

LUCYNA POLAK-JUSZCZAK, MARIA ADAMCZYK

JAKOŚĆ I SKŁAD AMINOKWASOWY BIAŁKA RYB Z ZALEWU WIŚLANEGO

Streszczenie

Celem pracy była ocena ilości i jakości białka oraz aminokwasów zawartych w rybach z Zalewu Wiślanego. Badaniami objęto gatunki ryb (węgorz, śledź, leszcz, sandacz, płoć i okoń) najliczniej poławianych w tym akwenie. Określono podstawowy skład chemiczny mięsa ryb (zawartość białka, tłuszczu, wody), strawność białka i skład aminokwasów.

Badane ryby były rybami chudymi i średnio tłustymi (z wyjątkiem węgorza) i zawierały od 14,4 do 19,5 g/100 g białka wysoko strawnego (98,3 - 98,8 %). Białko badanych ryb, a szczególnie sandacza zawierało dużo aminokwasów egzogennych. W 100 g mięśni znajdowało się od 5,79 do 8,85 g tych niezbędnych dla organizmu związków. Wyniki badań wskazują, że 100 g mięsa każdego gatunku ryb z Zalewu Wiślanego pokrywa z nadmiarem dzienne zapotrzebowanie dorosłego człowieka na białko. Zawartość aminokwasów egzogennych występujących w mięsie ryb z Zalewu Wiślanego przewyższa ich ilość w białku wzorcowym. Świadczy to o wysokiej jakości białka ryb. W białku dominują aminokwasy; metionina i cysteina, lizyna, izoleucyna oraz histydyna. Ich zawartość w stosunku do białka wzorcowego wynosiła od 145,2 do 239,5 %.

Słowa kluczowe: ryby, aminokwasy, białko, Zalew Wiślany

Wprowadzenie

Wartość odżywcza ryb wynika z zawartego w nich lekko strawnego białka, wysoko wartościowych tłuszczów oraz składników mineralnych i witamin. Wszystkie te związki stanowią składniki odżywcze, które wykorzystywane są przez organizm jako materiał budulcowy, źródło energii oraz czynniki regulujące procesy metaboliczne. Niektóre produkty żywnościowe, w tym również ryby, zawierają wiele niezbędnych dla zdrowia składników jednocześnie. Ryby znane są jako bogate źródło białka i niezbędnych aminokwasów, mikro- i makroelementów, witamin rozpuszczalnych w tłuszczu oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3.

Białka stanowią zasadniczy element budowy wszystkich tkanek ustroju człowieka i wielu czynnych biologicznie związków, takich jak enzymy i hormony niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Jakość białka, czyli jego wartość odżywcza zależy od zawartości aminokwasów egzogennych i endogennych, ich wzajemnej proporcji oraz od strawności produktu. Spośród 18 aminokwasów ważnych w odżywianiu ludzi 8 - 10 (w zależności od wieku) nie może być syntetyzowanych przez organizm człowieka, dlatego muszą być dostarczane w pożywieniu. Są to aminokwasy egzogenne: izoleucyna, leucyna, lizyna, metionina, fenyloalanina, treonina, tryptofan, walina oraz arginina i histydyna w przypadku niemowląt [6].

Walory odżywcze ryb morskich znane są w dość szerokim zakresie, natomiast brakuje informacji na temat wartości odżywczych ryb z Zalewu Wiślanego. Dlatego podjęto badania mające na celu poszerzenie wiedzy o aminokwasach wpływających na wartość odżywczą ryb z tego rejonu.

Material i metody badań

Material do badań

Badania przeprowadzono na następujących gatunkach ryb z Zalewu Wiślanego: węgorz (*Anguilla anguilla*), śledź (*Clupea harengus*), leszcz (*Aramis brama*), sandacz (*Stizostedion lucioperca*), płoć (*Rutilus rutilus*), okoń (*Perca fluviatilis*). Materiał do badań pobierano od rybaków z połowów w okresie wiosennym (marzec - czerwiec) i jesiennym (wrzesień - listopad) 2007 r. Ryby po złowieniu transportowano do laboratorium w łodzi, a gdy nie można było wykonać analizy tego samego dnia składowano je w temp. 0 °C do następnego dnia.

Metody badań

Z ryb po filetowaniu i odskórzaniu pobierano około 700 g tkanki mięśniowej, którą homogenizowano, a następnie zamrażano i liofilizowano.

Oznaczenia zawartości białka, tłuszczu, suchej masy oraz białka strawnego wykonano w akredytowanym Laboratorium Badawczym Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni. Skład chemiczny wszystkich próbek oznaczano metodami zawartymi w AOAC [1]. Suchą masę określano przez suszenie próbki w piecu w temp. 103 °C przez 8 h; tłuszcz ekstrahowano z próbek eterem etylowym w aparacie Soxhleta; zawartość białka oznaczano metodą Kjeldahla zgodnie z PN [13], przy zastosowaniu współczynnika przeliczeniowego dla ryb = 6,25; białko strawne oznaczano metodą Kjeldahla po uprzedniej hydrolizie z pepsyną.

Oznaczenia zawartości aminokwasów wykonywano w Centralnym Laboratorium Instytutu Zootechniki w Krakowie. Analizy wykonywano metodami chromatografii jonowymiennej, na które laboratorium uzyskało akredytację. Oznaczanie zawartości

aminokwasów: kwasu asparaginowego, treoniny, seryny, kwasu glutaminowego, proliny, glicyny, alaniny, waliny, izoleucyny, leucyny, tyrozyny, fenyloalaniny, histydyny, lizyny i argininy wykonywano wg metody AOAC [1]. Liofilizowane próbki tkanki mięśniowej ryb poddawano hydrolizie 6 N HCL przez 22 h w temp. 110 °C w obecności azotu. Po odparowaniu hydrolizatu aminokwasy rozpuszczano w buforze cytrynianowym (pH 2,2) i poddawano analizie chromatograficznej w analizatorze aminokwasów. Cystynę, cysteinę i metioninę białka utleniało kwasem nadmanganowym do kwasu cysteinowego i sulfonianu metioniny, a następnie hydrolizowano w 6 N kwasie solnym w temp. 110 °C przez 18 h. Po odparowaniu hydrolizatu aminokwasy rozpuszczano w buforze cytrynianowym (pH = 2,2). Tak przygotowany roztwór pobierano do analizy chromatograficznej. Zawartość tryptofanu oznaczano w próbce białka hydrolizowanego w roztworze wodorotlenku baru w temp. 110 °C przez 18 h. W hydrolizacie strącano jony baru kwasem siarkowym. Osad odwirowywano, a roztwór przenoszono do kolby miarowej. Osad przepłukiwano buforem cytrynianowym (pH = 2,2) za każdym razem przenosząc roztwór do kolbki miarowej [12]. Tak przygotowany roztwór pobierano do analizy chromatograficznej. Analizę chromatograficzną przeprowadzano w analizatorze aminokwasów AAA 400 z kolumną jonowymienną i z detektorem UV-VIS. Zawartość aminokwasów wyznaczano na podstawie porównania ze wzorcem zewnętrznym i po uwzględnieniu odzysku. Analizy wykonywano w próbce średniej utworzonej z 10 próbek danego gatunku ryb. Każda analiza przeprowadzona była w dwóch powtórzeniach. Chemiczny miernik jakości białka CS (Chemical Score) określano jako stosunek zawartości egzogenego aminokwasu w testowanym białku (g/100 g białka strawnego) do zawartości tego samego aminokwasu w białku wzorcowym (g/100 g białka).

Wyniki i dyskusja

Ryby w zależności od zawartości tłuszczu klasyfikowane są jako chude (do 2 % tłuszczu), średniotłuste (2 – 7 % tłuszczu), tłuste (7 – 15 % tłuszczu) i bardzo tłuste (powyżej 15 % tłuszczu) [14]. Zgodnie z powyższą klasyfikacją badane płocie, okonie i sandacze były rybami chudymi. Zawartość tłuszczu w ich mięśniach wynosiła średnio od 0,39 do 0,79 g/100 g (tab. 1). Śledzie i leszcze zawierały 2,61 g/100 g i 3,14 g/100 g tłuszczu, więc należały do ryb średnio tłustych. Węgorze były rybami bardzo tłustymi o zawartości tłuszczu średnio 29,77 g/100 g. Dane literaturowe przedstawiają podobne zróżnicowanie ilości tłuszczu w rybach słodkowodnych (leszczu, sandaczu, okoniu) z innych akwenów [3, 7, 9, 19].

Badane ryby zawierały średnio od 14,4 do 19,5 % białka. Białka te charakteryzowały się dużą zawartością białka strawnego, wynoszącą od 98,3 do 98,8 % (tab. 1). Najwięcej wysoko strawnego białka zawierał sandacz (19,5 g/100 g). W tkance okonia,

płoci i leszcza białko występowało na zbliżonym poziomie (około 18 g/100 g), natomiast znacznie mniej zawierały go mięśnie węgorza (14,4 g/100 g). Są to wartości zbliżone do zawartości białka w łosiosiu, troci i pstrągu [11] oraz w pandze [15].

Tabela 1

Charakterystyka chemiczna tkanki mięśniowej ryb z Zalewu Wiślanego.
Chemical profile of the muscle tissue of fish from the Vistula Lagoon.

Gatunek ryby Fish species	Białko [g/100 g] Protein	Strawność [%] Digestibility	Tłuszcz [g/100 g] Lipid	Sucha masa [%] Dry matter
Śledź / Herring	16,60 ± 0,95	98,3 ± 1,1	3,09 ± 1,76	20,88 ± 1,30
Okoń / Perch	18,10 ± 0,48	98,4 ± 0,7	0,12 ± 0,05	19,90 ± 0,64
Płoc / Roach	18,30 ± 0,44	98,6 ± 0,5	0,56 ± 0,34	20,75 ± 0,66
Sandacz / Pikeperch	19,50 ± 0,50	98,8 ± 0,6	0,13 ± 0,11	21,00 ± 0,70
Leszcz / Bream	18,10 ± 0,50	98,5 ± 0,5	2,59 ± 1,26	22,40 ± 1,10
Węgorz / Eel	14,50 ± 0,80	98,5 ± 0,6	28,90 ± 4,90	43,90 ± 4,40

Wartości średnie z 10 prób ± odchylenie standardowe / Mean values of 10 samples ± standard deviation

Jakość białka ryb ocenia się na podstawie zawartych w nim aminokwasów. Najważniejsze z nich to aminokwasy egzogenne, czyli niezbędne dla organizmu człowieka. Skład aminokwasów w białku ryb z Zalewu Wiślanego przedstawiono w tab. 2. Najwięcej aminokwasów egzogennych zawierał sandacz – w 100 g tkanki mięśniowej znajdowało się 8,85 g tych aminokwasów. Dzielne zapotrzebowanie na aminokwasy niezbędne dla dorosłego człowieka o masie 70 kg wynosi 5,59 g [5]. Wyniki badań wskazują, że 100 g tkanki mięśniowej każdego gatunku ryb z Zalewu Wiślanego pokryło z nadmiarem dzielnne zapotrzebowanie dorosłego człowieka na ten składnik. Zawartość aminokwasów egzogennych w większości gatunków ryb z Zalewu Wiślanego była większa niż w atlantyckim łosiosiu, halibucie, czy płastudze [2, 10] oraz pstrągu strumieniowym, dorszu i szczupaku [11]. Chemiczną ocenę jakości białka wykonano, porównując skład aminokwasów badanego białka ze składem białka wzorcowego, które teoretycznie powinno pokrywać zapotrzebowanie na aminokwasy u ludzi w różnym wieku.

Komitet Ekspertów FAO/WHO przyjął w 1991 r. skład białka wzorcowego [4] (tab. 3). Skład ten jest obecnie uznawany za najodpowiedniejszy do oceny białka w żywieniu wszystkich grup ludzi. Zawartość niezbędnych aminokwasów występujących w białku ryb z Zalewu Wiślanego była wyższa niż w białku wzorcowym (tab. 3). Szczególnie korzystna była zawartość lizyny oraz metioniny i cysteiny. Dotyczy to wszystkich badanych gatunków ryb z Zalewu Wiślanego. Najważniejszymi aminokwasami pod względem wartości odżywczej są lizyna, metionina i cysteina [18]. Przy określaniu jakości białka metodą chemiczną wykorzystuje się pojęcie tzw. aminokwasu

ograniczającego. Jest to aminokwas egzogeny, który w danym białku występuje w ilości najmniejszej, w porównaniu z białkiem wzorcowym.

Tabela 2

Zawartość aminokwasów w rybach z Zalewu Wiślanego [g/100 g mięśni].

Content of amino acids in fish from the Vistula Lagoon [g/100 g muscle].

Aminokwas Amino acid	Zalecane dawki dzienne* Recommended daily intake		Śledź Herring	Okień Perch	Płoc Roach	Sandacz Pikeperch	Leszcz Bream	Węgorz Eel
	[mg/kg body weight]	[g/70 kg body weight]						
Treonina/ Threonine	6,5	0,46	0,72	0,77	0,73	0,97	0,74	0,60
Walina / Valine	11,4	0,80	0,80	0,78	0,86	0,98	0,82	0,65
Izoleucyna Isoleucine	15,7	1,10	0,69	0,75	0,79	0,93	0,75	0,59
Leucyna / Leucine	9,5	0,67	1,30	1,38	1,47	1,69	1,37	1,03
Tyrozyna / Tyrosine	12,1	0,85	0,47	0,48	0,54	0,71	0,55	0,40
Feniloalanina Phenylalanine			0,64	0,69	0,76	0,87	0,69	0,53
Cysteina / Cysteine	12,1	0,85	0,15	0,18	0,17	0,18	0,17	0,13
Metionina Methionine			0,53	0,55	0,53	0,64	0,52	0,44
Tryptofan Tryptophan	2,9	0,20	0,23	0,27	0,27	0,27	0,21	0,18
Lizyna /Lysine	9,4	0,66	1,50	1,65	1,74	2,03	1,65	1,24
Σ aminok. egzogen. Σ of exogenous amino acids	79,6	5,59	7,03	7,50	7,86	8,85	7,47	5,79
Kwas asparaginowy Aspartic acid	-	-	1,51	1,66	1,71	2,02	1,68	1,23
Histydyna /Histidine	-	-	0,51	0,52	0,58	0,62	0,55	0,67
Arginina / Arginine	-	-	0,90	0,97	1,01	1,26	0,96	0,81
Seryna / Serine	-	-	0,60	0,66	0,69	0,84	0,65	0,52
Kwas glutaminowy Glutamic acid	-	-	2,16	2,48	2,53	3,12	2,30	1,58
Prolina / Proline	-	-	0,45	0,50	0,51	0,63	0,49	0,52
Glicyna / Glycine	-	-	0,73	0,81	0,88	0,98	0,87	0,90
Alanina / Alanine	-	-	0,82	0,89	1,05	1,24	0,97	0,81

* Wg Gawęckiego [5] / According to Gawęcki

Tabela 3

Zawartość aminokwasów egzogennych w białku ryb z Zalewu Wiślanego [g/100 g białka].

Content of exogenous amino acids in the protein of fish from the Vistula Lagoon [g/100 g protein].

Aminokwas Amino acid	Śledź Herring	Okoń Perch	Płoc Roach	Sandacz Pikeperch	Leszcz Bream	Węgorz Eel	Białko wzorcowe Standard *
Izoleucyna / Isoleucine	4,16	4,14	4,32	4,77	4,14	4,07	2,8
Leucyna / Leucine	7,83	7,62	8,03	8,67	7,57	7,10	6,6
Lizyna / Lysine	9,04	8,95	9,51	10,41	9,12	8,55	5,8
Metionina + Cysteina Methionine + Cysteine	4,09	4,03	3,83	4,20	3,81	3,93	2,5
Feniloalanina+Tyrozyna Phenylalanine +Tyrosine	6,69	6,46	7,10	8,10	6,85	6,42	6,3
Treonina / Threonine	4,33	4,25	3,99	4,97	4,09	4,14	3,4
Tryptofan/Tryptophan	1,38	1,49	1,48	1,38	1,16	1,24	1,1
Walina / Valine	4,82	4,31	4,70	5,02	4,53	4,48	3,5
Σ Aminokw. egzog. Σ of exogenous amino acids	42,34	41,25	42,96	45,36	41,27	39,93	32,0

* wg FAO/WHO [4] / According to FAO/WHO

Do najczęściej używanych metod chemicznej oceny wartości odżywczej białek należy chemiczny miernik jakości białka CS (Chemical Score) (tab. 4). Wskaźnik ten określa stosunek zawartości egzogennego aminokwasu ograniczającego w testowanym białku do zawartości tego samego aminokwasu w białku wzorcowym. Z danych przedstawionych w tab. 4. wynika, że tym aminokwasem w białku śledzia, okonia, płoci i węgorza były feniloalanina z tyrozyną, a w białku sandacza i leszcza tryptofan. Współczynnik CS tych aminokwasów przekraczał 100 %. Z powyższego wynika, że do budowy własnego białka będą użyte wszystkie aminokwasy zawarte w tkance badanych ryb, czyli 100 % aminokwasów zawartych w porcji spożytej ryby. Podkreślić należy, że w białku badanych ryb wszystkie aminokwasy występowały na poziomach wyższych niż w białku wzorcowym.

Szczególnie wysoką wartość wskaźnika CS stwierdzono w przypadku aminokwasów metioniny i cysteiny, lizyny, izoleucyny oraz histydyny. Histydyna jest również cennym dla organizmu aminokwasem. Należy do aminokwasów względnie egzogennych i wytwarzana jest w ustroju, jednak w szczególnych warunkach, np. szybkiego wzrostu lub choroby, jej ilość jest niewystarczająca i musi być dostarczona z pożywieniem.

Tabela 4

Chemiczny miernik jakości białka (CS – Chemical Score) i strawności [%].
Chemical Score of protein quality and digestibility [%].

Aminokwas Amino acid	Standard FAO/WHO*	Śledź Herring	Okoń Perch	Płoc Roach	Sandacz Pikeperch	Leszcz Bream	Węgorz Eel
Strawność Digestibility	-	98,3	98,4	98,6	98,8	98,5	98,5
Izoleucyna Isoleucine	2,8	146,0	145,5	152,1	168,3	145,6	143,2
Leucyna / Leucine	6,6	116,6	113,6	120,0	129,8	113,0	106,0
Lizyna / Lisyne	5,8	153,2	151,8	161,7	177,3	154,9	145,2
Metion.+Cysteina Methionine + Cysteine	2,5	160,8	158,6	151,1	166,0	150,1	154,8
Fenylalanina +Tyrozyna Phenylalanine +Tyrosine	6,3	100,8	100,9	111,1	127,0	107,1	100,4
Treonina Threonine	3,4	122,9	123,0	115,7	144,4	118,5	119,9
Tryptofan Tryptophan	1,1	133,1	133,3	132,7	123,9	103,9	111,0
Walina / Valine	3,5	121,0	121,2	132,4	141,7	127,5	126,1
Histydyna Histidine	1,9	148,5	148,6	164,5	165,4	157,6	239,5

* - [g/100 g białka] / [g/100 g protein]

Wnioski

1. Ryby z Zalewu Wiślanego zawierają od 14,5 do 19,5 g/100 g wysoko strawnego białka.
2. Białko sandacza wyróżnia się wysoką zawartością aminokwasów egzogennych (45,36 g/100 g białka).
3. Zawartość aminokwasów niezbędnych dla organizmu przewyższa ich ilość w białku wzorcowym, co oznacza wysoką jakość białka badanych ryb.
4. W białku ryb z Zalewu Wiślanego dominują aminokwasy; metionina i cysteina, lizyna, izoleucyna oraz histydyna. Ich zawartość w stosunku do białka wzorcowego (CS) stanowi od 145,2 do 239,5 %.

Projekt „Wartość odżywcza ryb z Zalewu Wiślanego” realizowany był w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybolówstwo i przetwórstwo ryb 2004-2006”,

a jego zadaniem było pozyskanie nowych informacji o składnikach pro zdrowotnych ryb z Zalewu Wiślanego.

Literatura

- [1] AOAC.: Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. VA: Association of Official Analytical Chemists. (15th ed.), Arlington 1990.
- [2] El S.N., Kavas, S.N.: Determination of protein quality of rainbow trout (*Salmo irideus*) by in vitro protein digestibility – corrected amino acid score (PDCAAS). Food Chem., 1996, **55** (3), 221-223.
- [3] Falandysz J., Wyrzykowska B., Warzocha J., Barska I., Garbacik-Wesołowska A., Szefer P.: Organochlorine pesticides and PCBs in perch *Perca fluviatilis* from the Odra/Oder river estuary, Baltic Sea. Food Chem., 2004, **87**, 17-23.
- [4] FAO/WHO.: Protein quality evaluation. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 51. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 1991.
- [5] Gawęcki J.: Białka w żywności i żywieniu. Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań 1997.
- [6] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. WSiP, Warszawa 2000.
- [7] Gonzalez S., Flick G.J., O'Keefe S.F., Duncan S.E., Mc Lean E., Craig S.R.: Composition of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*). J. Food Comp. Anal., 2006, **19**, 720-726.
- [8] Gökçe M.A., Taşbozan O., Çelik M., Tabakoğlu Ş.S.: Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). Food Chem., 2004, **88**, 419-423.
- [9] Guler G.O., Aktumsek A., Citiş O.B., Arslan A., Torlak E.: Seasonal variations on total fatty acid composition of fillets of zander (*Sander lucioperca*) in Beyşehir Lake (Turkey). Food Chem., 2007, **103**, 1241-1246.
- [10] Kim J-D., Lall S.P.: Amino acid composition of whole body tissue of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), yellowtail flounder (*Pleuronectes ferruginea*) and Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture, 2000, **187**, 367-373.
- [11] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa 2005.
- [12] Landry J., Delhaye S., Jones D.G.: Determination of tryptophan in feedstuffs: comparison of two methods of hydrolysis prior to HCLP analysis. J. Sci. Food Agric., 1992, **58**, 439-441.
- [13] PN-75/A-04018:1975/Az3:2002. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
- [14] PN-A 86770:1999. Ryby i produkty rybne - terminologia
- [15] Polak-Juszczak L.: Chemical characteristics of fishes new to the Polish market. Acta Scientiarum Polonorum, Piscaria, 2007, **6** (2), 23-32.
- [16] Strom T., Eggum B.O.: Nutritional value of fish viscera silage. J. Sci. Food Agric., 1981, **32**, 115-120.
- [17] Żmijewski T., Kujawa R., Jankowska B., Kwiatkowska A., Mamcarz A.: Slaughter yield, proximate and fatty acid composition and sensory properties of rapfen (*Aspius aspius* L) with tissue of bream (*Abramis brama* L) and pike (*Esox lucius* L). J. Food Comp. Anal., 2006, **19**, 176-181.

**QUALITY AND AMINO ACID COMPOSITION OF PROTEIN
OF FISH FROM THE VISTULA LAGOON****S u m m a r y**

The objective of the research was to assess the quantity and quality of protein and amino acids contained in fish from the Vistula Lagoon. The research covered the fish species (eel, herring, bream, pikeperch, roach, and perch) most frequently caught in this water basin. The basic chemical composition of fish meat (content of protein, lipids, and water) was determined as were the digestibility of protein and the composition of amino acids.

The fish examined were lean and medium-fat (except for eel) and contained 14.4 to 19.5 g/100 g of highly digestible proteins (98.3 - 98.8 %). The protein of the fish tested, especially that of pikeperch, contained high amounts of exogenous amino acids. In 100 g of meat, there was 5.79 to 8.85 g of those elements appearing essential for organism. The research results show that 100 g of meat of each fish species from the Vistula Lagoon covers with excess the daily protein demand of the adults. The content of exogenous amino acids in the meat of fish from the Vistula Lagoon exceeds their quantity in the standard protein. This proves the high quality of fish protein. The predominant amino acids in the protein are methionine and cysteine, lysine, isoleucine, as well as histidine. Their content ranged from 145.2 to 239.5 % compared to the standard protein.

Key words: fish, amino acids, protein, Vistula Lagoon 