a		Fe ^a		Se ^a		Cu ^a	Na ^b	K ^b	Ca ^a	Mg ^a	
	M	K	M	K	M	K	M/K	M/K	M/K	M/K	M	K
krewetka (21-25) g. obr. z og. (G)	7,2	10,1	3,6	2,8	-	-	3-3,8	34,5	0,4	2,0	1,9	2,4
krewetka (26-30) g. obr. z og. (G)	6,9	9,6	0,8	0,7	-	-	3-3,8	22,6	0,7	2,0	2,3	2,9
krewetka (31-40) g. obr. z og. (G)	6,4	8,9	1,2	0,9	-	-	2,4-3,1	32,2	0,5	4,1	1,5	1,9
krewetka BT (31-40) s. c. w skor. (G)	7,6	10,7	5,1	4,0	-	-	6,8-8,5	10,3	3,4	3,8	3,3	4,1
krewetka (40-60) (LM)	7,5	10,5	20,1	15,8	-	-	20,5-25,6	28,0	2,0	4,2	2,7	3,3
krab - mięso ze szczypiec (W2)	69,4	97,1	11,7	9,2	141	169	29,5-36,9	44,3	6,3	47,3	20,6	25,7
krab Tourteau (LM)	69,1	96,7	3,4	2,7	200	240	40,5-50,6	33,1	5,3	1,1	5,6	7,0
mięso z krabów (G)	41,7	58,3	4,2	3,3	68,9	82,7	30,3-37,9	20,0	1,5	8,2	8,0	10,0
langustynka (W2)	4,5	6,4	6,0	4,7	32,9	39,5	6-7,5	27,5	2,1	5,8	6,4	8,0
langustynka (LM)	3,3	4,7	4,8	3,8	-	-	3,1-3,9	8,1	1,7	3,8	2,8	3,5
langusta (LM)	2,8	3,9	3,1	2,4	65,7	78,9	27,6-34,5	22,4	6,1	6,3	4,0	5,0
homar - mięso ze szczypiec (W2)	30,5	42,7	2,4	1,9	111	133	73,5-91,9	64,1	2,1	20,2	10,9	13,7
homar francuski (LM)	18,9	26,5	3,0	2,4	117	140	44,7-55,9	59,3	2,6	0,5	4,8	6,0
ośmiornice „baby” (W1)	12,4	17,3	4,8	3,8	-	-	8,1-10,1	96,2	1,9	2,0	2,8	3,5
ośmiornice „baby” (W2)	8,5	11,9	3,6	2,8	43,5	52,1	6,6-8,3	92,9	1,8	1,8	3,8	4,7
ośmiornica śródziemnomorska - ramię (W2)	8,4	11,8	0,8	0,7	24,9	29,9	9,6-12	121,1	6,8	20,2	12,9	16,2
ośmiornica filipinska - ramię (W2)	12,1	17,0	0,7	0,5	19,9	23,9	9,4-11,7	21,8	1,7	4,6	7,8	9,7
ośmiornica cała (G)	7,7	10,8	2,0	1,5	-	-	5,2-6,4	42,3	1,3	2,9	6,2	7,8
ośmiornica „baby” (G)	10,7	14,9	2,3	1,8	-	-	3,6-4,4	62,6	0,1	1,6	1,6	2,0
ośmiornica duża (LM)	9,3	13,1	10,8	8,5	26,2	31,4	2,4-2,9	15,5	2,2	8,5	5,8	7,3
ośmiornica Palurda (LM)	6,3	8,8	36,7	28,9	99,4	119	1,4-1,8	60,5	1,5	5,8	20,0	25,0
małże gotowane (W1)	23,2	32,5	26,9	21,1	-	-	2,4-3	15,5	2,8	0,7	5,7	7,1
małże w muszli (W1)	13,6	19,0	95,6	75,1	-	-	1,9-2,4	56,2	4,1	2,6	8,8	11,0

Tab. 5.7. cd.

Nazwa produktu	Zn ^a		Fe ^a		Se ^a		Cu ^a	Na ^b	K ^b	Ca ^a	Mg ^a	
	M	K	M	K	M	K	M/K	M/K	M/K	M/K	M	K
małże gotowane (W2)	11,6	16,3	52,1	40,9	76,5	91,8	6,5-8,1	56,2	0,1	0,3	5,0	6,2
małże w muszli s. (W2)	12,9	18,0	86,0	67,6	91,5	109,8	3,3-4,2	33,6	2,8	0,5	15,2	19,0
małże św. Jakuba (W2)	31,1	43,6	12,2	9,6	37,5	45,0	2,8-3,5	7,8	6,6	3,4	6,3	7,9
małże św. Jakuba (G)	17,1	23,9	5,9	4,6	-	-	1,3-1,6	3,8	1,7	3,4	2,6	3,2
małże Amanda (LM)	18,5	25,9	61,1	48,0	24,7	29,6	3,7-4,6	46,8	3,4	9,7	9,6	12,0
małże Clams moyens (LM)	14,5	20,3	17,4	13,7	57,6	69,1	6,3-7,9	49,2	2,8	1,4	9,0	11,3
małże Coque (LM)	5,3	7,5	51,2	40,2	20,5	24,6	1,2-1,4	34,5	1,7	6,8	14,9	18,6
małże św. Jakuba śr. (LM)	16,7	23,3	11,4	8,9	-	-	1,3-1,6	3,8	3,9	1,4	6,1	7,6
małże Irlandzkie (LM)	12,0	16,9	57,8	45,4	-	-	3,1-3,9	46,6	2,9	1,2	8,9	11,2
kalmary pierscienie (W1)	6,5	9,1	1,5	1,2	-	-	3,4-4,3	200,1	1,5	0,5	3,3	4,1
kalmary pierscienie (W2)	6,3	8,8	1,0	0,7	35,5	42,6	5-6,3	117,1	0,9	0,3	6,7	8,3
kalmary panierowane (W2)	3,3	4,6	4,1	3,2	23,3	27,9	2,5-3,1	123,4	1,6	1,0	4,8	6,0
kalmary tuby (W2)	5,6	7,9	0,9	0,7	25,2	30,3	3,8-4,7	143,3	1,2	0,5	4,1	5,1
kalmary tuby (G)	6,0	8,3	1,2	1,0	-	-	2,4-3	11,7	0,2	4,3	2,7	3,3
mule w muszli (W2)	18,2	25,5	27,7	21,8	-	-	5,5-6,9	110,6	4,6	2,2	14,3	17,9
muszle Vongole (G)	10,9	15,2	42,2	33,1	59,6	64,4	3,3-4,1	59,0	2,0	4,1	6,1	7,6
muszle Bouschon (G)	11,7	16,4	32,7	25,7	71,3	85,6	3,1-3,9	43,2	3,1	10,3	7,7	9,7
muszle hiszpańskie (G)	48,0	67,2	54,1	42,5	112	135	3,3-4,2	48,7	1,4	3,8	9,4	11,7
sepia (G)	7,2	10,1	6,4	5,1	18,7	22,4	3,2-3,9	35,1	0,4	7,0	9,1	11,3
ostrygi Fines de Claire (G) d.	229	320	61,7	48,5	-	-	43,1-53,9	53,6	1,8	5,4	21,1	26,4
ostrygi Fines de Claire (G) śr.	181	254	35,8	28,1	53,2	63,9	37,2-46,5	65,9	1,8	5,8	19,6	24,5
ostrygi Fines de Claire (G) m.	254	355	23,9	18,8	-	-	35,7-44,6	60,8	1,7	4,3	20,2	25,2
ostrygi Belon (LM)	179	250	43,2	33,9	72,2	86,6	42,6-53,3	30,6	2,0	11,9	23,8	29,7

Tab. 5.7. cd.

Nazwa produktu	Zn ^a		Fe ^a		Se ^a		Cu ^a	Na ^b	K ^b	Ca ^a	Mg ^a	
	M	K	M	K	M	K	M/K	M/K	M/K	M/K	M	K
ostrygi Fines de Normandie (LM)	126	176	26,3	20,7	63,2	75,8	25,7-32,2	30,3	2,5	3,0	9,0	11,2
ostrygi Special (LM)	128	179	34,8	27,3	-	-	23,7-29,6	42,4	2,5	46,1	9,4	11,7
kraby kamaboko (W1)	1,8	2,5	2,0	1,6	-	-	1,3-1,7	63,9	0,5	41,9	9,1	11,3
krab surimi (W2)	0,8	1,2	2,0	1,6	17,7	21,2	0,5-0,7	119,2	0,1	1,2	2,0	2,5
krab kamaboko (W2)	1,8	2,5	2,3	1,8	29,2	35,0	1,4-1,7	84,6	0,4	1,5	2,3	2,9
paluszki krabowe (G)	1,9	2,7	8,0	6,3	-	-	1,2-1,5	55,7	0,1	2,0	2,4	3,0
dorsz	3,0	4,1	5,9	4,6	47,9	57,5	0,7-0,9	1,0	4,1	2,8	4,3	5,4
grenadier	1,9	2,7	5,8	4,6	64,4	77,3	0,3-0,4	9,0	3,5	1,0	4,8	6,0
łosoś	2,1	2,9	8,4	6,6	44,5	53,5	1-1,3	4,6	3,8	1,4	4,2	5,3
sola	2,3	3,2	4,3	3,4	33,9	40,7	0,4-0,5	22,8	4,1	1,4	5,0	6,3
mintaj	2,8	4,0	3,0	2,3	29,6	35,5	0,8-1	11,5	2,7	1,7	4,1	5,1
morszczuk	2,6	3,6	3,4	2,7	55,6	66,8	0,5-0,7	7,9	5,4	2,5	5,6	7,0
kergulena	5,8	8,1	2,5	1,9	62,8	75,4	0,9-1,1	10,8	5,3	5,2	5,6	6,9
karmazyn	2,8	3,9	11,2	8,8	63,6	76,3	0,8-1	9,9	5,8	4,2	6,1	7,7
flądra	4,1	5,7	4,9	3,8	38,4	46,1	1-1,3	12,0	1,0	2,4	2,5	3,2
śledź	6,8	9,5	10,2	8,0	59,1	70,9	0,4-0,4	6,4	5,4	4,2	5,1	6,4
sandacz	3,1	4,3	1,0	0,8	43,9	52,6	0,6-0,7	4,0	4,0	2,4	3,4	4,2

^a PB^b MNS

M - mężczyźni, K - kobiety

Tab. 5.8. Realizacja dziennego zapotrzebowania na składniki mineralne jako RDA (AI, UL) w % przez 100-g porcję owoców morza i ryb

Nazwa produktu	Zn ^a		Fe ^a		Mn ^b		Se ^a	Cu ^a	Ni ^c	Cr ^b		Na ^b	K ^b	Ca ^b		Mg ^a	
	M	K	M	K	M	K	M/K	M/K	M/K	M	K	M/K	M/K	M	K	M	K
krewetka koktajlowa (W1)	7,0	9,7	19,5	8,7	2,0	2,6	-	5,5	-	-	-	44,8	0,2	2,0	1,5	1,9	2,5
krewetka zimnowodna (W1)	8,0	11,1	1,5	0,7	1,0	1,3	-	8,1	-	-	-	45,8	1,4	2,5	2,0	2,9	3,8
krewetka BT g. (W1)	8,8	12,1	1,5	0,7	1,6	2,0	-	11,6	-	-	-	33,8	0,3	9,9	7,6	2,8	3,6
krewetka głębokowodna (W1)	6,5	8,9	27,3	12,2	1,8	2,3	-	4,3	-	-	-	39,8	0,1	2,3	1,8	2,1	2,7
krewetka koktajlowa (W2)	6,6	9,0	3,1	1,4	2,2	2,9	57,0	6,0	-	-	-	43,5	0,1	1,9	1,5	4,7	6,1
krewetka zimnowodna (W2)	6,9	9,5	1,3	0,6	0,6	0,8	32,8	12,0	-	-	-	54,6	0,7	2,6	2,0	3,6	4,7
krewetka głębokowodna (W2)	4,8	6,5	27,4	12,2	1,9	2,4	38,1	4,3	-	-	-	32,9	0,1	1,6	1,2	3,8	5,0
krewetka BT g. (W2)	7,9	10,9	0,8	0,3	0,6	0,7	41,4	17,0	-	-	-	23,6	0,2	1,5	1,2	2,5	3,3
krewetka BT s. (W2)	8,2	11,3	0,8	0,3	0,5	0,6	39,2	16,7	-	-	-	44,4	0,6	1,2	0,9	3,5	4,5
krewetka grenlandzka w pancerzu (W2)	11,6	16,0	1,7	0,8	0,9	1,2	39,6	67,5	-	-	-	36,9	2,7	5,1	3,9	12,3	16,2
krewetka koktajlowa zimnowodna (W2)	7,5	10,4	1,2	0,5	0,7	1,0	31,5	13,3	-	-	-	48,0	0,7	3,6	2,7	4,0	5,2
krewetka Torpedo (W2)	4,2	5,7	4,0	1,8	3,9	4,9	29,5	6,8	-	-	-	32,0	0,4	1,2	0,9	1,8	2,3
krewetka BT (2-4) (W2)	17,5	24,1	1,9	0,8	0,9	1,1	-	63,8	-	-	-	20,3	5,8	5,9	4,5	6,8	8,9
krewetka BT (4-6) (W2)	15,1	20,8	1,2	0,5	1,1	1,4	-	38,6	-	-	-	10,6	5,2	2,8	2,1	6,5	8,5
krewetka BT (6-8) (W2)	16,5	22,7	0,7	0,3	0,6	0,8	-	49,2	-	-	-	20,0	4,1	4,3	3,3	11,0	14,4
krewetka BT (8-12) (W2)	14,4	19,7	1,3	0,6	2,7	3,5	-	52,0	-	-	-	9,1	4,6	3,1	2,4	6,5	8,5
krewetka BT (16-20) (W2)	13,6	18,6	1,1	0,5	1,1	1,4	-	43,7	-	-	-	6,5	4,4	3,3	2,5	6,5	8,6
krewetka BT (31-40) (W2)	12,0	16,6	1,3	0,6	1,1	1,4	-	33,9	-	-	-	7,5	3,3	1,6	1,3	7,5	9,9
krewetka BT (16-20) s. w panc. (G)	13,4	18,4	3,7	1,6	1,0	1,2	-	28,3	-	-	-	3,4	3,7	1,6	1,2	3,2	4,1
krewetka (250-350) g. obr. (G)	8,1	11,1	2,0	0,9	0,6	0,8	-	11,6	-	-	-	13,2	1,9	4,9	3,7	1,9	2,5
krewetka (150/250) g. obr. (G)	7,5	10,3	2,9	1,3	0,4	0,6	-	12,4	-	-	-	24,5	0,6	6,7	5,1	1,9	2,5
krewetka (6-8) s. słodk. b/g w skor. (G)	12,5	17,2	6,0	2,7	4,3	5,4	-	20,9	-	-	-	4,0	2,4	1,2	0,9	3,0	3,9
krewetka (8-12) s. słodk. b/g w skor. (G)	12,4	17,0	3,5	1,6	4,4	5,6	-	8,6	-	-	-	7,3	1,5	2,5	1,9	2,8	3,7

Tab. 5.8. cd.

Nazwa produktu	Zn ^a		Fe ^a		Mn ^b		Se ^a	Cu ^a	Ni ^c	Cr ^b		Na ^b	K ^b	Ca ^b		Mg ^a	
	M	K	M	K	M	K	M/K	M/K	M/K	M	K	M/K	M/K	M	K	M	K
krewetka (21-25) g. obr. z og. (G)	9,2	12,6	5,0	2,2	1,2	1,5	-	8,4	-	-	-	13,2	0,3	1,6	1,2	1,6	2,1
krewetka (26-30) g. obr. z og. (G)	8,8	12,0	1,2	0,5	0,5	0,6	-	8,4	-	-	-	8,7	0,5	1,6	1,2	1,9	2,5
krewetka (31-40) g. obr. z og. (G)	8,1	11,1	1,7	0,7	1,2	1,5	-	6,8	-	-	-	12,4	0,4	3,3	2,5	1,3	1,7
krewetka BT (31-40) s. c. w skor. (G)	9,7	13,3	7,0	3,1	1,0	1,3	-	18,9	-	-	-	4,0	2,5	3,1	2,4	2,7	3,6
krewetka (40-60) (LM)	9,5	13,1	27,7	12,3	1,4	1,8	-	56,9	-	-	-	10,7	1,5	3,3	2,6	2,2	2,9
krab - mięso ze szczypiec (W2)	88,3	121	16,0	7,1	19,3	24,7	154	82,0	-	-	-	17,0	4,7	37,9	29,1	17,2	22,5
krab Tourteau (LM)	87,9	121	4,6	2,1	17,0	21,7	218	112	-	-	-	12,7	4,0	0,9	0,7	4,7	6,1
mięso z krabów (G)	53,0	72,9	5,7	2,5	18,5	23,6	75,2	84,2	-	-	-	7,7	1,1	6,6	5,1	6,6	8,7
langustynka (W2)	5,8	7,9	8,3	3,7	1,2	1,6	35,9	16,8	-	-	-	10,6	1,5	4,6	3,6	5,4	7,0
langustynka (LM)	4,2	5,8	6,6	2,9	1,6	2,0	-	8,6	-	-	-	3,1	1,3	3,1	2,4	2,3	3,0
langusta (LM)	3,6	4,9	4,3	1,9	14,6	18,6	71,7	76,7	-	-	-	8,6	4,5	5,0	3,9	3,3	4,3
homar - mięso ze szczypiec (W2)	38,8	53,4	3,2	1,4	11,3	14,4	121	204	-	-	-	24,6	1,6	16,2	12,4	9,1	12,0
homar francuski (LM)	24,1	33,1	4,2	1,9	7,5	9,6	127	124	-	160	223	22,7	2,0	0,4	0,3	4,0	5,3
ośmiornice „baby” (W1)	15,7	21,6	6,6	2,9	3,5	4,4	-	22,5	-	-	-	36,9	1,4	1,6	1,2	2,3	3,1
ośmiornice „baby” (W2)	10,8	14,9	5,0	2,2	2,4	3,1	47,4	18,4	-	-	-	35,6	1,3	1,4	1,1	3,2	4,2
ośmiornica śródziem. - ramię (W2)	10,7	14,7	1,1	0,5	0,6	0,8	27,2	26,6	-	-	-	46,4	5,1	16,2	12,4	10,8	14,2
ośmiornica filipińska - ramię (W2)	15,4	21,2	1,0	0,4	1,4	1,8	21,7	26,1	-	-	-	8,4	1,3	3,7	2,8	6,5	8,5
ośmiornica cała (G)	9,8	13,5	2,7	1,2	0,9	1,1	-	14,3	-	-	-	16,2	1,0	2,4	1,8	5,2	6,8
ośmiornice „baby” (G)	13,6	18,7	3,2	1,4	1,4	1,8	-	9,9	-	-	-	24,0	0,0	1,3	1,0	1,3	1,7
ośmiornica duża (LM)	11,9	16,3	14,9	6,6	1,4	1,8	28,6	6,5	-	-	-	5,9	1,7	6,8	5,2	4,8	6,4
ośmiornica Palurda (LM)	8,0	11,0	50,5	22,5	1,2	1,6	109	4,0	-	-	-	23,2	1,1	4,6	3,6	16,7	21,9
małże gotowane (W1)	29,6	40,7	36,9	16,4	7,6	9,7	-	6,7	-	-	-	6,0	2,1	0,5	0,4	4,7	6,2
małże w muszli (W1)	17,3	23,8	131	58,4	14,6	18,7	-	5,3	-	-	-	21,5	3,0	2,1	1,6	7,3	9,6

Tab. 5.8. cd.

Nazwa produktu	Zn ^a		Fe ^a		Mn ^b		Se ^a	Cu ^a	Ni ^c	Cr ^b		Na ^b	K ^b	Ca ^b		Mg ^a	
	M	K	M	K	M	K	M/K	M/K	M/K	M	K	M/K	M/K	M	K	M	K
małże gotowane (W2)	14,8	20,4	71,6	31,8	42,8	54,7	83,4	18,0	-	-	-	21,5	0,1	0,2	0,2	4,1	5,4
małże w muszli s. (W2)	16,4	22,5	118	52,6	10,2	13,1	99,8	9,3	-	-	-	12,9	2,1	0,4	0,3	12,7	16,6
małże św. Jakuba (W2)	39,6	54,5	16,8	7,5	174	222	40,9	7,7	-	-	-	3,0	4,9	2,7	2,1	5,3	6,9
małże św. Jakuba (G)	21,7	29,9	8,1	3,6	44,7	57,1	-	3,5	-	-	-	1,4	1,3	2,7	2,1	2,1	2,8
małże Amanda (LM)	23,6	32,4	84,1	37,4	12,7	16,2	26,9	10,1	4,3	-	-	18,0	2,5	7,8	6,0	8,0	10,5
małże Clams moyens (LM)	18,5	25,4	23,9	10,6	35,6	45,5	62,8	17,6	5,7	-	-	18,8	2,1	1,1	0,9	7,5	9,9
małże Coque (LM)	6,8	9,3	70,4	31,3	3,6	4,6	22,4	3,2	12,1	-	-	13,2	1,3	5,5	4,2	12,4	16,3
małże św. Jakuba śr. (LM)	21,2	29,2	15,7	7,0	6,7	8,6	-	3,6	-	-	-	1,4	2,9	1,1	0,9	5,1	6,6
małże Irlandzkie (LM)	15,3	21,1	79,5	35,3	4,2	5,4	-	8,7	-	-	-	17,9	2,2	1,0	0,7	7,4	9,8
kalmary pierscienie (W1)	8,2	11,3	2,1	0,9	0,6	0,8	-	9,5	-	-	-	76,7	1,1	0,4	0,3	2,7	3,6
kalmary pierscienie (W2)	8,0	11,1	1,3	0,6	26,0	33,2	38,7	14,0	-	-	-	44,9	0,7	0,3	0,2	5,5	7,3
kalmary panierowane (W2)	4,2	5,7	5,6	2,5	7,4	9,5	25,4	6,9	-	-	-	47,3	1,2	0,8	0,6	4,0	5,2
kalmary tuby (W2)	7,2	9,9	1,3	0,6	0,4	0,6	27,5	10,5	-	-	-	54,9	0,9	0,4	0,3	3,4	4,5
kalmary tuby (G)	7,6	10,4	1,7	0,8	0,4	0,5	-	6,6	-	-	-	4,5	0,2	3,4	2,6	2,2	2,9
mule w muszli (W2)	23,2	31,9	38,1	17,0	13,0	16,6	-	15,3	-	-	-	42,4	3,4	1,8	1,4	11,9	15,7
muszle Vongole (G)	13,8	19,0	58,0	25,8	2,1	2,6	58,5	9,1	13,0	-	-	22,6	1,5	3,3	2,5	5,1	6,7
muszle Bouschon (G)	14,9	20,5	44,9	20,0	4,0	5,1	77,8	8,6	-	-	-	16,5	2,3	8,2	6,3	6,4	8,5
muszle hiszpańskie (G)	61,1	84,0	74,4	33,1	7,6	9,8	123	9,2	-	-	-	18,7	1,0	3,0	2,3	7,8	10,3
sepia (G)	9,2	12,7	8,9	3,9	0,8	1,0	20,4	8,8	-	-	-	13,5	0,3	5,6	4,3	7,5	9,9
ostrygi Fines de Claire (G) d.	291	400	84,9	37,7	16,8	21,5	-	120	-	308	431	20,5	1,3	4,3	3,3	17,6	23,1
ostrygi Fines de Claire (G) śr.	231	317	49,2	21,9	20,2	25,8	58,1	103	-	266	372	25,2	1,3	4,6	3,6	16,3	21,4
ostrygi Fines de Claire (G) m.	323	444	32,9	14,6	14,5	18,6	-	99,2	-	255	357	23,3	1,3	3,5	2,7	16,8	22,1
ostrygi Belon (LM)	228	313	59,4	26,4	12,0	15,3	78,7	118	-	305	426	11,7	1,5	9,5	7,3	19,8	26,0

Tab. 5.8. cd.

Nazwa produktu	Zn ^a		Fe ^a		Mn ^b		Se ^a	Cu ^a	Ni ^c	Cr ^b		Na ^b	K ^b	Ca ^b		Mg ^a	
	M	K	M	K	M	K	M/K	M/K	M/K	M	K	M/K	M/K	M	K	M	K
ostrygi Fines de Normandie (LM)	160	220	36,2	16,1	4,8	6,1	68,9	71,5	-	184	258	11,6	1,9	2,4	1,8	7,5	9,8
ostrygi Special (LM)	163	224	47,8	21,3	12,3	15,7	-	65,8	-	169	237	16,2	1,8	36,9	28,4	7,8	10,3
kraby kamaboko (W1)	2,3	3,1	2,8	1,2	1,3	1,7	-	3,7	-	-	-	24,5	0,4	33,5	25,8	7,6	9,9
krab surimi (W2)	1,1	1,5	2,8	1,2	1,5	1,9	19,3	1,5	-	-	-	45,7	0,1	0,9	0,7	1,6	2,2
krab kamaboko (W2)	2,3	3,1	3,1	1,4	4,2	5,3	31,8	3,8	-	-	-	32,4	0,3	1,2	0,9	1,9	2,6
paluszki krabowe (G)	2,5	3,4	11,0	4,9	2,1	2,7	-	3,4	-	-	-	21,4	0,1	1,6	1,2	2,0	2,6
dorsz	3,8	5,2	8,1	3,6	0,8	1,0	52,2	2,1	-	-	-	0,4	3,1	2,2	1,7	3,6	4,7
grenadier	2,4	3,4	8,0	3,5	0,1	0,2	70,2	0,8	-	-	-	3,4	2,6	0,8	0,6	4,0	5,2
łosoś	2,6	3,6	11,5	5,1	0,4	0,6	48,6	2,8	-	-	-	1,7	2,8	1,1	0,9	3,5	4,6
sola	2,9	4,1	5,9	2,6	0,5	0,7	37,0	1,1	-	-	-	8,7	3,1	1,1	0,9	4,2	5,5
mintaj	3,6	5,0	4,1	1,8	0,5	0,7	32,3	2,3	-	-	-	4,4	2,0	1,4	1,0	3,4	4,4
morszczuk	3,3	4,6	4,7	2,1	0,4	0,6	60,7	1,4	-	-	-	3,0	4,0	2,0	1,6	4,7	6,2
kergulena	7,4	10,2	3,4	1,5	0,6	0,7	68,6	2,4	-	-	-	4,1	3,9	4,1	3,2	4,6	6,1
karmazyn	3,5	4,9	15,4	6,8	0,4	0,5	69,4	2,3	-	-	-	3,8	4,3	3,3	2,6	5,1	6,7
flądra	5,2	7,1	6,7	3,0	0,1	0,1	41,9	2,9	-	-	-	4,6	0,7	1,9	1,5	2,1	2,8
śledź	8,6	11,8	14,0	6,2	0,5	0,6	64,4	1,0	-	-	-	2,4	4,0	3,3	2,6	4,3	5,6
sandacz	3,9	5,4	1,4	0,6	0,5	0,7	47,9	1,6	-	-	-	1,5	3,0	1,9	1,5	2,8	3,7

^aRDA^bAI^cUL

M - mężczyźni, K - kobiety

Tab. 5.9. Dane literaturowe oraz oznaczone zawartości biopierwiastków ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.m.}$) i pierwiastków toksycznych ($\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.m.}$)* w owocach morza i rybach przedstawione jako średnia zawartość i odchylenia standardowe ($\bar{x} \pm \text{sd}$) oraz (lub) zakres stężeń (w nawiasach)

Pochodzenie	Pb*	As*	Cd*	Hg*	Se	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Mg	Na	Ca	K	Ref.
Krewetki																
Taiwan	<0,75		0,45-1,35	3,60-20,3		0,24-0,30	1,02-1,25									Jeng i in. 2000
Hiszpania					0,03											Mendez i in. 2002
Hiszpania	5,0-7,0		0,00-0,70			0,67-1,10		0,21-0,39	0,22-0,51							Blasco i in. 1999
Hiszpania	2,0-9,0		2,00-5,00			1,92-2,72		0,15-0,60	0,90-3,10							
Meksyk			2,85-19,8			0,25-0,59	0,13-1,12	0,03-0,21	0,51-6,36							Páez-Osuna i Tron-Mayen 1996
Meksyk (hodowlane, osobniki żeńskie)						0,29	0,84	0,05	0,56							Páez-Osuna i Ruiz-Fernández 1995
Meksyk (hodowlane, osobniki męskie)						0,28	0,68	0,04	0,68							
Meksyk (dzikie, osobniki żeńskie)						0,29	0,9	0,04	0,66							
Meksyk (dzikie, osobniki męskie)						0,28	0,6	0,05	0,8							
Grenlandia	3,8		1,9	10,6	0,15											Johansen i in. 2000
Kuwejt	1,19									0,01						Bu-Olayan i in. 1998
Australia	59,7	119,4	22,39		0,05	0,11	1,19									Barwick i Maher 2003
Tajwan					0,12±0,01 (0,09-0,15)											Chien i in. 2003
Bangladesz		9,7-14,0														Al. Rmali i in. 2005
USA		0,189														Schoof i in. 1999
USA (krewetka słodkowodna)	9,37±4,84 (5,94-12,8)	41,7±7,61 (36,3-47,1)	57,3±28,4 (37,3-77,4)		0,12±0,09 (0,06-0,18)	2,39±0,18 (2,26-2,51)				0,03±0,00 (0,02-0,03)	0,04±0,01 (0,04-0,05)					Rowe 1998
Hiszpania	2,84 (0,75-2,5)		24,8 (13,6-1,79)			2,02 (0,90-3,02)	2,01 (1,77-2,31)	0,06 (0,01-0,11)	1,16 (0,55-1,99)							Blasco i in. 2002
Kalifornia				2,90±1,05, (1,94-4,48)												Ruelas-Inzunza i in. 2004

Tab. 5.9. cd.

Pochodzenie	Pb*	As*	Cd*	Hg*	Se	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Mg	Na	Ca	K	Ref.
Hiszpania											0,003-0,02					Lendinez i in. 2001
Pn Borneo, Sabah			52,6-316			0,05-0,10	0,19-0,32	0,04-0,06	0,17-0,24	0,05	0,07					Hashmi i in. 2002
Korea (northern pink shrimp)								0,08±0,00	2,15±0,03			50,7±0,45	254±3,21	96,5±0,75	144±3,85	Heu i in. 2003
Korea (spotted shrimp)								0,05±0,00	1,91±0,02			32,3±0,26	246±2,39	71,3±0,24	163±0,4	
Polski rynek (gotowane)	0,13±0,30	564±764	10,5±24,0	2,37±3,31	0,02±0,01	0,11±0,14	0,83±0,19	0,03±0,02	0,51±0,75			13,4±11,0	476±216	26,8±21,7	31,1±34,7	badania własne
Polski rynek (surowe)	0,4		0,82	2,46	0,02	0,32±0,16	1,42±0,31	0,04±0,03	0,37±0,06			21,7±11,3	185±174	36,6±17,6	156±75,9	badania własne
Kraby																
Taiwan	1,80-77,4		0,30-14,4	1,50-31,5		0,32-0,90	0,41-4,02									Jeng i in. 2000
Hiszpania					0,08											Mendez i in. 2002
Hiszpania	0,00-64,0		2,00-28,0			2,98-5,37		1,46-8,19	3,75-42,1							Blasco i in. 2002
Turcja (mięso ze szczypiec)						2,53	6,99	0,39	1,04				266	149	256	Rainbow i in. 2002
Turcja (mięso ze szczypiec)						2,08	4,68	0,06	0,45				354	151	308	
Turcja (mięso z innych tkanek ciała)						3,13	4,7	0,37	1,13				327	64,9	244	
Turcja (mięso z innych tkanek ciała)						1,49	3,72	0,16	0,68				319	87,6	303	
Australia (mięso ze szczypiec)			0,6	36		1,8	9,9									Turoczy i in. 2001
Teksas	54,0-771		0,30-15,3			1,33-4,65	0,30-5,22									Park i Presley 1997
Australia	16,4	818	51,5		0,11	1,91	3,06									Barwick i Maher 2003
Tajwan					0,12±0,01 (0,09-0,14)											Chien i in. 2003
Japonia			1,5±0,71 (1,00-2,00)	6,0±2,83 (4,00-8,00)		1,10±0,5 (0,99-12,2)	12,3±0,14 (12,2-12,4)	0,04±0,03 (0,02-0,06)	0,26±0,11 (0,18-0,34)	0,01						Kannan i in. 1995
Japonia	15,2-4242		35,2-63,9			0,24-4,36	1,52-2,06		1,21-5,30							Szefer i in. 1997
USA	2,78±1,34 (1,50-4,90)		1,16±0,50 (0,70-2,00)	2,78±1,34 (1,50-2,90)				0,05±0,03 (0,00-0,07)			0,01					Burger i in. 2003

Tab. 5.9. cd.

Pochodzenie	Pb*	As*	Cd*	Hg*	Se	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Mg	Na	Ca	K	Ref.
Polski rynek (mięso ze szczypiec, gotowane)	5,99±7,72	615±869	6,69±5,93	10,8±7,75	0,06±0,03	0,75±0,01	7,77±2,74	0,43±0,01	0,75±0,01			50,0±31,2	185±99,0	205±246	137±119	badania własne
Polski rynek (mięso ze szczypiec, surowe)	<1,00 ^L	2150	35,2	14,8	0,12	1,01	9,67	0,39	0,37			19,6	191	33,5	186	badania własne
Homary																
Meksyk (męskie osobniki)			3,60-9,12			0,84-1,73	2,04-3,74	0,01-0,04	0,38-2,04							Páez-Osuna i in. 1995
Meksyk (żeńskie osobniki)			5,52-9,84			0,91-2,06	2,16-4,46	0,04-0,07	0,72-1,66							
Polski rynek (mięso ze szczypiec, gotowane)	<1,00 ^L	742	4,11	13,9	0,07	1,12	2,65	0,17	0,33			16,8	341	65,8	91,9	badania własne
Polski rynek (mięso ze szczypiec, surowe)	<1,00 ^L	395	19,7	9,52	0,07	1,84	4,27	0,26	0,26			38,3	368	162	73,7	badania własne
Langusty																
Tajwan					0,13±0,30 (0,09-0,18)											Chien i in. 2003
Polski rynek	<1,00 ^L	1530	13,5	45,5	0,04	0,69	0,39	0,34	0,34			13,9	129	9	212	badania własne
Małże																
Taiwan	1,00-660		1,80-57,0	1,00-4,20		0,02-0,48	0,38-1,11									Jeng i in. 2000
Hiszpania								0,01								Yebra i Moreno-Cid 2003
Hiszpania	182-312		18,0-39,0			0,29-0,44		0,82-1,76	15,9-45,8							Blasco i in. 1999
Malezja	50,2-175		13,6-25			0,16-0,40	1,50-2,58									Yap i in. 2004
Hiszpania					0,04											Mendez i in. 2002
Grenlandia	17,8-50,0		24,0-46,8	1,14-1,93	0,06-0,11	0,15-0,21	1,33-2,34		2,64-6,72				272-802			Riget i in. 1996
Japonia, Zatoka Minamata				0,62-12,1												Haraguchi i in. 2000
Japonia, Zatoka Kagoshima				0,22-2,95												
Hong Kong	40,4-87,2		9,00-28,8			0,12-0,16	1,80-2,70									Wong i in. 2000
Grenlandia	12,7		72	1,6	0,09											Johansen i in. 2000
Teksas	39,0-95,2		26,6-37,8			0,11-0,32	0,90-1,22	0,14-0,44	10,7-19,7							Park i Presley 1997

Tab. 5.9. cd.

Pochodzenie	Pb*	As*	Cd*	Hg*	Se	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Mg	Na	Ca	K	Ref.	
Włochy	84,9±92,0 (4-526)		53,3±61,6 (0,20-241)													Storelli i in. 2001	
Wielka Brytania	356±175 (168-782)		35,4±11, (16,0-56,0)			0,48±0,15 (0,30-0,82)	3,41±1,58 (2,20-7,36)	0,35±0,12 (0,17-0,54)	11,5±5,64 (4,1-21,4)	0,24±0,27 (0,07-0,86)	0,07±0,03 (0,01-0,11)					Giusti i in. 1999	
Hong Kong			139			0,03	0,17									Blackmore 2000	
Tajwan				0,11±0,03 (0,05-0,15)												Chien i in. 2003	
Chile			164±178 (24-780)			0,68±0,82 (0,22-2,74)	2,68±1,05 (1,24-4,86)									Gregori i in. 1996	
Chile			64±86,0 (12-260)			0,24±0,17 (0,10-0,66)	1,47±0,82 (0,64-4,16)										
Chile			74,6±35,4 (14-132)			0,25±0,29 (0,06-0,78)	2,10±0,58 (1,42-3,04)										
Anktarktyka	50,6±58,6 (9,20-92,0)	419±154 (310-528)	148±70,7 (98-198)			0,11±0,07 (0,06-0,16)	1,80±0,46 (1,48-2,12)			0,13±0,17 (0,01-0,25)	0,24±0,28 (0,04-0,44)					Duquesne i in. 2001	
Hong Kong			60,3±37,4 (20,4-108)			0,30±0,07 (0,20-0,36)	2,37±0,33 (2,08-3,04)	0,57±0,13 (0,45-0,86)	4,17±2,4 (1,94-7,08)	0,11±0,07 (0,06-0,27)	0,03±0,01 (0,20-0,04)					Nicholson i in. 2003	
Polska, Zat. Pomorska	18,5±10,5		63,6±26,8	2119±824		0,20±0,09	3,18±0,53	0,57±0,18	5,40±1,73	0,06±0,02	0,04±0,02					Szefer i in. 2002	
Polska, Ryńska Słupska	18,1±12,2		70,4±23,5	1554±705		0,17±0,02	2,79±0,50	0,98±1,13	6,44±2,66	0,06±0,01	0,04±0,01					Szefer i in. 2002	
Polska, Ryńska Gdańska	25,6±17,1		39,1±11,9	2113±1141		0,14±0,02	2,56±0,39	0,69±0,28	11,5±7,17	0,03±0,02	0,04±0,01					Szefer i in. 2002	
Jemen	8-32		8-56			0,12-0,38	1,1-2	0,12-0,52								Szefer i Geudon. 1997	
Japonia				3,4-52						0-0,004	0,01-0,04					Szefer i in. 1999	
Hiszpania	77,0-602					0,24-5,83	3,81-19,9			0,08-0,48)	0,06-0,52					Puente i in. 1996	
Meksyk	11,3±12,7 (0,04-87,0)		86,5±55,4 (8,60-320)			0,13±0,02 (0,07-0,21)	2,41±0,60 (0,90-5,16)	0,19±0,08 (0,05-0,55)			0,03±0,01 (0,00-0,08)					Muñoz-Barbosa i in. 2000	
Hong Kong	70,2±17,8 (54,4-87,2)		10,1±4,65 (4-14,2)			0,28±0,14 (0,15-0,48)	1,73±0,25 (1,44-2,02)			0,10±0,04 (0,05-0,14)	0,06±0,04 (0,01-0,10)					Wong i in., 2000	
Kanada	16,6±5,21 (8,40-26,6)		111±24,3 (74,2-158)													Lucila Lares i in. 1997	
Włochy			7,97±2,51 (2,8-13,4)			0,03±0,02 (0,01-0,08)	0,55±0,19 (0,14-0,80)	0,03±0,01 (0,01-0,06)	0,68±0,35 (0,14-1,34)	0,01±0,01 (0,00-0,04)	0,02±0,01 (0,01-0,05)					Rivaro i in. 2000	
Norwegia	40-170	130-280	8,0-20,0	1,0-3,0		0,08-0,41	1,5-5,1									Airas i in. 2003	

Tab. 5.9. cd.

Pochodzenie	Pb*	As*	Cd*	Hg*	Se	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Mg	Na	Ca	K	Ref.
Pldn. Bałtyk				7,00±0,57 (6,60-7,40)												Szefer i in. 1998
Wenezuela			16,1±25,4 (<1-61,0)	5,66±5,12 (2,00-17,0)		0,17±0,07 (0,10-0,34)	2,49±2,80 (0,86-8,92)			0,06±0,04 (0,03-0,13)	0,01±0,00 (0,01-0,02)					Rojas de Astudillo i in. 2005
Hiszpania	21,6±15,3 (6,00-48,0)		18,7±12,4 (6,00-42,0)	3,89±2,90 (0,2,-7,1)		0,24±0,08 (0,16-0,37)	1,63±0,51 (1,20-2,40)	0,17±0,06 (0,12-0,28)	10,6±6,97 (3,90-22,3)	0,08±0,03 (0,06-0,14)	0,03±0,02 (0,02-0,06)					Usero i in. 1997
Chiny						0,47±0,63 (0,12-1,94)	1,65±1,26 (0,51-4,22)	1,93±2,24 (0,17-5,85)	24,8±26,9 (2,08-76,1)	0,04±0,03 (0,02-0,09)	0,07±0,05 (0,10-0,08)					Wang i in. 2005
Chiny, Hong Kong	85,6±74,7 (20-186)		52,5±24,9 (28,0-82,0)			0,28±0,11 (0,17-0,42)				0,18±0,10 (0,08-0,33)	0,12±0,10 (0,02-0,26)					Chiu I in. 2000
Chile						0,08-0,47	2,05-2,55	<0,01-0,45	<0,01-6,02							Astorga España i in. 1998
Hiszpania, Pn Atlantyk	49,3±25,1 (14,4-78,2)		16,8±10,6 (10,4-38,2)	3,27±1,44 (1,80-5,80)		0,11±0,03 (0,09-0,18)	5,67±2,33 (3,08-9,24)									Besada i in. 2002
USA	9		37,6	2,2		0,15	2,04		8,48	0,03	0,22					Chase i in. 2001
Hiszpania, ujście rz. Bilbao	2807± 1113 (1740-3960)		1200±721 (600-2000)			2,07±1,00 (1,38-3,22)	55,0±25,1 (34,1-82, 8)	0,27± 0,08 (0,20-0,36)	42,3±9,72 (31,1-47,4)	0,10±0,03 (0,07-0,13)	0,09±0,01 (0,08-0,10)					Ruiz i Saiz-Salinez 2000
Polski rynek (gotowane)	10,9±7,55	144±80,1	18,6±6,37	2,73±1,14	0,03±0,00	0,07±0,05	2,79±1,05	1,27±1,58	2,39±2,06			17,9±5,23	101±128	6,90±4,39	106±84,6	badania własne
Polski rynek (surowe)	13,3±9,06	34,6±23,1	18,1±5,86	1,28±0,84	0,03±0,02	0,09±0,04	2,32±1,63	0,25±0,23	5,78±2,70			36,4±11,2	304±126	42,2±23,2	100±34,9	badania własne
Ostrygi																
Tajwan		158±7,81 (0,33-387)	22,2±7,81 (2,18-59,1)			6,32±5,63 (0,36-37,0)	15,9±11,5 (1,81-48,3)									Chien i in. 2002
Tajwan					0,12±0,27 (0,08-0,16)											Chien i in. 2003
Tajwan						3,04±0,69 (0,34-28,9)										Hung i in. 2000
Hong Kong			444±168 (349-515)		0,55±0,19 (0,37-0,80)		0,36±0,18 (0,12-0,56)									Ke i in. 2001
			494±144 (334-731)		0,59±0,19 (0,37-0,80)		0,30±0,10 (0,16-0,38)									
Japonia		286±132 (154-441)														Katano i in. 2003
Tajwan		153±54,1 (64,1-54,6)	27,2±20,8 (13,0-90,0)			4,38±4,00 (0,15-15,6)	12,3±8,10 (2,90-33,6)				0,1					Han i in. 2000
Hong Kong			200													Chan i in. 1999

Tab. 5.9. cd.

Pochodzenie	Pb*	As*	Cd*	Hg*	Se	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Mg	Na	Ca	K	Ref.
Tajwan						12,3±10,1 (1,23-27,3)	20,1±9,82 (2,24-34,6)									Lin i in. 1999
Japonia	15,8-191		21,5-259			1,32-67,3	14,5-22,4	0,16-0,30	0,26-1,93							Szefer i in. 1997
Hiszpania		122														Vilanó i Rubio 2001
Brazylia	45,3±28,8 (7,92-344)		17,2±4,03 (5,28-55,4)			1,30±0,8 (0,18-4,66)	32,1±11, (5,69-112)	0,39±0,06 (0,05-0,87)	6,60±3,26 (1,49-19,8)	0,02±0,0 (0,01-0,08)	0,04±0,02 (0,01-0,13)					Silva i in. 2001
Wenezuela			16,7±20,5 (<1,00-53,0)	4,11±2,23 (1,00-8,00)		2,13±1,67 (0,14-5,21)	31,1±24,4 (2,49-77,7)			0,02±0,01 <0,001-0,05	0,03±0,04 (<0,01-0,12)					Rojas de Astudillo i in. 2005
Meksyk	<40-60	<2-10	40-143	2,00-6,00	0,02-0,03	0,14-0,79	0,80-3,08									García-Rico i in. 2001
Francja			203±387 (9,24-989)				53,8±46,7 (18,7-144)									Bragigand i in. 2004
Kalifornia	30,4±21,6 (12,0-61,0)		30,9±4,76 (23,0-34,0)			1,15±0,67 (0,56-1,87)	15,3±9,06 (4,88-25,1)	0,25±0,10 (0,15-0,39)	29,7±22,4 (0,16-54,7)	0,07± 0,05 (0,03-0,12)	0,01±0,00 (0,01-0,02)					Soto-Jiménez i in. 2001
Chiny						4,09± 5,62 (0,13-14,7)	15,7±20,1 (0,99-55,0)	1,11±0,75 (0,42-2,48)	19,1±15,5 (3,17-40,2)	0,08±0,09 (0,01-0,30)	0,08±0,10 (0,02-0,32)					Wang i in. 2005
Chiny, Hong Kong			153			4,38	52									Blackmore i in. 2001
Polski rynek (surowe)	3,51±0,95	121±13,0	18,6±4,96	4,58±0,92	0,04±0,01	0,87±0,21	25,6±7,26	0,31±0,12	4,14±1,51			60,1±22,2	272±87,4	95,6±22,2	71,4±12,9	badania własne
Ośmiornice																
Portugalia	5,1		6,2	5												Vaz-Pires i Barbosa 2004
Hiszpania, Portugalia				2,4	0,013											Cabañero i in. 2005
Hiszpania,											0,0004					Lendinez i in. 2001
Polski rynek (surowe, macki)	1,66±1,63	478±292	1,59±0,74	7,44±6,69	0,013±0,0	0,13±0,09	1,19±0,29	0,02±0,00	1,05±0,15			36,1±18,9	284±222	19,3±19,1	81,7±79,2	badania własne
Polski rynek (surowe, całe, małe)	4,31	53,8	84,2		0,026	0,15±0,06	1,47±0,27	0,06±0,02	0,39±0,14			9,53±3,89	482±107	11,6±3,71	44,3±36,9	badania własne
Kalmary																
Polska	2,50-15,8		144-520	1,10-3,50		0,38-1,35	1,08-2,51									Gajewska i Nabrzyski 1980
Polski rynek	<1,00 ^l	3,06±0,88	0,97±0,47	0,09±0,03	0,77±0,18	0,16±0,25	0,19±0,15					15,0±5,41	685±393	12,3±2,67	37,3±19,0	badania własne

Tab. 5.9. cd.

Pochodzenie	Pb*	As*	Cd*	Hg*	Se	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Mg	Na	Ca	K	Ref.
Polska	25		2,5			0,04	0,62									Polak-Juszczak i Domagała 1993
Polska	7,1		1,8			0,04	0,45									
Polska (wędzona makrela)				42,7±4,63 (38,8-52,6)												Barska i Skrzyńska 2003
Polska (szprot)				1,02±0,10 (0,91-1,17)												
Kanada (flądra)	0,60±0,31 (0,20-1,00)	585±301 (160-1120)	0,33±0,10 (0,20-0,40)			0,02±0,00 (0,01-0,02)										Hellou 1995
Kuwejt	20,7±48,6 (2,00-292)					0,44±0,43 (0,08-1,92)	0,83±0,35 (0,15-1,63)		1,01±0,47 (0,38-2,27)	0,06±0,08 (0,01-0,41)	0,69±0,30 (0,12-1,37)					Bu-Olayan i in. 1996
Polska		22,1-142														Polak-Juszczak 2000
Polska (śledź)	2,2		1,2	4,25		0,05	0,01									
Polska (szprot)	2,2		2,4	4,55		0,06	0,01									
Polska (dorsz)	1,7		0,2	7,65		0,01	0,001									
Polska (flądra)	3		0,2	5,7		0,02	0,002									
Hiszpania								0,09-0,12								Yerba i Moreno-Cid 2003
Turcja						0,08-0,28	0,19-2,04	0,01-0,08	0,05-2,07							Licata i in. 2005
Japonia						0,31-0,65	0,90-1,31	0,08-0,07	0,35-0,96	0,00-0,1						Karadede i in. 2000
Hong Kong	9,38 ±3,58 (4,20-13,6)		<0,02-1,60			0,02±0,00 (0,01-0,02)	0,65±0,30 (0,40-1,37)			0,003±0,0 (0,001-0,01)	6·10 ⁻⁴ -5·10 ⁻³					Wong i in. 2001
Uganda						0,02±0,01 (0,004-0,05)	0,52±0,40 (0,17-1,29)			0,03±0,02 (0,0-0,05)						Lwanga i in. 2003
Turcja						0,04±0,05 (0,001-0,19)	0,11±0,10 (0,01-0,23)	0,05±0,04 (0,001-0,09)	0,21±0,21 (0,02-0,55)	0,09±0,10 (0,002-0,26)	0,05±0,05 (0,001-0,13)					Türkmen i in. 2005

Tab. 5.9. cd.

Pochodzenie	Pb*	As*	Cd*	Hg*	Se	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr	Mg	Na	Ca	K	Ref.
Turcja						0,07±0,02 (0,04-0,09)	0,55±0,15 (0,33-0,75)		0,79±0,41 (0,39-1,57)		0,04±0,01 (0,03-0,05)					Canli i in. 2003
M. Jońskie, M. Adriatyckie	0,0-40	62-6150	0,0-19	3-503							0,002-0,15					Marcotrigiano i in. 2003
Hiszpania, Grenada											0,001±0,00					Lendinez i in. 2001
Grenlandia	<1,0		<15	7,1	<0,2											Johansen i in. 2000
Grecja, M.Egejskie	16,8		3,4			1,48	21,8	3,27		1,72	0,08					Alasalvar i in. 2002
Pn-Wsch Atlantyck						0,03±0,02 (0,01-0,07)	0,35±0,14 (0,22-0,87)									Celik i in. 2004
Egipt	0,0-95		0,0-30			0,0-0,74	0,0-0,72	0,0-0,06	0,0-0,14		0,05					Gomaa i in. 1995
Grecja						0,01	0,34									Papagiannis i in. 2004
Region graniczny między Rosją a Norwegią			0,20-16,2	0,00-0,02		0,03-0,25	0,34-1,26			0,01-0,06	0,003-0,01					Amundsen i in. 1997
Egipt	70,0-2870		0,40-22,4			0,001-0,14	0,0004-0,39	0,001-0,11	0,02-1,66		0,05-2,04					Abou-Arab i in. 1996
Hong Kong (kupowane, z oceanu)				12												Dickman i in. 1998
Polski rynek	<1,00 ^L	35,8±50,6	<0,14 ^L	5,23±4,04	0,03±0,01	0,02±0,01	0,47±0,22	0,01±0,00	0,60±0,36			16,2±3,68	52,2±32,9	20,9±10,9	144±49,5	badania własne

^Lwartość LOD

5.2.2 Pierwiastki toksyczne

W celu oceny zagrożenia zdrowotnego związanego z ewentualnym przekroczeniem dozwolonych dawek pierwiastków toksycznych takich jak Cd, As, Pb i Hg, zostały oszacowane ich zawartości w odniesieniu do wartości PTWI. W przypadku mikroelementów, jak Zn i Ni, których wysokimi stężeniami odznaczały się niektóre z badanych produktów, określono dla nich odpowiednio dawki PMTDI i TDI. Wartości PTWI ustalone przez JECFA dla Pb, Cd, Hg i As oraz wartości PMTDI dla Zn i TDI dla Ni wynoszą odpowiednio 25, 7, 5 i 15 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ m.c.} \cdot \text{tydzień}^{-1}$ oraz 1 i 0,005 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ m.c.} \cdot \text{dzień}^{-1}$, co dla osoby o przeciętnej masie ciała 60 kg stanowi odpowiednio 1,5 0,42, 0,3 i 0,9 mg Pb, Cd, Hg i As $\cdot \text{osoba}^{-1} \cdot \text{tydzień}^{-1}$ oraz 60 i 0,3 mg Zn i Ni $\text{osoba}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$. W przypadku MeHg jest to dawka 1,6 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ m.c.} \cdot \text{tydzień}^{-1}$ (WHO 2003).

W Tab. 5.10 przedstawiono wartości stężeń dla pierwiastków toksycznych oznaczone w wybranych produktach pochodzenia morskiego. Największymi poziomami Hg i As charakteryzują się dziesięcionogi kroczące. Najwyższe stężenie Hg oraz wysoki poziom As zanotowano w mięsie langusty pochodzącej z Francji. Wśród pozostałych dziesięcionogów kroczących: homar francuski, mięso ze szczypec kraba pochodzącego z Wielkiej Brytanii oraz mięso kraba Tourteau zawierają ok. 3 razy mniejsze ilości Hg, niż w przypadku langusty. Jednakże na tle pozostałych morskich surowców żywnościowych są to poziomy wysokie (Tab. 5.10). Ruelas-Inzunza i in. (2004) stwierdzili w krewetkach kalifornijskich podobną zawartość tego pierwiastka jak w przypadku jego średniej zawartości w krewetkach gotowanych analizowanych w niniejszej pracy. Natomiast krewetki pochodzące z Tajwanu (Tab. 5.9) charakteryzują się znacznie wyższymi poziomami Hg. Wspomniany powyżej krab Tourteau odznacza się najwyższym stężeniem As wśród całej gamy badanych organizmów (Tab. 5.10). Zawartość tego pierwiastka w krabie pochodzącym z Australii jest najwyższa na tle stężeń dla pozostałych organizmów prezentowanych w Tab. 5.9. Jednocześnie jest ona ok. trzykrotnie niższa od stężenia As w krabie Tourteau i ok. 1,5 razy mniejsza w stosunku do jego zawartości w mięsie ze szczypec kraba pochodzącego z Wielkiej Brytanii. Wysokie poziomy As stwierdzono ponadto w wyżej wymienionym homarze francuskim, a także w krewetkach zimnowodnej, koktajlowej - zimnowodnej i grenlandzkiej pochodzących z Norwegii. Stężenie As w pozostałych krewetkach jest poniżej wartości *LOD* (Tab. 5.10). Dostępne dane literaturowe dotyczące ilości tego pierwiastka w krewetkach (Tab. 5.9), choć nie są zbyt liczne, przedstawiają znacznie niższe stężenia As w stosunku do badanych

krewetek. Ostatnia z omawianych powyżej krewetek zawiera również wysoki poziom Cd, najwyższy wśród skorupiaków i znaczące ilości Hg, zbliżone zawartością do stężenia tego pierwiastka w mięsie ze szczypiec homara pochodzącego z Wielkiej Brytanii. Inne badane krewetki charakteryzują się niską zawartością tego pierwiastka (Tab. 5.10). Na tle pozostałych grup produktów skorupiaki odznaczają się wyższymi poziomami Hg. Podobnie Jeng i in. (2000) zanotowali najwyższe stężenia Hg w przypadku dwóch gatunków skorupiaków - krewetek i kraba. Zawartość tego pierwiastka w pozostałych skorupiakach i mięczakach (z wyjątkiem rock-shell) była ok. 5 razy niższa w porównaniu do wspomnianych powyżej organizmów. Natomiast Turoczy i in. (2001) stwierdzili w szczypcach kraba pochodzącego z Australii dwukrotnie wyższe stężenie Hg (Tab. 5.9) w porównaniu do rezultatów prezentowanych w tej pracy (Tab. 5.10). W przypadku Cd, jego zawartość w dziesięcionogach kroczących w odniesieniu do krewetek (z wyjątkiem wspomianej powyżej krewetki grenlandzkiej) jest również dużo wyższa (Tab. 5.10). Wpływ na ten stan rzeczy mogą mieć różnice w biologii tych zwierząt. Ważnym elementem życia stawonogów, związanym ze wzrostem, jest stadium linienia. Organizmy pozbawione pancerza dużo łatwiej kumulują wszystkie pierwiastki, zarówno te toksyczne, jak i biopierwiastki. Krewetki są organizmami mniejszymi i krócej żyjącymi, w porównaniu do dziesięcionogów kroczących, które mogą dorastać do znacznych rozmiarów. Przez co, te ostatnie oprócz faktu, iż są dobrym źródłem mikro- i makroelementów, zawierają wysokie poziomy pierwiastków toksycznych.

Zawartość Pb u większości skorupiaków, z wyjątkiem krewetki koktajlowej, langustynki i mięsa ze szczypiec kraba pochodzącego z Wielkiej Brytanii, była poniżej wartości *LOD* dla tego pierwiastka. Przy czym stężenie tego pierwiastka we wspomnianym powyżej krabie osiągnęło znaczący poziom na tle całej grupy organizmów (Tab. 5.10).

Mięczaki generalnie odznaczają się najwyższym poziomem Cd wśród wszystkich grup organizmów. Najwyższe stężenie tego pierwiastka zanotowano dla ośmiornicy „baby”. Pozostałe ośmiornice zawierają ok. 35-100 razy mniej Cd odpowiednio dla ośmiornicy Palurdy i ośmiornicy filipińskiej. Ten ostatni organizm, razem z ośmiornicą dużą, charakteryzuje się najwyższym wśród mięczaków stężeniem As (Tab. 5.10). Różnice w zawartości Cd w tych zwierzętach mogą być spowodowane tym, iż ośmiornice „baby” są małymi osobnikami spożywanymi w całości, razem z wątroba, w której głównie gromadzi się Cd. Jedynie przed konsumpcją pozbawione są części twardych, jak otwór gębowy i atrament. Natomiast w przypadku pozostałych ośmiornic charakteryzujących się dużymi rozmiarami, wykorzystywane kulinarnie są głównie ramiona. Dostępne są nieliczne dane mówiące o

zawartości pierwiastków toksycznych w ośmiornicach. Na podstawie danych prezentowanych przez Vaz-Piresa i Barbarosę (2004) ośmiornica *Octopus vulgaris* (ważąca 550-1540 g) zakupiona w sieci sklepów w północnej Portugalii zawierała $6,20 \mu\text{g Cd} \cdot 100 \text{g}^{-1}$. Wartość ta jest generalnie zbliżona, choć mimo wszystko wyższa, od stężenia Cd oznaczonego we wszystkich dużych ośmiornicach. W odniesieniu do ostryg, zarówno w przypadku Pb, którego zawierają niskie poziomy, jak i w stosunku do znaczących ilości Cd, uzyskane wyniki charakteryzują się znacznie mniejszą rozpiętością (Tab. 5.10). W przypadku Pb, wszyscy autorzy (Tab. 5.9) przedstawili wyższe stężenia tego pierwiastka w ostrygach. Jeśli chodzi o Cd, dane prezentowane w niniejszej pracy (Tab. 5.10) plasują się w dolnej granicy zakresu stężeń dotyczących tych organizmów (Tab. 5.9). Przykładowo ostrygi pochodzące z Hong - Kongu posiadają ok. 25-krotnie wyżej ilości tego pierwiastka. Zawartość Cd wśród badanych małży charakteryzują się znaczną rozpiętością indywidualnych wartości. W przypadku Pb organizmy te odznaczają się najwyższymi jego stężeniami w całej grupie badanych produktów. W Małżach św. Jakuba, małżach Clams Moyens oraz Amanda zawartość tego pierwiastka osiągnęła najwyższe poziomy wśród wszystkich przebadanych produktów. Na tle zestawionych danych literaturowych dotyczących tych samych organizmów (Tab. 5.9), wyżej wymienione małże charakteryzują się poziomami stężeń leżącymi w dolnym zakresie wartości. Niższe poziomy tego pierwiastka zanotowali jedynie Jeng i in. (2000) oraz Johansen i in. (2000) w małżach pochodzących odpowiednio z Tajwanu i Grenlandii. Małże, łącznie z ostrygami, są jedyną grupą, w której wszystkie stężenia Pb były powyżej poziomu wykrywalności danej metody. W odniesieniu do kalmarów i produktów surimi wszystkie pierwiastki toksyczne występowały w ilościach śladowych bądź zawartości ich w tych produktach były mniejsze niż *LOD*. Ryby, w odróżnieniu od tych dwóch grup, charakteryzowały się generalnie wyższymi stężeniami Hg (Tab. 5.10). Najwyższe poziomy tego pierwiastka zanotowano dla sandacza, flądry, karmazyna i morszczuka. Jednak były one ok. 5 razy niższe w porównaniu do zawartości Hg w languście. Stężenia tego pierwiastka w badanych mięśniach ryb złowionych w Bałtyku były tego samego rzędu wielkości, co dane prezentowane przez Polak - Juszcak (2000), dotyczące również gatunków żyjących w tym samym zlewisku (Tab. 5.9). W przypadku pozostałych pierwiastków toksycznych, zawartości ich w rybach były na niskim bądź nieoznaczalnym poziomie. Sporadycznie, jak w przypadku As w karmazynie bądź grenadierze, jego stężenia w tych rybach były znaczące, lecz ok. 20 razy niższe niż najwyższa wartość As, jaką zanotowano dla kraba Tourteau (Tab. 5.10). Bykowski i in. (1993) stwierdzili w rybach bałtyckich takie same wartości stężeń As w przypadku śledzia, bądź nieznacznie wyższe jego poziomy w porównaniu do pozostałych ryb

bałtyckich przedstawionych w niniejszej pracy. Natomiast Hellou i in (1995) oraz Marcotrigiano i in. (2003) stwierdzili bardzo wysokie zawartości tego pierwiastka w rybach pochodzących z wód kanadyjskich oraz z Morza Śródziemnego (Tab. 5.9), które znacznie przewyższały ilości As w rybach badanych w niniejszej pracy (Tab. 5.10).

Generalnie najwyższymi poziomami analizowanych pierwiastków toksycznych odznaczają się organizmy pochodzące ze zbiorników wodnych należących do północnej części Oceanu Atlantyckiego. Wiadomo, iż państwa leżące nad tymi wodami są krajami dobrze rozwiniętymi, wysoce zurbanizowanymi i zindustrializowanymi, przez co dostarczającymi znacznych ilości zanieczyszczeń, m.in. metali ciężkich do wód przybrzeżnych, a więc i do organizmów w nich żyjących.

Tab. 5.10. Średnie stężenia i odchylenia standardowe ($\bar{x} \pm s_d$) oraz zakres stężeń (w nawiasach) pierwiastków toksycznych w owocach morza i rybach ($\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.m.}$)

Nazwa produktu	As	Pb	Cd	Hg
krewetka koktajlowa (W2)	<10,8	0,81±0,05 (0,78-0,85)	0,97±0,11 (0,85-1,04)	0,75±0,19 (0,56-0,94)
krewetka zimnowodna (W2)	1669±289 (1372-1949)	<1,0	2,58±0,32 (2,22-2,82)	2,78±0,27 (2,47-2,95)
krewetka głębokowodna (W2)	<10,8	<1,0	0,59±0,02 (0,58-0,61)	0,58±0,13 (0,44-0,68)
krewetka BT g. (W2)	<10,8	<1,0	0,70±0,11 (0,59-0,81)	1,81±0,16 (1,62-1,91)
krewetka BT s. (W2)	<10,8	<1,0	0,82±0,06 (0,57-0,86)	2,46±0,24 (2,21-2,69)
krewetka grenlandzka w pancerzu (W2)	1556±249 (1311-1808)	<1,0	64,9±6,65 (60,7-72,5)	9,60±0,56 (9,09-10,2)
krewetka koktajlowa zimnowodna (W2)	723±139 (587-717)	<1,0	2,47±0,35 (2,15-2,84)	1,05±0,17 (0,93-1,17)
krewetka Torpedo (W2)	<10,8	<1,0	1,02±0,12 (0,93-1,11)	<0,88
krab Tourteau (LM)	2151±154 (2022-2321)	<1,0	35,2±1,12 (34,0-36,1)	14,8±0,05 (14,7-14,8)
krab - mięso ze szczypiec (W2)	1230±109 (1160-1355)	11,4±0,83 (10,6-12,3)	10,9±0,82 (10,1-11,7)	16,3±1,05 (15,3-17,3)
mięso z krabów (G)	<10,8	<1,0	2,50±0,23 (2,32-2,76)	5,30±0,10 (5,23-5,41)
langustynka (W2)	231±26,8 (208-260)	0,86±0,35 (0,62-1,10)	5,33±0,18 (5,14-5,51)	3,03±0,25 (2,82-3,30)
langusta (LM)	1530±306 (1315-1881)	<1,0	13,5±0,20 (13,4-13,7)	45,5±0,60 (45,0-46,1)
homar francuski (LM)	742±59,4 (707-810)	<1,0	4,11±0,18 (3,91-4,23)	13,9±0,67 (13,3-14,7)

WYNIKI I DYSKUSJA

Tab. 5.10. cd.

Nazwa produktu	As	Pb	Cd	Hg
homar - mięso ze szczypiec (W2)	395±54,3 (332-428)	<1,0	19,7±2,56 (16,9-21,8)	9,52±0,88 (8,83-10,5)
muszle Vongole (G)	241±12,9 (231-256)	3,62±0,49 (3,21-4,16)	2,59±0,17 (2,40-2,72)	4,02±0,17 (3,91-4,22)
muszle Bouschon (G)	126±32,6 (105-164)	16,7±0,84 (15,7-17,3)	3,53±0,07 (3,48-3,58)	1,24±0,01 (1,23-1,25)
muszle hiszpańskie (G)	45,5±7,90 (39,9-51,1)	9,92±0,88 (9,30-10,5)	23,1±0,74 (22,3-23,8)	1,33±0,13 (1,18-1,43)
małże Amanda (LM)	224±9,00 (214-232)	19,4±0,08 (19,3-19,4)	48,3±1,58 (47,2-49,5)	2,88±0,10 (2,81-2,99)
małże Clams moyens (LM)	203±18,9 (188-224)	19,4±0,68 (18,8-20,1)	6,31±0,32 (6,06-6,67)	4,11±0,31 (3,79-4,40)
małże Coque (LM)	51,1±2,70 (47,9-52,9)	2,83±0,30 (2,52-3,12)	0,80±0,08 (0,74-0,85)	2,89±0,21 (2,75-3,04)
małże gotowane (W2)	50,9±14,1 (38,9-66,4)	6,93±1,07 (6,11-8,60)	13,9±1,62 (12,1-15,2)	0,69±0,06 (0,64-1,12)
małże w muszli s. (W2)	121±17,7 (101-135)	4,13±0,21 (3,98-4,28)	7,47±0,84 (6,51-8,05)	2,61±0,46 (2,14-3,06)
małże św. Jakuba (W2)	18,2±0,30 (18,0-18,2)	19,8±0,58 (19,3-20,2)	22,2±2,57 (19,3-24,1)	1,87±0,17 (1,72-2,06)
kalmary pierścienie (W2)	<10,8	<1,0	3,81±0,27 (3,51-4,02)	1,11±0,18 (0,95-1,31)
kalmary panierowane (W2)	<10,8	<1,0	2,09±0,29 (1,89-3,18)	<0,88
kalmary tuby (W2)	<10,8	<1,0	3,29±0,38 (2,95-3,70)	1,35±0,31 (0,76-1,57)
sepia (G)	290±56,8 (251-355)	<1,0	0,94±0,07 (0,89-0,99)	17,9±0,30 (17,6-18,2)
ośmiornica duża (LM)	702±92,8 (623-805)	<1,0	1,99±0,25 (1,81-2,16)	10,3±0,42 (3,72-3,90)
ośmiornica Palurda (LM)	231±35,2 (204-271)	3,91±0,21 (3,70-4,11)	2,52±0,11 (2,44-2,60)	3,78±0,10 (3,72-3,90)
ośmiornice „baby” (W2)	53,8±6,60 (46,2-58,8)	4,31±0,19 (4,13-4,51)	84,5±11,9 (73,6-97,2)	<0,88
ośmiornica filipińska - ramię (W2)	875±34,5 (841-910)	2,91±0,52 (2,40-3,44)	0,73±0,10 (0,64-0,84)	2,22±0,33 (1,86±2,50)
ośmiornica śródziemnomorska - ramię (W2)	286±17,2 (266-299)	<1,0	1,77±0,25 (1,51-2,02)	2,96±0,18 (2,77-3,14)
ostrygi Fines de Claire (G) śr.	112±15,6 (94,1-122)	2,65±0,22 (2,50-2,80)	13,1±0,64 (12,6-13,5)	3,87±0,22 (3,72-4,02)
ostrygi Fines de Normandie (LM)	130±41,2 (83,5-161)	3,34±0,04 (3,31-3,36)	22,7±0,40 (22,3-22,6)	4,25±0,43 (3,76-4,55)
ostrygi Belon (LM)	<10,8	4,53±0,71 (3,78-5,19)	20,1±0,63 (19,6-20,8)	5,62±0,23 (5,36-5,68)
krab surimi (W2)	<10,8	2,19±0,72 (1,68±2,70)	0,90±0,08 (0,84-0,99)	3,02±0,21 (2,79-3,21)

Tab. 5.10. cd.

Nazwa produktu	As	Pb	Cd	Hg
krab kamaboko (W2)	<10,8	<1,0	0,83±0,13 (0,69-0,93)	1,85±0,35 (1,44-2,05)
dorsz	<10,8	<1,0	2,44±0,21 (2,22-2,64)	4,70±0,21 (4,55-4,85)
łosoś	<10,8	<1,0	2,13±0,14 (2,04-2,23)	5,21±0,33 (4,98-5,45)
sola	<10,8	<1,0	0,48±0,00 (0,47-0,48)	0,82±0,04 (0,79-0,84)
mintaj	<10,8	<1,0	0,25±0,01 (0,24-0,26)	0,63±0,05 (0,59-0,67)
morszczuk	66,6±7,50 (58,4-73,2)	<1,0	0,22±0,02 (0,21-0,24)	7,68±0,12 (7,55-7,79)
kergulena	<10,8	2,08±0,08 (2,03-2,17)	1,70±0,02 (1,68-1,71)	<0,88
karmazyn	129±15,6 (117-147)	<1,0	0,43±0,00 (0,43-0,43)	9,80±0,09 (9,71-9,89)
flądra	<10,8	<1,0	0,39±0,03 (0,37-0,42)	8,04±0,27 (7,86-8,23)
śledź	32,0±1,90 (30,6-33,3)	1,46±0,12 (1,38-1,55)	0,25±0,05 (0,22-0,29)	7,56±0,34 (7,20-7,87)
sandacz	<10,8	0,66±0,01 (0,65-0,67)	0,19±0,05 (0,15-0,22)	11,7±0,36 (11,4-11,9)
grenadier	<10,8	<1,0	0,99±0,02 (0,97-1,00)	0,99±0,02 (0,97-1,00)

LOD dla As - <10,8, LOD dla Pb - <1,0, LOD dla Hg - <0,88
Ilość podpróbek analizowanych dla każdego produktu N=3

Dla produktów takich jak langusta, krab Tourteau, ośmiornice „baby” oraz małże św. Jakuba, odznaczających się odpowiednio najwyższą zawartością Hg ($45,5 \mu\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$), As ($2150 \mu\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$), Cd ($84,5 \mu\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$) i Pb ($19,7 \mu\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$) oszacowano wartości PTWI. W Tab. 5.11 oszacowano bezpieczną ilość poszczególnych produktów o maksymalnym stężeniu pierwiastka toksycznego, jaką można tygodniowo spożyć, która dla Hg, As, Cd i Pb wynosi odpowiednio 0,67, 0,42, 0,5 i 7,5 kg oraz tygodniowe pobranie pierwiastka na podstawie średniej konsumpcji produktów rybnych w Polsce, które wynosi odpowiednio 27, 43, 37 i 2,4%. W przypadku Zn i Ni określono te same wartości, zakładając konsumpcję dzienną. Bezpieczna ilość ostryg i muszli Vongoli o maksymalnym stężeniu Zn i Ni, jaką można dziennie spożyć wynosi ok. 0,20 i 0,23 kg odpowiednio, co na podstawie średniej konsumpcji tych produktów stanowi odpowiednio 15% i 11% dziennego pobrania tych pierwiastków.

Ze względu na znacznie niższe spożycie owoców morza w Polsce w porównaniu do konsumpcji przedstawionej w Tab. 5.11 oraz na podstawie porównania najwyższych stężeń

pierwiastków toksycznych w produktach prezentowanych w niniejszej pracy do zawartości maksymalnych stężeń tych pierwiastków w produktach pochodzenia zwierzęcego zawartych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia bądź w rozporządzeniu FDA and EPA Safety Levels in Regulations and Guidance, praktycznie nie jest możliwe przekroczenie dawek PTWI, PMTDI oraz TDI i w związku z powyższym nie istnieje zagrożenie zdrowotne dla konsumentów.

W tym miejscu należy ponownie podkreślić, iż owoce morza są obfitym źródłem Se, który w organizmie człowieka pełni funkcje detoksykacyjne w stosunku do pierwiastków toksycznych.

Tab. 5. 11. Wskaźniki dotyczące pobrania pierwiastków toksycznych w wyniku konsumpcji owoców morza

	Hg	As	Cd	Pb	Zn	Ni
PTWI ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ masy ciała \cdot tydzień ⁻¹) PMTDI/TDI ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ masy ciała \cdot dzień ⁻¹) (JECFA)	5,0 (całkowita Hg) ^a 1,6 (jako MeHg ⁺)	15,0 (nieorganiczna forma)	7,0	25,0	PMTDI 1	TDI 0,005
PTWI/PMTDI/TDI w $\text{mg} \cdot \text{osobę}^{-1}$ (60 kg)	0,3	0,9	0,42	1,5	60	0,3
Maksymalna zawartość pierwiastka w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ produktu	Langusta 0,45	Krab Tourteau 2,15 ^c	Ośmiornica „baby” 0,85	Małże św. Jakuba 0,20	Ostrygi Fine de Claire małe 3,55	Muszle Vongole 1,30
Dozwolone stężenie pierwiastka ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) w produktach pochodzenia zwierzęcego	Jadalne części ryb 0,5 ^b Cała ryba (jako MeHg ⁺) 1,0 ^c	Jadalne części ryb 4,0 ^b (nieorganiczna forma) Skorupiaki 76 ^c	Jadalne nerki ssaków 1,5 ^b Małże, ostrygi, mięczaki 4,0 ^c	Jadalne części ryb 0,5 ^b Małże, ostrygi, mięczaki 1,7 ^c	Jadalne części ryb 50,5 ^b	Ryby morskie 0,211 ^d owoce morza 0,118 ^d
Bezpieczna ilość produktu o maksymalnym stężeniu pierwiastka toksycznego, jaką można tygodniowo/dziennie spożyć (kg)	< 0,67	< 0,42	< 0,5	< 7,5	< 0,20	< 0,23
Tygodniowe/dziennie pobranie pierwiastka (%) na podstawie średniej konsumpcji produktów rybnych w Polsce - 180 g \cdot tydzień ⁻¹ (FAOb)	27	43	37	2,4	15	11

^a dla kobiet w ciąży i matek karmiących

^b Rozporządzenie Ministra Zdrowia

^c FDA & EPA

^d ECFA

^e forma nieorganiczna

5.2.3 Analiza korelacji R-Spearmana

Analiza korelacji rang R-Spearmana przeprowadzona dla wszystkich badanych produktów wykazała szereg silnych dodatnich zależności w większości przypadków na poziomie $p < 0,001$ oraz sporadycznie na poziomach $p < 0,01$ i $p < 0,05$ pomiędzy stężeniami pierwiastków w tych produktach (Tab. 5.12). Największą liczbę dodatnich związków korelacyjnych (głównie przy $p < 0,001$) wykazano dla wszystkich mikroelementów (Zn, Fe, Mn, Cu i Se) oraz dla Mg, które to korelowały między sobą oraz z pierwiastkami toksycznymi. Nieznacznie mniejszą ilością dodatnich współzależności (głównie przy $p < 0,001$) odznaczały się pierwiastki toksyczne jak Cd, Hg, Pb i As. Bezkręgowce morskie pobierają Cd i Hg głównie z pożywieniem. Ulegają one nagromadzeniu wzdłuż morskiego łańcucha pokarmowego (Canli i Furness 1995). Istotne znaczenie z toksykologicznego punktu widzenia mają dodatnie korelacje występujące pomiędzy Se i Hg, Cd oraz As ($p < 0,001$), a także pomiędzy Se i Pb ($p < 0,01$). Selen w stosunku do tych pierwiastków pełni funkcje detoksykacyjne wiążąc je w postaci nierozpuszczalnych selenków i w ten sposób wyklucza je ze szlaków biochemicznych (Kabata - Pendias i Pendias 1999).

Tab. 5.12. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla wszystkich badanych produktów

pierwiastek	produkty
Zn	(+)Fe, ^a (+)Mn, ^a (+)Cu, ^a (+)Mg, ^a (+)Pb, ^a (+)Cd, ^a (+)Hg, ^a (+)Se, ^a (+)As, ^b (+)Ca, ^c
Fe	(+)Zn, ^a (+)Mn, ^a (+)Mg, ^a (+)Pb, ^a (+)Ca, ^b (+)Se, ^c (+)Cd, ^c
Mn	(+)Zn, ^a (+)Fe, ^a (+)Cu, ^a (+)Mg, ^a (+)Cd, ^a (+)Se, ^a (+)Pb, ^a (+)Hg, ^b (+)Na, ^c
Cu	(+)Zn, ^a (+)Mn, ^a (+)Mg, ^a (+)As, ^a (+)Cd, ^a (+)Hg, ^a (+)Se, ^a (+)Pb, ^c (+)Na, ^c
Se	(+)Zn, ^a (+)Cu, ^a (+)Mn, ^a (+)Mg, ^a (+)Cd, ^a (+)As, ^a (+)Hg, ^a (+)Pb, ^b (+)Fe, ^c
Na	(-)K, ^a (+)Pb, ^b (+)Cu, ^c (+)Mn, ^c
K	(-)Na, ^a (+)Mg, ^a (+)As, ^c
Ca	(+)Fe, ^b (+)Zn, ^c (+)Mg, ^c
Mg	(+)Zn, ^a (+)Fe, ^a (+)Cu, ^a (+)Mn, ^a (+)K, ^a (+)Pb, ^a (+)Hg, ^a (+)Se, ^a (+)Cd, ^b (+)As, ^b (+)Ca, ^c
As	(+)Hg, ^a (+)Se, ^a (+)Cu, ^a (+)Zn, ^b (+)Mg, ^b (+)Cd, ^b (+)K, ^c
Pb	(+)Zn, ^a (+)Fe, ^a (+)Mn, ^a (+)Mg, ^a (+)Cd, ^a (+)Na, ^b (+)Se, ^b (+)Cu, ^c
Cd	(+)Zn, ^a (+)Cu, ^a (+)Mn, ^a (+)Pb, ^a (+)Hg, ^a (+)Se, ^a (+)As, ^b (+)Mg, ^b (+)Fe, ^c
Hg	(+)Zn, ^a (+)Cu, ^a (+)Mg, ^a (+)Cd, ^a (+)As, ^a (+)Se, ^a (+)Mn, ^b

^a $p < 0,001$; ^b $p < 0,01$; ^c $p < 0,05$

Mięczaki, a więc i małże należą do organizmów kumulujących Cd będącym pierwiastkiem toksycznym przy wysokich poziomach stężeń. Przeprowadzona analiza korelacyjna wykazała silną dodatnią ($p < 0,001$) zależność zarówno w grupie wszystkich mięczaków (Tab. 5.13), jak i wśród samych małży (Tab. 5.14) pomiędzy Se i Cd. W przypadku wszystkich skorupiaków (Tab. 5.15) wykazano zależności pomiędzy Se a As, Hg i Cd ($p < 0,001$). Natomiast wśród krewetek (Tab. 5.16) i dziesięcionogów kroczących (Tab. 5.17) stwierdzono dodatnią współzależność ($p < 0,001$) odpowiednio pomiędzy Se i Hg oraz Se i Cd. W grupie ryb zaobserwowano korelację pomiędzy Se i Cd, występującą przy $p < 0,05$.

Tab. 5.13. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla wszystkich mięczaków

pierwiastek	mięczaki
Zn	(+)Mn, ^a (+)Fe, ^b (+)Cu, ^c (+)K, ^c (+)Ca, ^c (+)Mg, ^c (+)Hg, ^c (+)Se, ^c
Fe	(+)Ca, ^a (+)Mg, ^a (+)Zn, ^b (+)Mn, ^b (+)K, ^c
Mn	(+)Zn, ^a (+)Fe, ^b (+)Pb, ^c (+)Cd, ^c
Cu	(+)Na, ^b (+)Zn, ^c (+)Mg, ^c
Se	(+)Cd, ^a (+)Zn, ^c
Na	(+)Cu, ^b
K	(+)Mg, ^b (+)Zn, ^c (+)Fe, ^c (+)Pb, ^c
Ca	(+)Fe, ^a (+)Mg, ^b (+)Zn, ^c
Mg	(+)Fe, ^a (+)K, ^b (+)Ca, ^b (+)Zn, ^c (+)Cu, ^c
As	(-)Cd, ^c (+)Hg, ^c
Pb	(+)Mn, ^c (+)K, ^c
Cd	(+)Se, ^a (+)Mn, ^c (-)As, ^c
Hg	(+)Zn, ^c (+)As, ^c

^a $p < 0,001$; ^b $p < 0,01$; ^c $p < 0,05$

Tab. 5.14. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla małży (włączając ostrygi)

pierwiastek	Małże
Zn	
Fe	(+)Ca, ^b (+)Na, ^c (+)Mg, ^c (-)Pb, ^c
Mn	
Cu	(+)Na, ^b (+)Ca, ^c
Se	(+)Cd, ^a
Na	(+)Ca, ^a (+)Cu, ^b (+)Mg, ^b (+)Fe, ^c (+)As, ^c
K	
Ca	(+)Na, ^a (+)Fe, ^b (+)Cu, ^c (+)Mg, ^c (+)As, ^c
Mg	(+)Na, ^b (+)Ca, ^c (+)Fe, ^c
As	(+)Ca, ^c (+)Na, ^c
Pb	(-)Fe, ^c
Cd	(+)Se, ^a
Hg	

^a $p < 0,001$; ^b $p < 0,01$; ^c $p < 0,05$

Tab. 5.15. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla skorupiaków

pierwiastek	skorupiaki
Zn	(+)Cu, ^a (-)Na, ^b (+)K, ^b (+)Ca, ^b (+)Mn, ^c (+)Mg, ^c
Fe	(+)Mn, ^a
Mn	(+)Fe, ^a (+)Zn, ^c
Cu	(+)Zn, ^a (-)Na, ^b (+)K, ^a (+)Mg, ^b (+)Cd, ^b (+)Hg, ^c
Se	(+)As, ^a (+)Cd, ^a (+)Hg, ^a (+)K, ^c
Na	(-)K, ^a (-)Cu, ^b (-)Zn, ^b (-)Cd, ^c
K	(+)Cu, ^a (-)Na, ^a (+)Cd, ^a (+)Zn, ^b (+)As, ^b (+)Hg, ^b (+)Mg, ^c (+)Se, ^c
Ca	(+)Zn, ^b
Mg	(+)Cu, ^b (+)Zn, ^c (+)K, ^c (+)Pb, ^c
As	(+)Hg, ^a (+)Se, ^a (+)K, ^b (+)Cd, ^b
Pb	(+)Mg, ^c
Cd	(+)K, ^a (+)Hg, ^a (+)Se, ^a (+)Cu, ^b (+)As, ^b (+)Na, ^c
Hg	(+)As, ^a (+)Se, ^a (+)Cd, ^a (+)K, ^b (+)Cu, ^c

^ap<0,001; ^bp<0,01; ^cp<0,05

Tab. 5.16. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla krewetek

pierwiastek	Krewetki
Zn	(+)K, ^a (+)Cu, ^b (-)Na, ^b (+)Ca, ^b
Fe	(+)Mn, ^a (-)Cu, ^b (-)K, ^c (-)Mg, ^c
Mn	(+)Fe, ^a (-)Cu, ^c (-)As, ^c
Cu	(+)K, ^a (-)Na, ^b (-)Fe, ^b (+)Zn, ^b (-)Mn, ^c (+)Mg, ^c
Se	(+)Hg, ^a
Na	(-)K, ^a (-)Zn, ^b (-)Cu, ^b
K	(+)Zn, ^a (-)Na, ^a (-)Fe, ^c (+)Cu, ^c (+)As, ^c (+)Cd, ^c
Ca	(+)Zn, ^b
Mg	(-)Fe, ^c (+)Cu, ^c
As	(-)Mn, ^c (+)K, ^c (+)Hg, ^c
Pb	
Cd	(+)K, ^c (+)Hg, ^c
Hg	(+)Se, ^a (+)As, ^c (+)Cd, ^c

^ap<0,001; ^bp<0,01; ^cp<0,05

Tab. 5.17. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla dziesięcionogów kroczących

pierwiastek	dziesięcionogi kroczące
Zn	
Fe	(-)Cu, ^c
Mn	(-)Na, ^c
Cu	(-)Fe, ^c
Se	(+)Cd, ^a
Na	(-)Mn, ^c
K	
Ca	(+)Mg, ^b (+)Pb, ^c
Mg	(+)Ca, ^b
As	(+)Hg, ^a
Pb	(+)Ca, ^c
Cd	(+)Se, ^a
Hg	(+)As, ^a

^ap<0,001; ^bp<0,01; ^cp<0,05

Tab. 5.18. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla ryb

pierwiastek	ryby
Zn	(+)Pb, ^a
Fe	(-)Mn, ^a (+)Se, ^b
Mn	(-)Fe, ^a (+)As, ^a (-)Hg, ^a
Cu	
Se	(+)Cd, ^a (+)Fe, ^b
Na	(-)Ca, ^a
K	(+)As, ^a (+)Mg, ^b
Ca	(-)Na, ^a
Mg	(+)K, ^b
As	(-)Mn, ^a (+)K, ^a (+)Hg, ^c
Pb	(+)Zn, ^a
Cd	(+)Se, ^a
Hg	(-)Mn, ^a (+)As, ^c

^ap<0,001; ^bp<0,01; ^cp<0,05

Wśród wszystkich badanych produktów (Tab. 5.12) analizowane makroelementy tj. Na, K i Ca są grupą o najmniejszej ilości występujących związków korelacyjnych. Jedyną występującą pomiędzy makroelementami silną ujemną współzależność ($p < 0,001$) wykazano pomiędzy Na i K.

Dodatnia silna zależność korelacyjna ($p < 0,001$) pomiędzy Zn, Cu i Cd (Tab. 5.12) może być wyjaśniona wiązaniem tych pierwiastków, ze względu na ich podobieństwo w strukturze elektronowej, przez niskocząsteczkowe białka - metalotioneiny. Przez co białka te gromadzą pierwiastki nieodzowne fizjologicznie i pełnią funkcje ochronne w momencie ich szkodliwego dla organizmu nadmiaru lub w przypadku obecności pierwiastków toksycznych (Wang i Rainbow 2005, Florańczyk 1999). Ponadto Zn, Cu i Cd indukują powstawanie metalotionein (Linde i in. 2001). Związki korelacyjne ($p < 0,01$) pomiędzy Zn i Cu wykazano również w poszczególnych grupach organizmów. Wśród mięczaków zależność taką zaobserwowano dla ostryg (Tab. 5.19) i głowonogów (Tab. 5.20). W grupie wszystkich skorupiaków (Tab. 5.15) Zn i Cu korelują między sobą przy $p < 0,001$. Wśród nich badane krewetki odznaczają się korelacją Zn-Cu przy $p < 0,01$ (Tab. 5.16). Turoczy i in. (2001) wykazali podobne dodatnie zależności korelacyjne (Cu - Zn, $p < 0,01$ i Cu - Hg $p < 0,05$) w mięsie ze szczypiec kraba pochodzącego z Australii. Páez - Osuna i Ruiz-Fernández (1995) stwierdzili, iż zależność korelacyjna pomiędzy Cd i Cu głównie może być związana z ich fazą życia, a konkretnie ze zdolnością krewetek do reprodukcji. Brak jest natomiast związków korelacyjnych między Cu, Zn i Cd dla ryb (Tab. 5.18).

Istnieje szereg publikacji dotyczących małży i ostryg, w których analizowano współzależności korelacyjne pomiędzy metalami w różnych częściach ich ciała, a także związki, jakie występują między ich wiekiem i sezonowością a zawartością pierwiastków oraz zależności występujące pomiędzy metalami w badanych organizmach i osadach będących miejscem ich życia. Badania te prowadzone były pod kątem oszacowania stopnia zanieczyszczenia poszczególnych akwenów wodnych. W przypadku skorupiaków informacje na ten temat są zdecydowanie mniej liczne.

Analiz korelacyjna przeprowadzona dla mięczaków (Tab. 5.13) wykazała szereg dodatnich współzależności występujących przy $p < 0,001$, $p < 0,01$ i $p < 0,05$ i jedną ujemną zależność pomiędzy As i Cd ($p < 0,05$). Takie same dodatnie związki korelacyjne jak dla wszystkich analizowanych z osobna mięczaków (Tab. 5.13), małży (Tab. 5.14) czy ostryg (Tab. 5.19) stwierdzili różni autorzy (Hung i in. 2001, Szefer i in. 2002 i 2004, Wang i in. 2005, Gracia-Rico i Ramos Ruiz 2001 oraz Manly i in. 1996) dla małży i ostryg pochodzących z Tajwanu w przypadku Zn-Cu ($p < 0,01$), w tkance miękkiej *Mytilus edulis*

trossulus w przypadku Cd-Mn ($p < 0,01$), dla *Mytilus galloprovincialis* (Fe-Mn, Zn-Cu, Zn-Hg, $p < 0,01$), dla mięczaków pochodzących z Chin w odniesieniu do Cd-Se, Cu-Zn, Fe-Mn, Mn-Pb, Se-Zn, Zn-Hg, Hg-As, Hg-Cu ($p < 0,01$), dla ostryg (Hg-Zn, $p < 0,05$) oraz dla małży *Mytilus edulis* pochodzących z Chile (Mn-Fe, $p < 0,001$).

Oprócz wspomnianych powyżej korelacji pomiędzy Cu-Zn oraz Se i pierwiastkami toksycznymi przebadane skorupiaki wykazują również wiele zależności korelacyjnych na poziomie $p < 0,001$, $p < 0,01$, $p < 0,05$. Na uwagę zasługuje silna dodatnia zależność korelacyjna ($p < 0,001$) pomiędzy Hg i As, która występuje zarówno w grupie krewetek ($p < 0,05$) (Tab. 5.16), jak i dziesięcionogów krocących ($p < 0,001$) (Tab. 5.17). Podobny związek zaobserwowano w przypadku ryb ($p < 0,001$), które wśród badanych organizmów odznaczają się najmniejszą ilością współzależności korelacyjnych, przypuszczalnie ze względu na ich większe zdolności homeostatyczne oraz bardziej skomplikowane szlaki metaboliczne pierwiastków chemicznych (Tab. 5.18).

Tab. 5.19. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla ostryg

pierwiastek	ostrygi
Zn	(+)Cu, ^b (+)Mg, ^b
Fe	
Mn	(+)Cu, ^c (+)Na, ^c
Cu	(+)Zn, ^b (+)Mn, ^c (+)Mg, ^c
Se	
Na	(+)Mn, ^c
K	
Ca	
Mg	(+)Zn, ^b (+)Cu, ^c
As	
Pb	
Cd	
Hg	

^a $p < 0,001$; ^b $p < 0,01$; ^c $p < 0,05$

Tab. 5.20. Statystycznie istotne związki korelacyjne (R-Spearmana) występujące pomiędzy pierwiastkami dla głowonogów

pierwiastek	głowonogi
Zn	(+)Cu, ^c (+)As, ^c
Fe	(+)Ca, ^c
Mn	
Cu	(+)Zn, ^c (-)Ca, ^c
Se	(+)K, ^c
Na	(+)Cd, ^c
K	(+)Se, ^c
Ca	(+)Fe, ^c (-)Cu, ^c
Mg	(+)Hg, ^b
As	(+)Zn, ^c (-)Cd, ^c (+)Hg, ^c
Pb	
Cd	(+)Na, ^c (+)As, ^c
Hg	(+)Mg, ^b (+)As, ^c

^a $p < 0,001$; ^b $p < 0,01$; ^c $p < 0,05$

5.2.4 Porównanie wielu prób niezależnych - ANOVA rang Kruskala-Wallis

Na podstawie wieloczynnikowej analizy wariancji (ANOVA rang Kruskala-Wallis) z uwzględnieniem podziału morskich surowców żywnościowych na poszczególne produkty (Tab. 5.21) stwierdzono silną statystycznie istotną zależność stężeń Zn, Fe, Mn, Cu, K, Ca, Mg i Pb dla produktów o zbliżonych cechach gatunkowych ($p < 0,001$), słabszą dla Na i Cd ($p < 0,01$) i najslabszą dla As, Hg, i Se ($p < 0,05$). Rozróżnienie ze względu na stopień obróbki technologicznej z podziałem na produkty surowe i przetworzone (produkty gotowane, surimi i panierowane) wykazało statystycznie istotne zróżnicowanie pomiędzy tymi egzemplarzami w przypadku K i Mg ($p < 0,001$) oraz Zn ($p < 0,05$). W stosunku do pochodzenia morskich surowców żywnościowych (półkula północna i półkula południowa) analiza wariancji (ANOVA Kruskala-Wallis) wykazała statystycznie istotne współzależności dla stężeń Fe, Mg, Hg i Se ($p < 0,01$) od miejsca pochodzenia oraz mniej istotne zależności dla Mn, As i Cd ($p < 0,05$) (Tab. 5.21). Analiza ta nie wykazała statystycznie istotnych różnic dla stężeń badanych pierwiastków jedynie w przypadku Fe, Ca, Mg i Pb pomiędzy grupą ryb i owoców morza (Tab. 5.22). Na Rys. 5.22-5.25 przedstawiono graficzne zilustrowanie rozróżnienia wszystkich badanych gatunków ze względu na wybrane pierwiastki. W odniesieniu do pozostałych pierwiastków, tj. Zn, Mn, Cu, Na, As, Cd, Hg i Se, owoce morza odznaczały się znacznie większymi ich stężeniami. Wyjątek stanowi K, którego zawartość była wyższa w rybach. Brak zróżnicowania pomiędzy tymi dwoma grupami w przypadku Pb może wynikać z faktu, iż w większości przypadków uzyskane rezultaty były poniżej wartości *LOD* dla tego metalu.

Tab. 5.21. Porównanie wpływu zróżnicowania gatunkowego, strefy geograficznej ich pochodzenia oraz stopnia przetworzenia na występowanie różnic pomiędzy wszystkimi grupami produktów ze względu na zawartość pierwiastków w świetle wieloczynnikowej analizy wariancji ANOVA Kruskala-Wallis. Wyniki analizy podano jako wartość H.

	Zn	Fe	Mn	Cu	Na	K	Ca	Mg	As	Pb	Cd	Hg	Se
S - P	4,11 ^a	1,74	0,21	1,46	1,62	19,0 ^c	0,26	13,4 ^c	0,26	1,06	0,22	0,20	0,18
produkty	74,0 ^c	49,6 ^c	64,2 ^c	61,9 ^c	31,0 ^b	30,3 ^c	31,2 ^c	38,6 ^c	23,0 ^a	34,5 ^c	26,7 ^b	23,0 ^a	22,1 ^a
Pn - Pd	3,10	8,24 ^b	4,63 ^a	0,68	1,64	1,43	2,56	7,01 ^b	5,33 ^a	0,54	4,50 ^a	6,86 ^b	6,02 ^b

^a $p < 0,05$; ^b $p < 0,01$; ^c $p < 0,001$

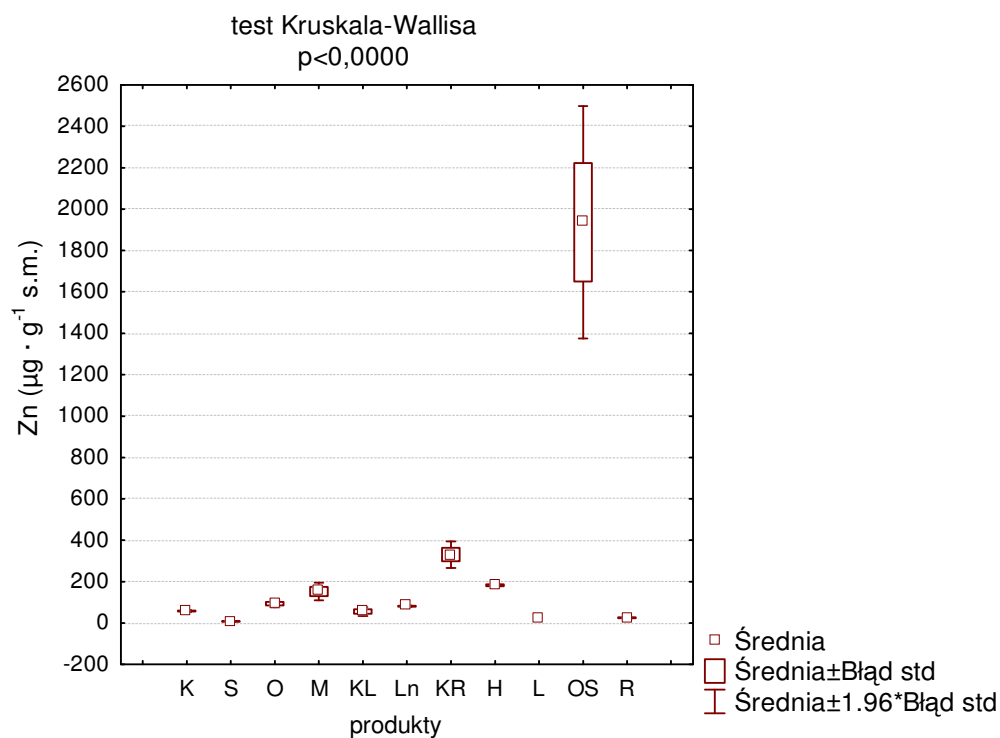
P - przetworzone, S - surowe, Pn - północ, Pd - południe

Tab. 5.22. Wykazanie różnic pomiędzy rybami a owocami morza ze względu na zawartość pierwiastków w świetle wieloczynnikowej analizy wariancji ANOVA Kruskala-Wallisa. Wyniki analizy podano jako wartość H.

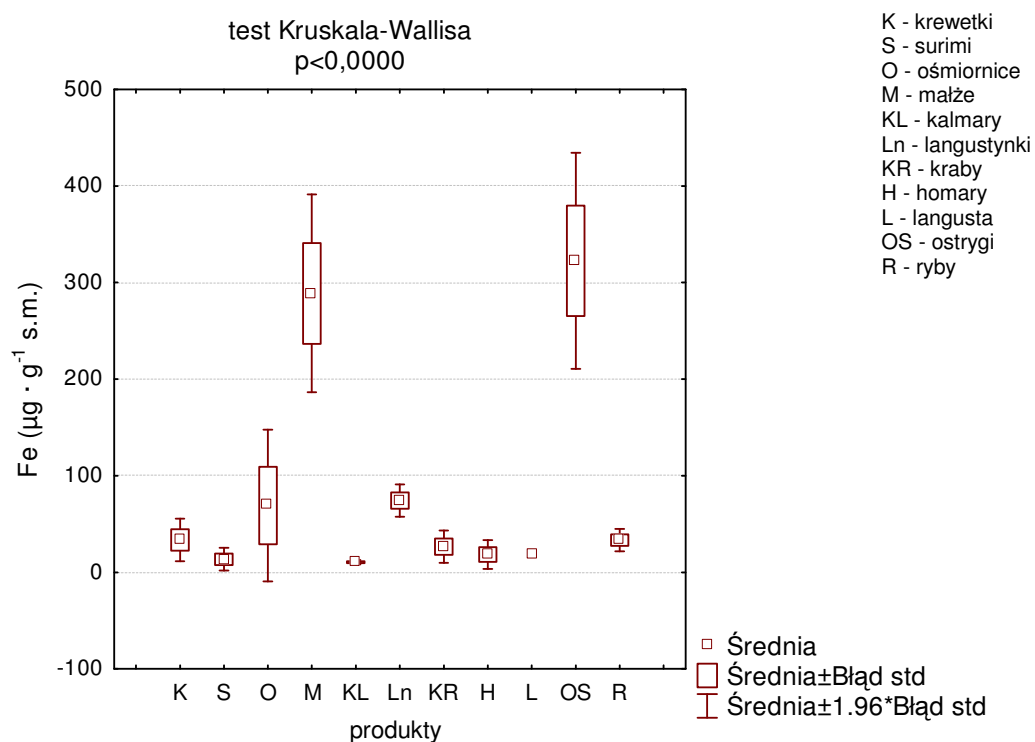
	Zn	Fe	Mn	Cu	Na	K	Ca	Mg	As	Pb	Cd	Hg	Se
owoce morza - ryby	19,4 ^c	0,00	25,8 ^c	26,3 ^c	22,5 ^c	9,99 ^b	1,59	1,76	6,31 ^b	3,57	15,4 ^c	11,0 ^c	12,7 ^c

^ap<0,05; ^bp<0,01; ^cp<0,001

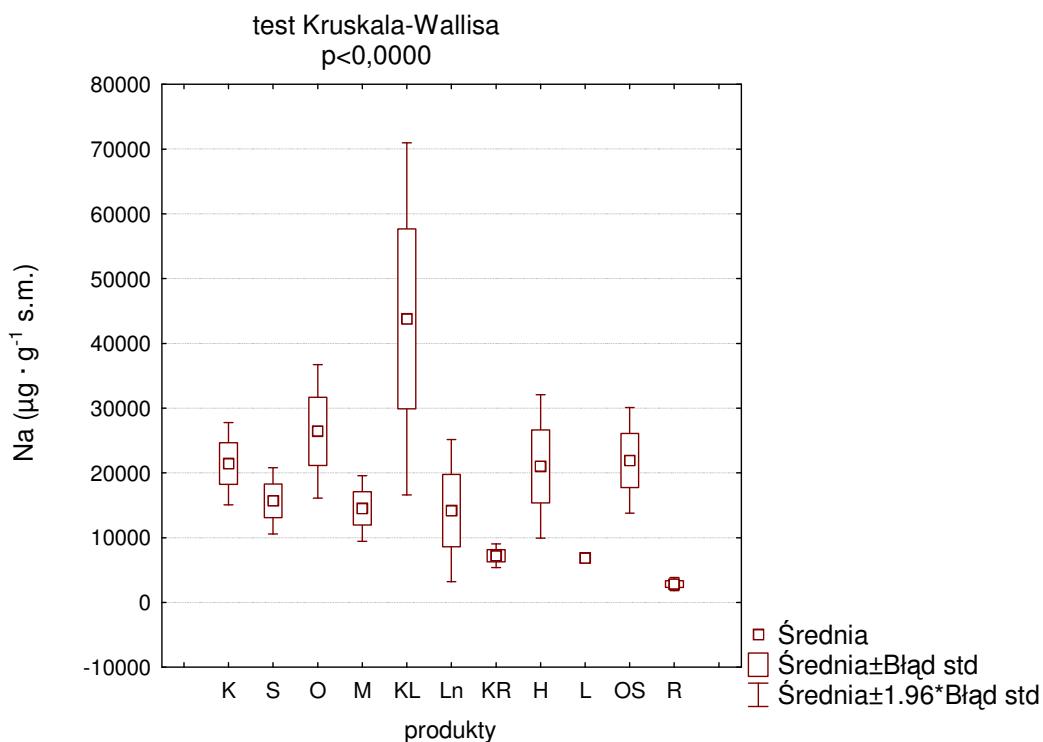
W grupie badanych skorupiaków analiza wariancji (ANOVA Kruskala-Wallisa), z uwzględnieniem ich rozdziału na krewetki i dziesięcionogi kroczące (langusta, homary, kraby i langustynki) wykazała statystycznie istotne różnice w zawartości Mn i Cu ($p < 0,001$) oraz mniej istotne dla Zn ($p < 0,01$), Fe, K, Mg i Cd ($p < 0,05$) dla tych dwóch grup. Prawie we wszystkich przypadkach dziesięcionogi kroczące charakteryzowały się większymi stężeniami wyżej omawianych pierwiastków. Wyniki wskazują również na silny wpływ takiej zmiennej jak obróbka technologiczna (produkty surowe i przetworzone) wśród wszystkich skorupiaków dla K ($p < 0,001$) i Cu ($p < 0,05$) (większe stężenia w produktach surowych) oraz Na ($p < 0,01$) i Fe ($p < 0,05$) (większe stężenia w produktach przetworzonych) (Tab. 5.23). W odniesieniu do krewetek w przypadku Zn, K ($p < 0,001$) i Cu ($p < 0,01$) stwierdzono większą zawartość tego pierwiastka w organizmach surowych. W przypadku Na ($p < 0,01$), Fe i Mg ($p < 0,05$) większe poziomy zanotowano w krewetkach przetworzonych. Ta sama zmienna w odniesieniu do dziesięcionogów kroczących wykazała statystycznie istotne różnice w zawartości Ca i Mg (wyższe stężenie posiadają organizmy przetworzone) oraz As i Hg (wyższe stężenie posiadają organizmy surowe). Podobnie jak w przypadku analizy wszystkich produktów, kolejna zmienna, jaką jest miejsce pochodzenia (półkula północna i półkula południowa) wykazała silny wpływ na zawartość pierwiastków toksycznych (z wyjątkiem Pb) oraz Se, z uwzględnieniem wyższych ich stężeń wśród skorupiaków pochodzących z półkuli północnej (Tab. 5.23). Można to wytłumaczyć większym uprzemysłowieniem państw (Ameryka Północna, Europa, Japonia) zlokalizowanych w północnej części globu. Brak zróżnicowania geograficznego dla Pb może być wynikiem rozprzestrzeniania tego pierwiastka drogą atmosferyczną na obu półkulach globu ziemskiego.



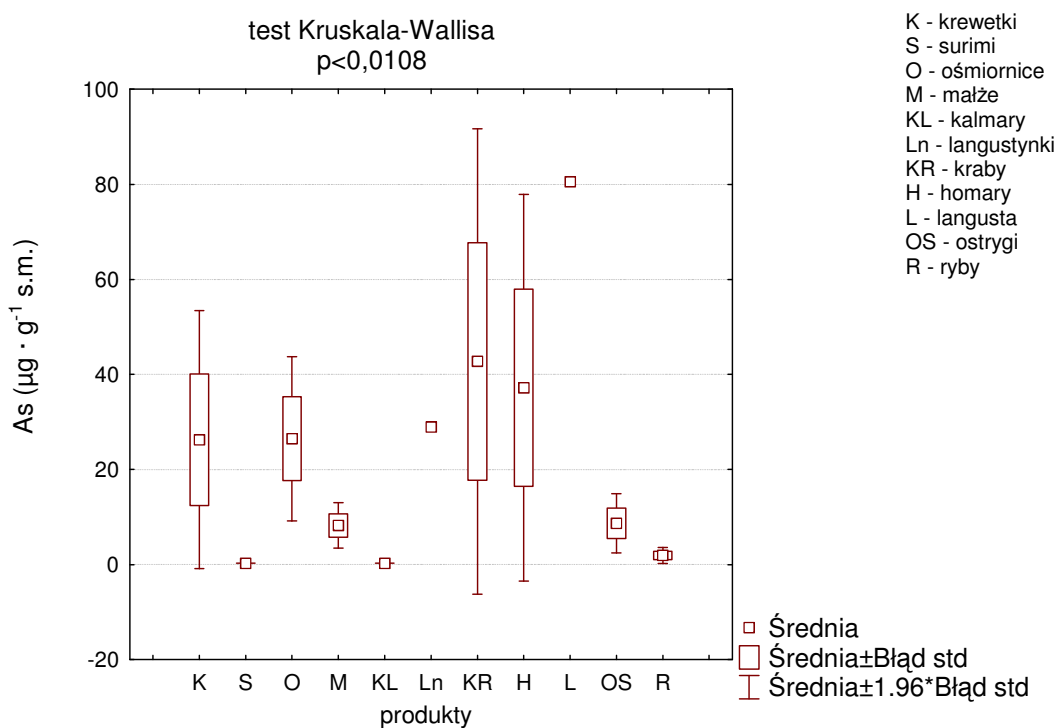
Rys. 5.22. Zależność stężenia Zn w odniesieniu do analizowanych produktów pochodzenia morskiego



Rys. 5.23. Zależność stężenia Fe w odniesieniu do analizowanych produktów pochodzenia morskiego



Rys. 5.24. Zależność stężenia Na w odniesieniu do analizowanych produktów pochodzenia morskiego



Rys. 5.25. Zależność stężenia As w odniesieniu do analizowanych produktów pochodzenia morskiego

Tab. 5.23. Wpływ zróżnicowania gatunkowego, strefy geograficznej ich pochodzenia oraz stopnia przetworzenia na zawartość pierwiastków w skorupiakach w świetle wieloczynnikowej analizy wariancji ANOVA Kruskala-Wallisa. Wyniki analizy podano jako wartość H.

	Zn	Fe	Mn	Cu	Na	K	Ca	Mg	As	Pb	Cd	Hg	Se
P - S	3,22	4,80 ^a	0,02	6,43 ^a	8,30 ^b	14,0 ^c	1,45	1,01	2,10	3,08	0,61	1,09	0,02
Pn - Pd	0,45	3,65	1,62	1,10	3,29	0,00	0,12	0,37	4,44 ^a	0,68	6,15 ^a	4,93 ^a	4,93 ^a
krewetki - dziesięcionogi	10,5 ^b	5,39 ^a	16,0 ^c	13,1 ^c	0,77	4,07 ^a	1,22	5,75 ^a	0,99	0,30	0,02 ^a	1,34	1,62
skorupiaki	18,3 ^b	6,19	16,8 ^b	15,1 ^b	3,32	5,97	6,03	7,23	1,87	2,48	5,47	1,99	1,85
krewetki (S - P)	10,9 ^c	5,98 ^a	0,06	7,87 ^b	8,55 ^b	13,6 ^c	0,06	3,86 ^a	0,05	0,00	0,43	0,05	0,43
dziesięcionogi (S - P)	0,02	1,09	1,09	2,69	0,02	1,09	5,00 ^a	3,76 ^a	4,50 ^a	2,40	0,50	4,50 ^a	0,13

^ap<0,05; ^bp<0,01; ^cp<0,001

P - przetworzone, S - surowe, Pn - północ, Pd - południe

W przypadku analizowanych mięczaków na podstawie wieloczynnikowej analizy wariancji (ANOVA Kruskala-Wallisa) z uwzględnieniem takich zmiennych jak stopień obróbki technologicznej oraz miejsce pochodzenia stwierdzono silną, statystycznie istotną zależność stężeń dla Cu, Na i Mg ($p < 0,01$) od stopnia przetworzenia (Tab. 5.24). Wyższą zawartością tych pierwiastków cechowały się produkty surowe. Należy podkreślić, że analiza ta nie wykazała istotnych różnic dla wszystkich pierwiastków za wyjątkiem Ca ($p < 0,01$) pomiędzy mięczakami pochodzącymi z półkuli północnej i południowej. Uwzględniając kolejną zmienną (zróżnicowanie w stosunku do grup organizmów) wykazano brak statystycznie istotnych różnic w przypadku Na, Pb, Cd, Hg i Se. W przypadku pierwiastków wykazujących statystycznie istotne różnice, najwyższe ich poziomy zanotowano w gromadzie małży. Wyjątek stanowi As, którego najwyższą zawartością odznaczały się ośmiornice. Małże w stosunku do głowonogów różnią się w przypadku Zn, Fe i Mn ($p < 0,001$) oraz mniej istotnie w przypadku K ($p < 0,01$) oraz Na, Mg, Ca, Pb i Cd ($p < 0,05$). Natomiast w gromadzie małży, ostrygi różnią się istotnie statystycznie w odniesieniu do pozostałych organizmów zawartością Zn, Cu ($p < 0,001$) i Mg ($p < 0,05$), charakteryzując się ich wyższymi stężeniami oraz niższą zawartością Pb ($p < 0,05$). Wśród głowonogów, wykazano statystycznie istotne zróżnicowanie pomiędzy ośmiornicami i kalmarami jedynie w przypadku Zn i As ($p < 0,05$), których to wyższe poziomy stwierdzono wśród ośmiornic (Tab. 5.24).

Tab. 5.24. Wpływ zróżnicowania gatunkowego, strefy geograficznej ich pochodzenia oraz stopnia przetworzenia na zawartość pierwiastków w mięczakach w świetle wieloczynnikowej analizy wariancji ANOVA Kruskala-Wallis. Wyniki analizy podano jako wartość H.

	Zn	Fe	Mn	Cu	Na	K	Ca	Mg	As	Pb	Cd	Hg	Se
P - S	0,16	0,49	3,71	7,60 ^b	7,13 ^b	0,01	1,84	7,36 ^b	3,48	1,80	0,25	0,06	0,09
Pn - Pd	0,30	0,39	0,11	0,01	0,01	1,05	6,91 ^b	3,07	0,01	1,04	0,29	0,02	0,13
małże - głównogi	15,0 ^c	19,2 ^c	18,3 ^c	0,06	4,79 ^a	9,39 ^b	5,40 ^a	5,24 ^a	0,06	5,66 ^a	4,11 ^a	1,70	2,31
mięczaki	23,7 ^c	20,3 ^c	18,8 ^c	18,4 ^c	6,47	11,7 ^b	8,52 ^a	12,0 ^b	10,1 ^a	0,00	4,33	6,07	4,64
małże - ostrygi	12,3 ^c	0,39	1,02	12,3 ^c	1,19	1,02	3,49	5,82 ^a	0,10	4,67 ^a	0,02	0,00	0,10
ośmiornice - kalmary	4,84 ^a	2,78	0,22	1,60	1,28	3,24	0,04	1,96	5,25 ^a	0,00	1,80	2,45	1,80

^ap<0,05; ^bp<0,01; ^cp<0,001

P - przetworzone, S - surowe, Pn - północ, Pd - południe

Wzajemne interakcje pomiędzy analizowanymi skorupiakami i mięczakami (Tab. 5.25) okazały się być statystycznie istotne dla Zn, Fe, Mn i Mg ($p < 0,001$) oraz Pb ($p < 0,01$). Analiza wariancji (ANOVA Kruskala-Wallis) przeprowadzona dla skorupiaków i mięczaków surowych oraz poddanych obróbce technologicznej wykazała znacznie więcej silnych, statystycznie istotnych różnic (Fe, Na, Mg; $p < 0,001$; Zn, K; $p < 0,01$ oraz Mn, Cu i Pb; $p < 0,05$) w pierwszej analizowanej grupie. W drugim przypadku zaobserwowano znacznie mniej i w większości przypadków słabszych w porównaniu z pierwszą grupą, statystycznie istotnych zależności stężeń (Fe, Cu, Na; $p < 0,05$ i Mn; $p < 0,01$). Wyniki tej analizy mogą świadczyć o wpływie procesów technologicznych, jakim są poddawane organizmy po złowieniu, na zmiany zawartości pierwiastków zarówno tych niezbędnych, jak i toksycznych. Na uwagę zasługuje również fakt, iż w grupie skorupiaków i mięczaków surowych wyższą zawartością Na odznaczały się mięczaki, podczas gdy wśród tych samych produktów przetworzonych większe stężenie tego pierwiastka posiadały skorupiaki.

Tab. 5.25. Porównanie wpływu zróżnicowania gatunkowego, strefy geograficznej ich pochodzenia oraz stopnia przetworzenia na występowanie różnic pomiędzy skorupiakami i mięczakami ze względu na zawartość pierwiastków w świetle wieloczynnikowej analizy wariancji ANOVA Kruskala-Wallis. Wyniki analizy podano jako wartość H.

	Zn	Fe	Mn	Cu	Na	K	Ca	Mg	As	Pb	Cd	Hg	Se
surowe	8,08 ^b	15,7 ^c	3,78 ^a	4,56 ^a	11,5 ^c	8,97 ^b	2,04	11,1 ^c	3,20	5,45 ^a	0,18	2,62	0,07
przetworzone	3,16	4,41 ^a	10,4 ^b	6,13 ^a	6,13 ^a	0,94	1,40	0,03	0,51	1,93	1,02	0,87	0,30
produkty	19,7 ^c	20,6 ^c	12,9 ^c	1,94	0,91	0,08	0,19	14,0 ^c	1,46	6,72 ^b	0,78	1,45	0,32
produkty Pn	7,28 ^b	8,85 ^b	3,56	1,22	0,10	0,77	1,76 ^a	6,53 ^a	7,39 ^b	4,89	0,20	6,70 ^b	0,76
produkty Pd	15,3 ^c	8,69 ^b	9,76 ^b	0,85	1,98	0,28	4,09 ^a	3,75 ^a	5,40 ^a	2,00	3,00	1,33	4,08 ^a
S + P (Pd)	16,3 ^c	13,3 ^b	11,4 ^b	8,08 ^a	7,77 ^a	13,2 ^b	4,94	6,88	5,96	0,00	3,44	1,89	4,33
S + P (Pn)	9,28 ^a	10,1 ^a	10,4 ^a	11,9 ^b	7,75 ^a	8,51 ^a	7,07	13,1 ^a	10,7 ^a	7,28 ^a	1,74	8,74 ^a	0,81
produkty Pn - Pd	21,2 ^c	23,7 ^c	15,9 ^c	15,6 ^c	17,5 ^c	18,5 ^c	3,51	21,5 ^c	5,22	9,03 ^a	1,96	2,98	0,41

^ap<0,05; ^bp<0,01; ^cp<0,001

P - przetworzone, S - surowe, Pn - północ, Pd - południe

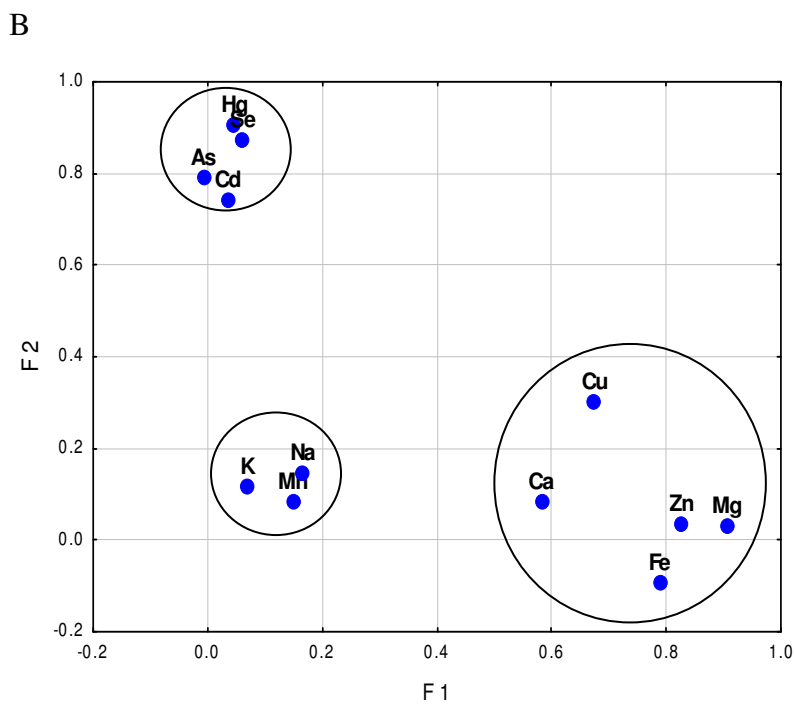
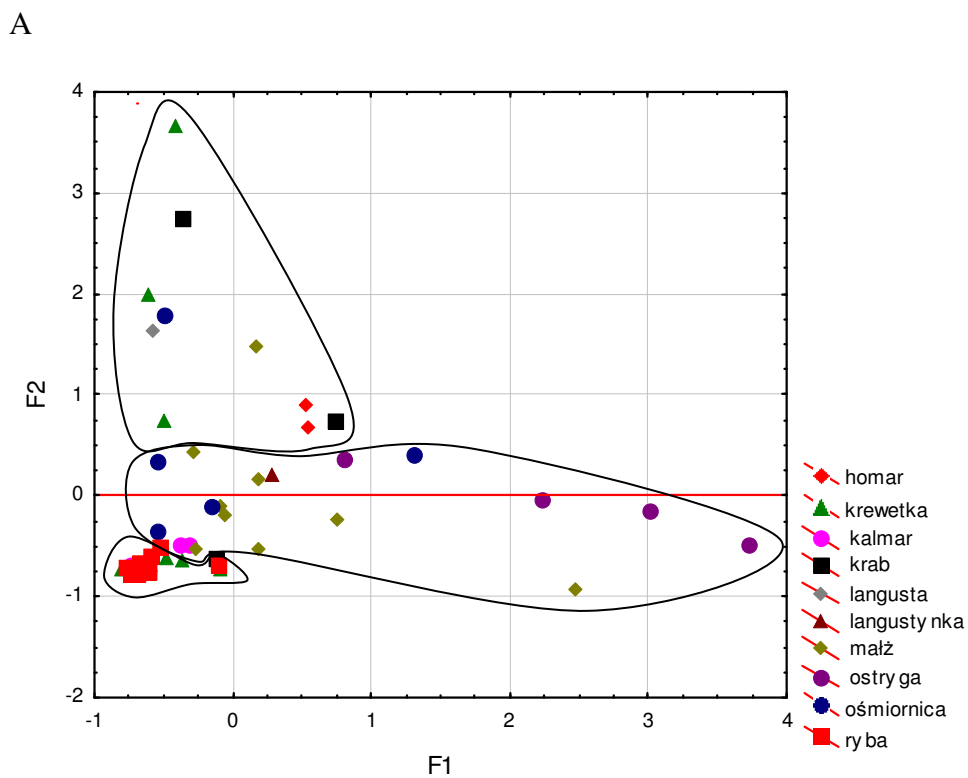
5.2.5 Analiza czynnikowa

W celu dalszej analizy wyników, która umożliwiłaby chemometryczną klasyfikację produktów i wykrycie zależności pomiędzy zmiennymi (pierwiastki), jeśli takowe by istniały, zastosowano metodę analizy czynnikowej. Redukcja wielowymiarowej przestrzeni danych poprzez wyodrębnienie nieskorelowanych ze sobą czynników wykazała pewne tendencje pomiędzy zawartością badanych pierwiastków w poszczególnych grupach produktów pochodzenia morskiego. W celu uzyskania bardziej czytelnego rozmieszczenia obiektów i ładunków przetworzone statystycznie dane poddano rotacji Varimax.

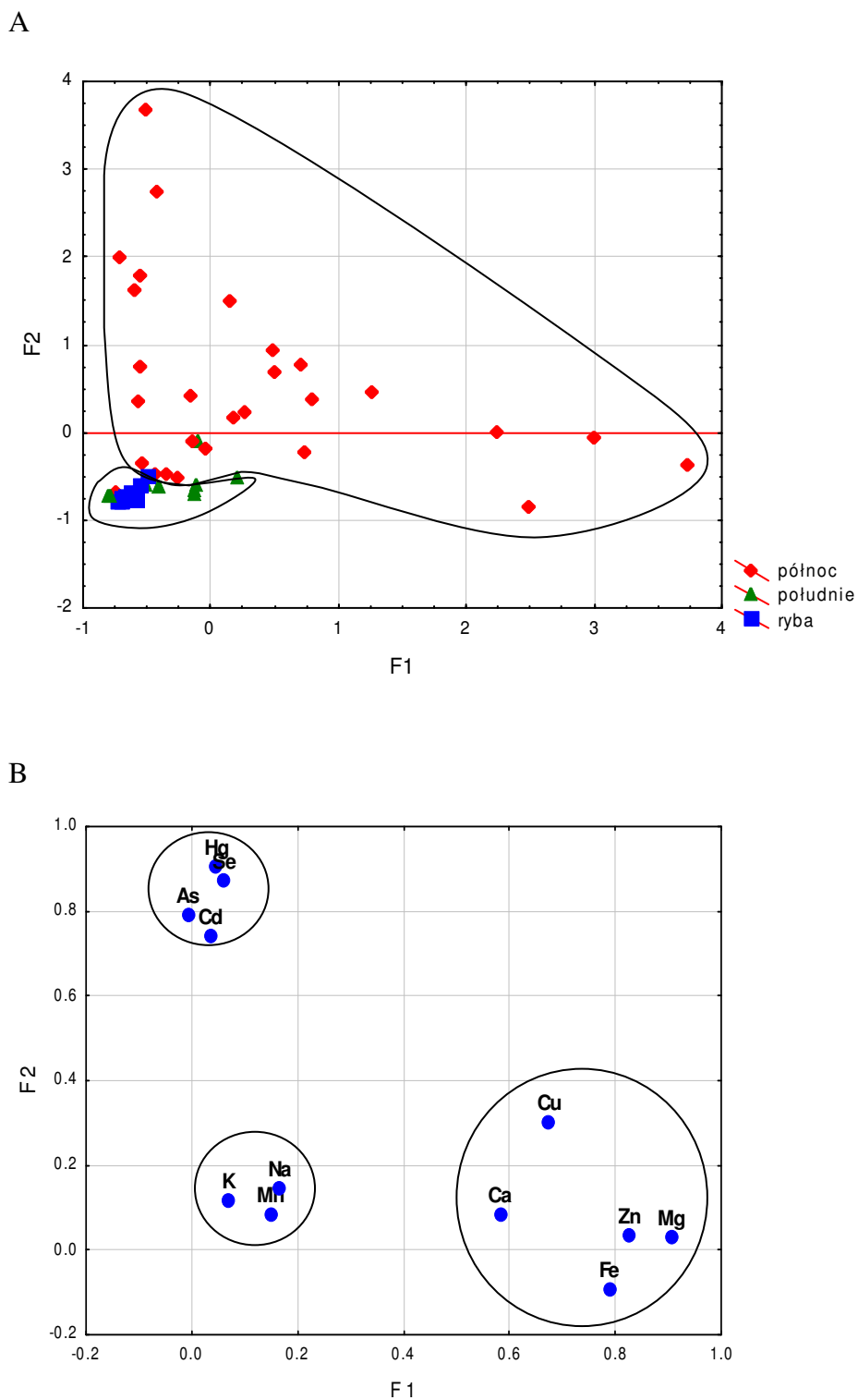
Trzy pierwsze czynniki opisują 62,2% całkowitej zmienności zawartej w zestawie danych obejmującym 49 gatunków, dla których oznaczono zawartość biopierwiastków: Na, Ca, K, Mg, Cu, Zn, Se i Fe oraz pierwiastków toksycznych: As, Hg i Cd. Wartości własne tych czynników wynoszą odpowiednio 3,36 (F1), 2,55 (F2) i 1,56 (F3). W celu wyjaśnienia przyczyn zróżnicowania pierwiastków w żywności pochodzenia morskiego sporządzono wykresy w układzie współrzędnych czynnikowych F1-F2 i F1-F3 (Rys. 5.26A-5.28A). Jak widać na Rys. 5.26A wszystkie ostrygi i sporadycznie okazy innych mięczaków charakteryzują się najwyższymi wartościami czynnika F1 (od ok. 1 do 4). Pozostałe produkty przyjmują wartości czynnika F1 od ok. -1 do ok. 1. Najniższymi wartościami czynników F1 i F2 wyróżniły się ryby i produkty znacznie przetworzone technologicznie. Czynnikiem F2 grupuje badane produkty ze względu na przynależność gatunkową (5.26A), a także na miejsce pochodzenia (5.27A). Wyższymi wartościami F2 charakteryzują się skorupiaki, natomiast

mięczaki wraz z podgrupą ryb i surimi przyjmują wartości F2 od -1 do 1. Ten sam czynnik ponadto różnicuje produkty, na te pochodzące z półkuli północnej (wyższe wartości F2) i z półkuli południowej (niższe wartości F2). Czynnik F3 (Rys. 5.28A) natomiast wykazuje tendencje do różnicowania produktów na wstępnie bądź znacząco przetworzone technologicznie, charakteryzujące się wyższymi wartościami F3 i na surowe o niższych wartościach F3.

Aby stwierdzić, który pierwiastek jest odpowiedzialny za grupowanie się badanych produktów, wykonano odpowiadające im wykresy ładunków czynnikowych (Rys. 5.26B-5.28B). Z rozmieszczenia punktów odpowiadających poszczególnym pierwiastkom wynika, że najwyższe wartości ładunków osiąga czynnik F1 dla Cu, Zn, Fe, Mg i Ca. W przypadku czynnika F2, osiąga on najwyższą wartość ładunków czynnikowych dla pierwiastków toksycznych (As, Hg, Cd) oraz dla Se, a niższe wartości w przypadku biopierwiastków. Za najwyższe wartości czynnika F3 odpowiedzialny jest Na i to jego zawartość różnicuje produkty poddane obróbce technologicznej od surowych.

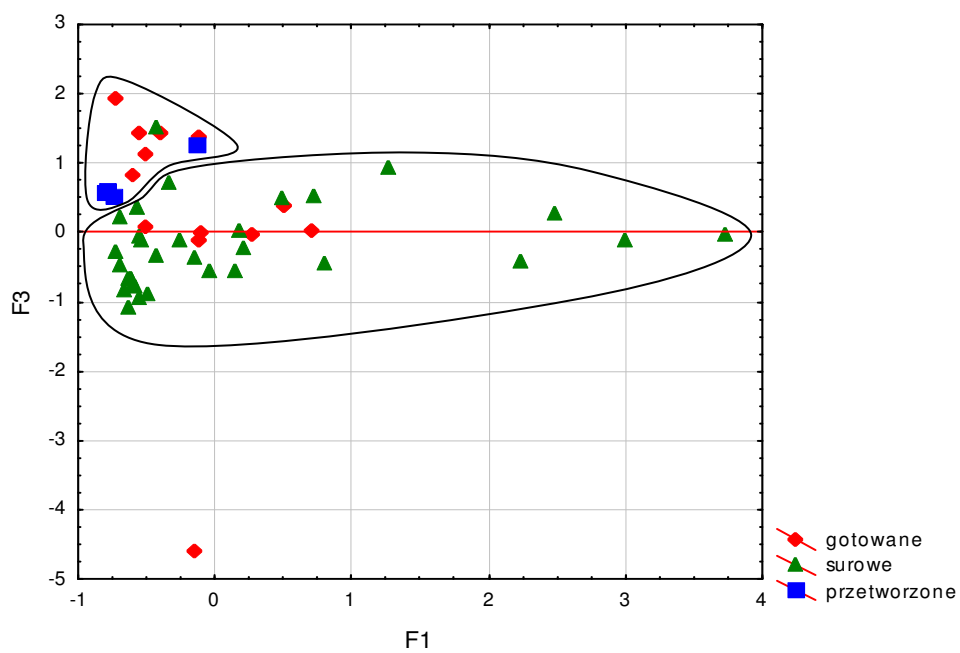


Rys. 5.26. Wykres w układzie współrzędnych czynnikowych F1-F2 przypadków, którym odpowiadają poszczególne produkty (A) i odpowiadających im ładunków czynnikowych (B) dla poszczególnych pierwiastków.

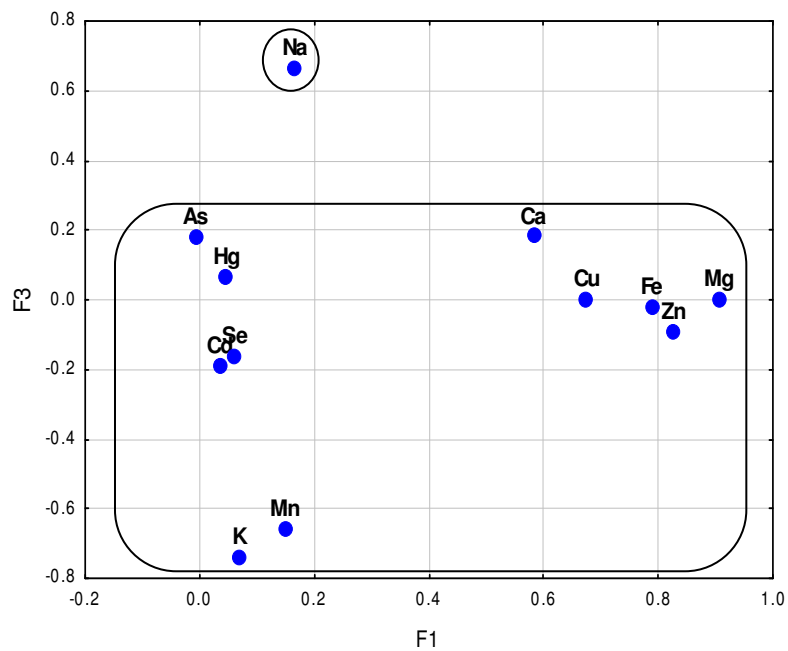


Rys. 5.27. Wykres w układzie współrzędnych czynnikowych F1-F2 przypadków, którym odpowiadają rejony świata - półkula północna i południowa, z których pochodzą badane produkty (A) i odpowiadających im ładunków czynnikowych (B) dla poszczególnych pierwiastków.

A



B



Rys. 5.28. Wykres w układzie współrzędnych czynnikowych F1-F3 przypadków, którym odpowiadają stopnie przetworzenia technologicznego badanych produktów (A) i odpowiadających im ładunków czynnikowych (B) dla poszczególnych pierwiastków.

6 Wnioski

Rezultaty analiz składu pierwiastkowego próbek morskich surowców żywnościowych oraz wyniki analiz statystycznych (ANOVA, FA) wykazały znaczne zróżnicowanie międzygatunkowe w zawartości badanych biopierwiastków i pierwiastków toksycznych wśród badanych jadalnych zasobów morskich.

Przebadane gatunki mięczaków i skorupiaków są generalnie znacznie lepszym źródłem mikro- i makroelementów niż ryby. Odznaczają się również wyższą zawartością pierwiastków toksycznych.

Wśród skorupiaków wskazano na korzystny profil odżywczy mięsa ze szczypiec kraba pochodzącego z Wielkiej Brytanii.

W przypadku mięczaków wykazano korzystny profil żywieniowy ostryg.

Ze względu na bardzo niskie spożycie owoców morza w Polsce oraz na podstawie porównania najwyższych stężeń pierwiastków toksycznych w produktach prezentowanych w niniejszej pracy z danymi dotyczącymi zawartości maksymalnych dopuszczalnych poziomów stężeń tych pierwiastków w produktach pochodzenia zwierzęcego zawartych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia bądź w rozporządzeniu FDA and EPA Safety Levels in Regulations and Guidance, praktycznie nie jest możliwe przekroczenie dawek PTWI, PMTDI oraz TDI i w związku z powyższym nie istnieje zagrożenie zdrowotne dla konsumentów.

Analiza czynnikowa uzyskanych danych pomiarowych pozwala na wyodrębnienie pewnych tendencji odpowiedzialnych za grupowanie się skorupiaków w odniesieniu do zawartości pierwiastków toksycznych, a także na wyodrębnienie rejonów geograficznych w związku z kumulacją tych pierwiastków. Wskazuje także na wpływ obróbki technologicznej związanej z zawartością Na w tych organizmach.

Na podstawie wyników FA stwierdzono, iż występuje wyraźne zróżnicowanie w rozmieszczeniu obiektów związane z wyższą kumulacją pierwiastków toksycznych i Se w skorupiakach oraz w produktach importowanych do Polski z półkuli północnej, a także w odniesieniu do wyższej zawartości Na w organizmach poddanych obróbce technologicznej. Tak wyraźne wyodrębnienie chemometryczne próbek w zależności od ich pochodzenia geograficznego można wiązać z większym stopniem industrializacji półkuli północnej niż południowej, a tym samym z intensywniejszą emisją pierwiastków toksycznych (Hg, As i Cd) na obszarze Ameryki Północnej, Europy i północnej części Rosji i Azji.

7 Literatura

- Abou-Arab, A., A., K., Ayesh, A., M., Amra, H., A., Naguib, K., 1996. Characteristic levels of some pesticides and heavy metals in imported fish. *Food Chemistry* 57, 487-492.
- Airas, S., Duinker, A., Julshamn, K., 2003. Copper, Zinc, Arsenic, Cadmium, Mercury and Lead in Blue Mussels (*Mytilus edulis*) in the Bergen Harbor Area, Western Norway. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 73, 276-284.
- Al. Rmalli, S., W., Haris, P., I., Harrington, C., F., Ayub, M., 2005. A survey of arsenic in foodstuffs on sale in the United Kingdom and imported from Bangladesh. *The Science of the Total Environment* 337, 23-30.
- Alasalvar, C., Taylor, K., D., A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry* 79, 145-150.
- Al-Majed, N., B., Preston, M., R., 2000. An Assessment of the Total and Methyl Mercury Content of Zooplankton and Fish Tissue Collected from Kuwait Territorial Waters. *Marine Pollution Bulletin* 40, 298-307.
- Amundsen, P.-A., Staldvik, F. J., Lukin, A. A., Kashulin, N. A., Popova, O. A., Reshetnikov, Y. S., 1997. Heavy metal contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. *The Science of the Total Environment* 201, 211-224.
- Astorga España, M., S., Peña Méndez, E., M., Lecaros Palma, O., García Montelongo, F., J., 1998. Heavy metals in *Mytilus chilensis* from the Strait of Magallenes (Chile). *Marine Pollutin Bulletin* 36, 542-546.
- Babicz-Zielińska, E., Rybowska, A., 2001. Preferencje ryb morskich i owoców morza w środowisku studentów 28, 550-555.
- Barska, I., Skrzyński, I., 2003. Contents of methylmercury and mercury in Baltic Sea fish and fish products. *Biuletyn Morskiego Instytutu Rybackiego* 160.
- Barwick, M., Maher, W., 2003. Biotransference and biomagnification of selenium, copper, cadmium, zinc, arsenic and lead in a temperate seagrass ecosystem from Lake Macquarie Estuary, NSW, Australia. *Marine Environmental Research* 56, 471-502.
- Barwick, M., Maher, W., 2003. Biotransference and biomagnification of selenium, copper, cadmium, zinc, arsenic and lead in a temperate seagrass ecosystem from Lake Macquarie Estuary, NSW, Australia. *Marine Environmental Research* 56, 471-502.

- Besada, V., Fumega, J., Vaamonde, A., 2002. Temporal trends of Cd, Cu, Hg, Pb, and Zn in mussel (*Mytilus galloprovincialis*) from the Spanish North-Atlantic coast 1991-1999. *The Science of the Total Environment* 288, 239-253.
- Bishop, D., 2001. Innovative in bivalves - a personal view. *Eurofish Magazine* 4, 84-86.
- Blackmore, G., 2001. Interspecific variation in heavy metal body concentrations in Hong Kong marine invertebrates. *Environmental Pollution* 114, 303-311.
- Blasco, J., Arias, A., M., Saenz, V., 1999. Heavy metals in organisms of the River Guadalquivir estuary: possible incidence of the Aznalcollar disaster. *The Science of the Total Environment* 242, 249-259.
- Bogden, J., D., 2000. The essentials trace elements and minerals: basic concepts. W: Bogden, J., D., Klevay, L., M., (red.), *Clinical Nutrition of the Essential Trace Elements and Minerals*. Humana Press. Totowa, New Jersey.
- Bragigand, V., Berthet, B., Amiard, J., C., Rainbow, P., S., 2004. Estimates of trace metal bioavailability to humans ingesting contaminated oysters. *Food and Chemical Toxicology* 42, 1893-1902.
- Breber, P., Scirocco, T., 1998. Open-sea mussel farming in Southern Italy. *Eurofish Magazine* 3, 36-38.
- Bu-Olayan, A. H., Al-Yakoob, S., 1998. Lead, nickel and vanadium in seafood: An exposure assessment for Kuwaiti consumers. *The Science of the Total Environment* 223, 81-86.
- Bu-Olayan, A., H., Subrahmanyam, M., N., V., 1996. Trace metals in fish from the Kuwait coast using the microwave acid digestion technique. *Environment International* 22, 753-758.
- Burger, J., Dixon, C., Shukla, T., Tsipoura, N., Jensen, H., Fitzgerald, M., Ramos, R., Gochfeld, M., 2003. Metals in Horseshoe Crabs from Delaware Bay. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 44, 36-42.
- Bürgin, R., Hofmann, H., Lillelund, K., Mosiman, A., Terofal, F., Teubner, Ch., 2001. *Owoce Morza i Ryby*. Muza SA, Warszawa.
- Bykowski, P., J., 2001. Problemy rybołówstwa światowego. *Przemysł Spożywczy* 5, 3-5.
- Bykowski, P., Kołodziej, K., Kołodziej, W., Domagała, M., 1993. Problems of the monitoring of raw fish and fishery products in Poland. *Biuletyn Morskiego Instytutu Rybackiego* 130. 75-84.
- Cabañero, A., I., Carvalho, C., Madrid, Y., Batorév, Cámara, C., 2005. Quantification and speciation of mercury and selenium in fish samples of high consumption in Spain and Portugal. *Biological Trace Element Research* 103, 18-35.

Calico Scallop.

<http://www7.taosnet.com/platinum/data/light/species/scallopcalico.html>

Canli, M., Furness, R., W. 1995. Mercury and cadmium uptake from seawater and from food by the Norway Lobster (*Nephrops norvegicus*). Environmental Toxicology and Chemistry. 14. 819-828.

Canli, M., Atli, G., 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution 121, 129-136.

Capar, S., G., i Szefer, P., 2005. Determination and speciation of trace elements in foods. W: Ötleş, S., (red.), Methods of Analysis of Food Components and Additives. CRC Press Taylor & Francis Group, United States of America 111-139.

CEEBIC - Central Eastern Europe Business Information Centre. Seafood Products Market. <http://www.mac.doc.gov/ceebic/countryr/Poland/MARKET/SeafoodProductsMarket.htm>

Celik, U., Oehlenschläger, J., 2004. Determination of zinc and copper in fish samples collected from Northeast Atlantic by DPSAV. Food Chemistry 87, 343-347.

Chan, K.W., Cheung, R., Y., H., Leung, S., F., Wong, M., H., 1999. Depuration of metals from soft tissues of oysters (*Crassostrea gigas*) transplanted from a contaminated site to clean sites. Environmental Pollution 105, 299-310.

Chase, M., E., Jones, S., H., Hennigar, P., Sowles, J., Harding, G., C., H., Freeman, K., Wells, P., G., Krahforst, C., Coombs, K., Crawford, R., Pederson, J., Taylor, D., 2001. Gulfwatch: monitoring spatial and temporal patterns of trace metal and organic contaminants in the Gulf of Maine (1991-1997) with the blue mussel, *Mytilus edulis* L. Marine Pollution Bulletin 42, 491-505.

Chien, L.-Ch., Hung, T.-Ch., Choang, K.-Y., Yeh, Ch.-Y., Meng, P.-J., Shieh, M.-J., Han, B.-Ch., 2002. Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and As for fishermen in Taiwan. The Science of the Total Environment 285, 177-185.

Chien, L.-Ch., Yeh, Ch.-Y., Shieh, M.-J., Han, B.-Ch., 2003. Pharmacokinetic model of daily selenium intake from contaminated seafood in Taiwan. The Science of the Total Environment 311, 57-64.

Chiu, S., T., Lam, F., S., Tze, W., L., Chau, C., W., Ye, D., Y., 2000. Trace metals in mussels from mariculture Jones, Hong Kong. Chemosphere 41, 101-108.

Crassostrea gigas.

<http://www.ciesm.org/atlas/Crassostreagigas.html>

Crustacea.

- <http://www.habitas.org.uk/marinelife/species.asp?item=S24140>
- Dalman, O., Demirak, A., Balci, A., 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry* 95, 157-162.
- De Wilde, J., W., Kamstra, A., 1995. Fish production. W: Ruiter, A., (red.), *Fish and Fishery Products. Composition, Nutritive Properties and Stability*. CAB International. UK.
- Deaker, M., Maher, W., 1999. Determination of arsenic in arsenic compounds and marine biological tissues using low volume microwave digestion and electrothermal atomic absorption spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 14, 1193-1207.
- Dickman, M., D., Leung, K., M., C., 1998. Mercury and organochlorine exposure from fish consumption in Hong Kong. *Chemosphere* 37, 991-1015.
- Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. 2004. The National Academy of Sciences, all rights reserved.
www.nap.edu/openbook/0309091691/html/21.html, copyright
- Dietary Reference Intakes: Elements. Institute of Medicine of the National Academies U.S.
<http://www.iom.edu/topic.asp?id=3708>
- Dolmer, P., Frandsen, R., P., 2002. Evaluation of the Danish mussel fishery: suggestions for an ecosystem management approach. *Helgöland Marine Research* 56, 13-20.
- Draganik, B., 1998. Mięczaki w diecie człowieka. *Magazyn Przemysłu Rybnego* 3, 45-48.
- Duquesne S., Riddle, M., J., 2001. Biological monitoring of heavy-metal contamination in coastal waters off Casey Station, Windmill Islands, East Antarctica. *Polar Biology* 10, 300-328.
- Environmental Technology Verification Report. ZAPS Technologies, Inc. Multi-parameter Analyzer (MP-1) for Nutrient Monitoring.
http://www.epa.gov/etv/pdfs/vvvs/01_vr_zaps.pdf
- FAO 2004. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific.
<http://www.fao.org/docrep/007/ad505e/ad505e00.htm>
- FAOa. 2003. Database and Statistics. Disposition of world fishery production.
<http://www.fao.org/docrep/T7799E/t7799e00.htm#Content>
- FAOb. 2003. Database and Statistics. Fish and fishery products – apparent consumption.
<http://www.fao.org/docrep/T7799E/t7799e00.htm#Contents>

- FAOc. 2003. Database and Statistics. Total values of international trade of seven fishery commodity groups, by continent, by countries or areas.
<http://www.fao.org/docrep/T7799E/t7799e00.htm#Contents>
- FAOd. 2003. World capture production.
<http://www.fao.org/docrep/T7799E/t7799e00.htm#Contents>
- FAOe. 2003. Estimated value by species groups.
<http://www.fao.org/docrep/T7799E/t7799e00.htm#Contents>
- FAOf. 2003. World aquaculture production of fish, crustaceans, molluscs, ect., by principal producers.
<http://www.fao.org/docrep/T7799E/t7799e00.htm#Contents>
- FDA & EPA Safety Levels in Regulations and Guidance.
<http://www.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4x5.html>
- FIGIS. Fisheries Global Information System.
http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=root&xml=species/species_search.xml
- Flaherty, M., Vandergeest, P., Miller, P., 1999. Rice Paddy or Shrimp Pond: Tough Rural Thailand. *World Development* 27, 2045-2060.
- Florańczyk, B., 1999. Metalotioneiny a wrażliwość nowotworów na chemioterapię i radioterapię. *Nowiny Lekarskie* 68. 829-837.
- Gajewska, R., Nabrzyski, M., 1980. Zawartość niektórych metali w kalmarach (*Loligo vulgaris*, *Illex illecebrosus*). *Roczniki PZH* 31, 169-171.
- García-Rico, L., Ramos Ruiz, R., E., Jiménez, J., V., 2001. Determination of total metals in cultivated oysters (*Crassostrea gigas*) from the northwest coast of Mexico by microwave digestion and atomic absorption spectrometry. *Journal of AOAC International* 84. 1909-1913.
- Giusti, L., Williamson, A. C., Mistry, A., 1999. Biologically available trace metals in *Mytilus edulis* from the coast of northeast England. *Environment International* 25, 969-981.
- Gökođlu, N., Yerlikaya, P., 2003. Determination of proximate composition and mineral contents of blue crab (*Callinectes sapidus*) and swim crab (*Portunus pelagicus*) caught off the Gulf of Antalya. *Food Chemistry* 80, 495-498.
- Gomaa, M. N. E., Abou-Arab, A. A. K., Badawy, A., Khayria, N., 1995. Distribution pattern of some heavy metals in Egyptian fish organs. *Food Chemistry* 53, 385-389.
- Gregori, I., Pinochet, H., Gras, N., Munoz L., 1996. Variability of cadmium, copper and zinc levels in molluscs and associated sediments from Chile. *Environmental Pollution* 92, 359-368.

- Han, B.-Ch., Jeng, W.-L., Hung, T.-Ch., Ling, Y.-Ch., Shieh, M.-J., Chien, L.-Ch., 2000. Estimation of metal and organochlorine pesticide exposures and potential health threat by consumption of oysters in Taiwan. *Environmental Pollution* 109, 147-156.
- Haraguchi, K., Ando, T., Sato, M., Kawaguchi, Ch., Tomiyasu, T., Horvat, M., Akagi, H., 2000. Detection of localized methylmercury contamination by use of the mussel adductor muscle in Minamata Bay and Kagoshima Bay, Japan. *The Science of the Total Environment* 261, 75-89.
- Hashmi, M., I., Mustafa, S., Tariq, S., A., 2002. Heavy metal concentrations in water and tiger prawn (*Panaeus monodon*) from Grow-out farms in Sabah, North Borneo. *Food Chemistry* 79, 151-156.
- Hellou, J., Zitko, V., Friel, J., Alkanani, T., 1995. Distribution of elements in tissues of yellowtail flounder *Pleuronectes ferruginea*. *The Science of the Total Environment* 181, 137-146.
- Heu, M.-S., Kim, J.-S., Shahidi, F., 2003. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. *Food Chemistry* 82, 235-242.
- Hung, T., Ch., Meng, P., J., Han, B., Ch., Chuang, A., Huang, Ch. Ch. 2001. Trace metals in different species of mollusca, water and sediments from Taiwan coastal area. *Chemosphere* 44, 833-841.
- IZŻ 2003. Sprawozdanie z projektu TCP/POL/8921(A) pt: „Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych”.
http://www.izz.waw.pl/doc/Podsumowanie_i_wnioski.pdf
- JECFA 2002. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Council of Europe's policy statements concerning materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Policy statement concerning metals and alloys. Technical document guidelines on metals and alloys used as food contact materials.
- Jeng, M.-S., Jeng, W.-L., Hung, T.-Ch., Yeh, Ch.-Y., Tseng, R.-J., Meng, P.-J., Han, B.- Ch., 2000. Mussel Watch: a review of Cu and other metals in various marine organisms in Taiwan, 1991-98. *Environmental Pollution* 110, 207-215.
- Johansen, P., Pars, T., Bjerregaard, P., 2000. Lead, cadmium, mercury and selenium intake by Greenlanders from local marine food. *The Science of the Total Environment* 245, 187-194.
- Josupeit, H., 2001. Coldwater shrimp production on the rise. *Eurofish Magazine* 4, 34-35.
- Journal of Molluscan Studies*.
<http://mollus.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/68/4/307>

- Jura, Cz., 2002. Bezkręgowce. Podstawy Morfologii Funkcjonalnej, Systematyki i Filogenezy. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H., 1999. Biogeochemia Pierwiastków Śladowych. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Kannan, K., Yasunaga, Y., Iwata, H., Ichihashi, H., Tanabe, S., Tatsukawa, R., 1995. Concentrations of heavy metals, organochlorines and organotins in Horseshoe Crab (*Tachypleus tridentatus*) from Japanese Coastal Waters. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 28, 40-47.
- Karadede, H., Oymak, S., A., Ünlü, E., 2004. Heavy metals in mullet (*Liza abu*), and catfish (*Silurus triostegus*), from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Environment International 30, 183-188.
- Karadede, H., Unlu, E., 2000. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere 41, 1371-1376.
- Katano, S., Matsuo, Y., Hanaoka, K., 2003. Arsenic compounds accumulated in pearl oyster *Pinctada fucata*. Chemosphere 53, 245-251.
- Ke, C., Wang, W.-X., 2001. Bioaccumulation of Cd, Se and Zn in an estuarine oyster (*Crassostrea rivularis*) and a coastal oyster (*Crassostrea glomerata*). Aquatic Toxicology 56, 33-51.
- Keizer, C., 1995. Freezing and chilling of fish. W: Ruiter, A., (red.), Fish and Fishery Products. Composition, Nutritive Properties and Stability. CAB International. UK.
- Keteles, K. A. Fleeger, J. W. 2001. The contribution of ecdysis to the fate of cooper, zinc and cadmium in grass shrimp, *Palaemonetes pugio* holthius. Marine Pollution Bulletin 42, 1397-1402.
- Kołodowska, A., Kołodowski, E., 2001. Szczególne właściwości żywieniowe ryb. Przemysł Spożywczy 6, 10-13.
- Kołodowski, E., 1986. Technologia Farszów Rybnych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe – PWN, Warszawa.
- Lall, S., P., 1995. Macro and trace elements in fish and shellfish. W: Ruiter, A., (red.), Fish and Fishery Products. Composition, Nutritive Properties and Stability. CAB International. UK.
- Lebiedzińska, A., Kostrzewa, A., Ryśkiewicz, J., Żbikowski, R., Szefer, P., 2006. Preferences consumption and choice factors of fish and seafood among university students. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences 15, 91-96.

- Lendinez, E., Lorenzo, M., L., Cabrera, C., López, M., C., 2001. Chromium in basic foods of the Spanish diet: seafood, cereals, vegetables, olive oils and dairy products. *The Science of the Total Environment* 278, 183-189.
- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Naccari, C., Martino, D., Calò, M., Naccari, F., 2005. Heavy metals in liver and muscle of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught in the straits of Messina (Sicily, Italy). *Environmental Monitoring and Assessment* 107, 239-248.
- Lin, S., Hsieh, I.-J., 1999. Occurrences of green oyster and heavy metals contaminant levels in the Sien-San Area, Taiwan. *Marine Pollution Bulletin* 38, 960- 965.
- Linde, A., R., Sánchez-Galan, S., Vallés-Mota, P., Gracia-Vázquez, E., 2001. Metallothionein as bioindicator of freshwater metal pollution European ell and brown trout. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 49, 60-63.
- Lucila Lares, M., Orians, K., J., 1997. Natural Cd and Pb variations in *Mytilus californianus* during the upwelling season. *The Science of the Total Environment* 197, 177-195.
- Lwanga, M., S., Kansiime, F., Denny, P., Scullion, J., 2003. Heavy metals in Lake George, Uganda, with relation to metal concentrations in tissues of common fish species. *Hydrobiologia* 499, 83-93.
- Manly, R., Blundell, S., P., Fifield, F., W., McCabe, P., J., 1996. Trace metal concentrations in *Mytilus edulis* L. from the laguna San Rafael, Southern Chile. *Marine Pollution Bulletin* 32. 444-448.
- Marcotrigiano, G., O., Storelli , M., M., 2003. Heavy metal, polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in marine organisms: risk evaluation for consumers. *Veterinary Research Communications* 27, 183-195.
- Marine Lobsters of the World.
<http://ip30.eti.uva.nl/bis/lobsters.php?menuentry=soorten&id=130>
- Mendez, H., Alava, F., Lavilla, I., Bendicho, C., 2002. Ultrasonic extraction combined with fast furnace analysis as an improved methodology for total selenium determination in seafood by electrothermal-atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 452, 217-222.
- Muñoz-Barbosa, A., Gutiérrez-Galindo, E., A., Flores- Muñoz, G., 2000. *Mytilus californianus* as an indicator of heavy metals on the northwest coast of Bay California, Mexico. *Marine Environmental Research* 49, 123-144.
- Murphy, S. P., 2001. Changes in dietary guidance: implications for food and nutrient databases. *Journal of Food Composition and Analysis* 14, 269-278.

- Murphy, S. P., 2002. Dietary reference intakes for the U.S. and Canada: update on implications for nutrient databases. *Journal of Food Composition and Analysis* 15, 411-417.
- Mya arenaria*.
http://www.nwmarinelife.com/htmlswimmers/m_arenaria.html
- Myrland, Ó., Trondsen, T., Johnson, R., S., Lund, E., 2000. Determinants of seafood consumption in Norway: lifestyle, revealed preferences, and barriers to consumption. *Food Quality and Preference* 11, 169-188.
- Nabrzyski, M., 2002. Mineral components. W: Sikorski, Z., E., (red.), *Chemical and Functional Properties of Food Components*. CRC Press LLC, United States of America.
- Neiland, A. E.; Soley, N.; Varley, J. B.; Whitmarh, D., J., 2001. Shrimp aquaculture: economic perspectives for policy development. *Marine Policy* 25, 265-279.
- Nicholson, S., Szefer, P., 2003. Accumulation of metals in the soft tissues, byssus and shell of the mytilid mussel *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) from polluted and uncontaminated locations in Hong Kong coastal waters. *Baseline/Marine Pollution Bulletin* 46, 1035-1048.
- Nielsen, F., H., 1993. Scientific Paper Abstracts on Minerals. Essential and toxic trace elements in Human health and disease.
<http://www.dcnutrition.com/minerals/mineral-abstracts.shtml>
- Nielsen, F., H., 2000. Possibly essential trace elements. W: Bogden, J., D., Klevay, L., M., (red.), *Clinical Nutrition of the Essential Trace Elements and Minerals*. Humana Press. Totowa, New Jersey.
- NOAA Fisheries. Red King Crab.
<http://www.afsc.noaa.gov/kodiak/photo/crabgprkc14a.htm>
- Pacific oyster.
<http://www7.taosnet.com/platinum/data/light/species/oysterpacific.html>
- Páez-Osuna, F. and Ruiz-Fernández, C. 1995. Comparative bioaccumulation of trace metals in *Penaes stylirostris* in estuarine and coastal environments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 40. 35-44.
- Páez-Osuna, F., Pérez-Gonzalez, R., Izaguirre-Fierro, G., Zauzeta-Padilla, H., M., Flores-Campaña, L., M., 1995. Trace metal concentrations and their distribution in the lobster *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) from the Mexican Pacific coast. *Environmental Pollution* 90, 163-170.

- Páez-Osuna, F., Tron-Mayen, L., 1996. Concentration and distribution of heavy metals in tissues of wild and farmed shrimp *Penaeus vannamei* from the north-west coast of Mexico. *Environmental International* 22, 442-450.
- Panczenko-Kresowska, B., i Ziemiański, Ś., 2001. Składniki mineralne – ich znaczenie w żywieniu człowieka. W: Ziemiański, Ś. (red.), *Normy Żywienia Człowieka. Fizjologiczne Podstawy*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Papagiannis, I., Kagalou, I., Leonardos, J., Petridis, D., Kalfakakou, V., 2004. Copper and zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece). *Environment International* 30, 357-362.
- Park, J., Presley, B., J., 1997. Trace metal contamination of sediments and organisms from the Swan Lake area of Galveston Bay. *Environmental Pollution* 98, 209-221.
- Polak-Juszczak, L., 2000. Levels and trends of changes in heavy metal concentrations in Baltic fish, 1991 to 1997. *Biuletyn Morskiego Instytutu Rybackiego* 149.
- Polak-Juszczak, L., Domagała, M., 1993. Trace metals in muscular tissue of pollock, hake, herring and mackerel. *Biuletyn Morskiego Instytutu Rybackiego* 130.
- Prawns.
<http://www.newmex.com/platinum/data/light/species/prawns.html>
- Protasowicki, M., 2005. Heavy metals. W: Dąbrowski, W., M. i Sikorski, Z., E., (red.), *Toxins in Food*. CRC Press LLC, United States of America.
- Prawns - capture and culture species.
<http://www.newmex.com/platinum/data/light/species/prawns.html>
- Puente, X., Villares, R., Carral, E., Carballeira, A., 1996. Nacreous shell of *Mytilus galloprovincialis* as a biomonitor of heavy metal pollution in Galicia (NW Spain). *The Science of the Total Environment* 183, 205-211.
- Rainbow, P., S., 2002. Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why and so what? *Environmental Pollution* 120, 497-507.
- Rajski, A., 1997. *Zoologia. Tom 2. Część Systematyczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Riget, F., Johansen, P., Asmund, G., 1996. Influence of length of elements concentrations in Blue Mussels (*Mytilus edulis*). *Marine Pollution Bulletin* 32, 745-751.
- Rivarolo, P., Abelmoschi, M., L., Leardi, R., Frache, R., 2000. Monitoring of heavy metals and butyltin compounds in coastal waters of Ligurian Sea: results of a mussel watch project. *Toxicological and Environmental Chemistry* 75, 99-111.

- Rojas de Astudillo, L., Chang Yang, I., Agard, J., Bekele, I., Hubbard, R., 2005. Heavy metals in green mussel (*Perna viridis*) and oysters (*Crassostrea* sp.) from Trinidad and Venezuela. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 42, 410-415.
- Rotchell, J., M., Clarke, K., R., Newton, L., C., Bird, D., J., 2001. Hepatic metallothionein as a biomarker for metal contamination: age effects and seasonal variation in European flounders (*Pleuronectes flesus*) from the Severn Estuary and Bristol Channel. *Marine Environmental Research* 52, 151-171.
- Rowe, Ch., L., 1998. Elevated standard metabolic rate in a freshwater shrimp (*Palaemonetes paludosus*) exposed to trace element-rich coal combustion waste. *Comparative Biochemistry and Physiology* 121, 299-304.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 grudnia 2001r. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, 9. Wykaz dopuszczalnych zanieczyszczeń w środkach spożywczych i używkach oraz w substancjach dodatkowych dozwolonych.
- Ruelas-Inzunza, J., García-Rosales, S., B., Páez-Osuna, F., 2004. Distribution of mercury in adult penaeid shrimps from Altata-Ensenada del Pabellón lagoon (SE Gulf of California). *Chemosphere* 57, 1657-1661.
- Ruiz, J., M., Saiz-Salinas, J., I., 2000. Extreme variation in the concentration of trace metals in sediments and bivalves from the Bilbao estuary (Spain) caused by the 1989-90 drought. *Marine Environmental Research* 49, 307-317.
- Sandacz. <http://www.stawy.hg.pl/zwierz/ryby/sandacz.htm>
- Schoof, R., A., Yost, L., J., Eickhoff, J., Crecelius, A., Cragin, D., W., Meacher, D., M., Menzel, D., B., 1999. A market basket survey of inorganic arsenic in food. *Food and Chemical Toxicology* 37, 839-846.
- Seafood Watch. Seafood report. Spinny Lobsters Vol 2.
http://www.mbayaq.org/cr/cr_seafoodwatch/content/media/MBA_SeafoodWatch_CaliforniaSpinyLobsterReport.pdf
- Seremak-Bulge, J., Hryszko K., 2004. Produkcja ryb w akwakulturze. *Magazyn Przemysłu Rybnego* 4, 45-47
- SGUD - Sea Grant University of Delaware - shrimp.
<http://www.ocean.udel.edu/mas/seafood/shrimp.html>
- Shrimp - catching. Food Market Exchange-B2B e-marketplace for the food industry.
http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/seafood/shrimp/dc_pi_sf_shrimp0204_04.htm

- Sikorski, Z., E., Gildberg, A., Reiter, A., 1995. Fish products. W: Ruitter, A., (red.), Fish and Fishery Products. Composition, Nutritive Properties and Stability. CAB International. UK.
- Sikorski, Z. E., 2004. Ryby i Bezkręgowce Morskie - Pozyskiwanie, Właściwości i Przetwarzanie. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa.
- Sikorski, Z., E., 1980. Technologia żywności pochodzenia morskiego. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa.
- Silva, C., A., R., Rainbow, P., S., Smith, B., D., Santos, Z., L., 2001. Biomonitoring of trace metal contamination in the potengi estuary, Natal (Brazil), using the oyster *Crassostrea rhizophorae*, a local food source. Water Research 35, 4072-4078.
- SMSFP1: Smithsonian Marine Station at Fort Pierce: Penaeus Setiferus.
http://www.sms.si.edu/irlspec/Penaeu_setife.htm
- SMSFP2: Smithsonian Marine Station at Fort Pierce: Penaeus duorarium.
http://www.sms.si.edu/irLspec/Penaeu_duorar.htm
- Soto-Jiménez, M., Páez-Osuna, F., Morale-Hernández, F., 2001. Selectad trace metals in oysters (*Crassostrea iridescens*) and sediments from the discharge zone if the submarine sewage outfall in Mazatlán Bay (southeast Gulf of California): chemical fractions and bioaccumulation factors. Environmental Pollution 114, 357-373.
- Spaargaren, D., H., 1997. Physiological constraints in shrimp cultures. Comparative Biochemistry and Physiology 118A, 1371-1376.
- Squid - catching industry.
http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/seafood/squid/detail/dc_pi_sf_squid_0303.htm
- Squid - catching: Food Market Exchange-B2B e-marketplace for the food industry.
http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/seafood/squid/detail/dc_pi_sf_squid_0304_02.htm
- Squid world's catching: Food Market Exchange – B2B e-marketplace for the food industry.
http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/seafood/squid/detail/dc_pi_sf_squid_00301.htm
- Squid.
<http://www7.taosnet.com/platinum/data/light/species/squid.html>
- Storelli, M. M., Marcotrigiano, G. O., 2001. Consumption of bivalve molluscs in Italy: estimated intake of cadmium and lead. Food Additives and Contaminants 18, 303-307.

- Szefer, P., Falandysz, J., 1985. Trace metals in muscle tissue of fish taken from the Southern Baltic. *Zeitschrift für Lebensmittel -Untersuchung und -Forschung* 181, 217-220.
- Szefer, P., Frelek, K., Szefer, K., Lee, Ch.-B., Kim, B.-S., Warzocha, J., Zdrojewska, I., Ciesielski, T., 2002. Distribution and relationships of trace metals in soft tissue, byssus and shells of *Mytilus edulis trossulus* from the southern Baltic. *Environmental Pollution* 120, 423-444.
- Szefer, P., Geldon, J., 1997. Distribution and association of trace metals in soft tissue and byssus of mollusc *Perna perna* from the Gulf of Aden, Yemen. *Environment International* 23, 53-61.
- Szefer, P., Ikuta, K., Frelek, K., Zdrojewska, I., Nabrzyski, M., 1999. Mercury and other trace metals (Ag, Cr, Co and Ni) in soft tissue and byssus of *Mytilus edulis* from the east coast of Kyushu Island, Japan. *The Science of the Total Environment* 229, 227-234.
- Szefer, P., Ikuta, K., Kushiyama, S., Frelek, K., Geldon, J., 1997. Distribution of trace metals in the Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*), and crabs from the East Coast of Kyushu Island, Japan. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 58, 108-114.
- Szefer, P., Kim, B., S., Kim, C., K., Kim, E., H., Lee, C., B., 2004. Distribution and coassociation of trace elements in soft tissue and byssus of *Mytilus galloprovincialis* relative to the surrounding seawater and suspended matter of the southern part of the Korean Peninsula. *Environmental Pollution* 129, 209-228.
- Trondsen, T., Braaten, T., Lund, A., E., Eggen, A., E., 2004a. Consumption of seafood - the influence of overweight and health beliefs. *Food Quality and Preference* 15, 361-374.
- Trondsen, T., Braaten, T., Lund, A., E., Eggen, A., E., 2004b. Health and seafood consumption patterns among women aged 45-69 years. A Norwegian seafood consumption study. *Food Quality and Preference* 15, 117-128.
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y., Akyurt, İ., 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from İskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chemistry* 91, 167-172.
- Turoczy, N., J., Mitchell, B., D., Levings, A., H., Rajendram, V., S., 2001. Cadmium, copper, mercury, and zinc concentrations in tissues of the King Crab (*Pseudocarcinus gigas*) from Southeast Australian waters. *Environmental International* 27, 327-334.
- U.S. Fish and Wildlife Service. Species Profiles: Life Histories and Environmental Requirements of Coastal Fishes and Invertebrates (Gulf of Mexico).
<http://www.nwrc.usgs.gov/wdb/pub/0165.pdf>

- Usero, J., González-Regalado, Gracia, I., 1997. Trace metals in bivalve molluscs *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinrum* from the Atlantic coast of southern Spain. *Environment International* 23, 291-298.
- Vaz-Pires, P., Barbosa, A., 2004. Sensory, microbiological, physical and nutritional properties of iced whole common octopus (*Octopus vulgaris*). *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 37, 105-114.
- Vilanó, M., Rubio, R., 2001. Determination of arsenic species in oyster tissue by microwave-assisted extraction and liquid chromatography-atomic fluorescence detection. *Applied Organometallic Chemistry* 2001, 658-666.
- Villa-Lojo, M., C., Alonso-Rodríguez, E., López-Mahía, P., Muniategui-Lorenzo, S., Prada-Rodríguez D., 2002. Coupled high performance liquid chromatography-microwave digestion-hydride generation-atomic absorption spectrometry for inorganic and organic arsenic speciation in fish tissue. *Talanta* 57, 741-750.
- Wang, W-X. Rainbow, P. S. 2005. Influence of metal exposure history on trace metal uptake and accumulation by marine invertebrates. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 61. 145-159.
- Wang, Y., Liang, L., Shi, J., Jiang, G., 2005. Study on the contamination of heavy metals and their correlations in mollusks collected from coastal sites along the Chinese Bohai Sea. *Environmental International* 31. 1103-1113.
- WHO 2003.
Nutrition.<http://www.who.int/nut/research1.htm>
- Wong, C., K., C., Cheung, R., Y., H., Wong, M., H., 2000. Heavy metal concentrations in green-lipped mussels collected from Tolo Harbour and markets in Hong Kong and Shenzhen. *The Science of the Total Environment* 109, 165-171.
- Wong, C., K., Wong, P., P., K., Chu, L., M., 2001. Heavy metals concentrations in marine fishes collected from fish culture from fish culture sites in Hong Kong. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 40, 60-69.
- World Shrimp Catching: Food Market Exchange-CP Group (Thailand), Shrimp Culture Newsletter.
- Yap, C. K., Ismail, A., Tan, S., G., 2004. Heavy metal (Cd, Cu, Pb and Zn) concentrations in the green-lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) collected from some wild and aquacultural sites in the west coast of Peninsular Malaysia. *Food Chemistry* 84, 569-575.

- Yerba, M., C., Moreno-Cid, A., 2003. On-line determination of manganese in solid seafood samples by flame atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 477, 49-155.
- Zauke, G.-P., Savinov, V., M., Ritterhoff, J., Savinova, T., 1999. Heavy metals in fish from the Barents Sea (summer 1994). *The Science of the Total Environment* 227, 161-173.
- Ziemiański, Ś., 2001. Interpretacja norm żywienia. W: Ziemiański, Ś. (red.), *Normy Żywienia Człowieka. Fizjologiczne Podstawy*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.

8 Załączniki

8.1 Załącznik I - Ankieta

OCENA PREFERENCJI I CZĘSTOŚCI SPOŻYCIA PRODUKTÓW RYBNYCH I OWOCÓW MORZA

Ankieta sporządzona w Katedrze i Zakładzie Bromatologii Wydziału Farmaceutycznego Akademii Medycznej w Gdańsku.

1. Płeć:

kobieta

mężczyzna

2. Wiek:

poniżej 20 lat

20 - 30 lat

30 – 40 lat

40 – 50 lat

50 – 60 lat

powyżej 60 lat

3. Waga:

.....

4. Wykształcenie:

podstawowe

średnie

wyższe

5. Wykonywany zawód:

.....

6. Miejsce zamieszkania (województwo):

.....

7. Czy palisz papierosy?

tak

nie

8. Jak długo palisz papierosy? (jeśli w pytaniu nr 8 padła odpowiedź „tak”)

.....

9. Jaka dietę stosujesz?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> wegetariańską | <input type="checkbox"/> dla sportowców |
| <input type="checkbox"/> odchudzającą | <input type="checkbox"/> inną |
| <input type="checkbox"/> niskotłuszczową | <input type="checkbox"/> nie stosuję żadnej diety |

10. Czy cierpisz na którąś z niżej wymienionych dolegliwości?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> cukrzyca | <input type="checkbox"/> choroba niedokrwienna serca |
| <input type="checkbox"/> podwyższone ciśnienie | <input type="checkbox"/> inne |
| <input type="checkbox"/> podwyższony cholesterol | |

11. Czy znasz produkty spożywcze takie jak krewetki, małże, ostrygi, kraby, homary lub ośmiornice powszechnie nazywane „owocami morza”?

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> tak | <input type="checkbox"/> nie |
|------------------------------|------------------------------|

12. Czy jadasz „owoce morza”?

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> tak | <input type="checkbox"/> nie |
|------------------------------|------------------------------|

13. Jakie produkty jadasz najczęściej?

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> krewetki | <input type="checkbox"/> homary |
| <input type="checkbox"/> małże | <input type="checkbox"/> ośmiornice |
| <input type="checkbox"/> ostrygi | <input type="checkbox"/> kalmary |
| <input type="checkbox"/> kraby | <input type="checkbox"/> inne |

14. Jak często jadasz

- | | |
|--|--|
| ryby: | „owoce morza”: |
| <input type="checkbox"/> kilka razy w tygodniu | <input type="checkbox"/> kilka razy w tygodniu |
| <input type="checkbox"/> raz w tygodniu | <input type="checkbox"/> raz w tygodniu |
| <input type="checkbox"/> kilka razy w miesiącu | <input type="checkbox"/> kilka razy w miesiącu |
| <input type="checkbox"/> raz w miesiącu | <input type="checkbox"/> raz w miesiącu |
| <input type="checkbox"/> rzadziej | <input type="checkbox"/> rzadziej |

15. Co skłoniło cię do konsumpcji ryb i „owoców morza”?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> walory smakowe | <input type="checkbox"/> nowość na rynku |
| <input type="checkbox"/> świeżość | <input type="checkbox"/> moda / spotkania towarzyskie |
| <input type="checkbox"/> wygląd zewnętrzny | <input type="checkbox"/> cena |
| <input type="checkbox"/> wpływ na zdrowie | <input type="checkbox"/> dostępność |
| <input type="checkbox"/> wartość odżywcza | <input type="checkbox"/> inne |
| <input type="checkbox"/> przyzwyczajenia | |

16. Gdzie jadasz „owoce morza”?

dom

restauracja

17. Czy kupujesz

ryby:

do obróbki kulinarnej

produkty gotowe do spożycia

„owoce morza”:

do obróbki kulinarnej

produkty gotowe do spożycia

18. W jakiej postaci najczęściej jesz

ryby:

wędzone

smażone

marynowane, koreczki

w galarecie

konserwy

zupy

pasty

sałatki

„owoce morza”:

dania obiadowe

sałatki

przekąski

inne

