



**Andrzej Ochrem**

**Katedra Hodowli Bydła, Zespół Towaroznawstwa Produktów Zwierzęcych,  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie**

## Wskaźniki świeżości ryb i owoców morza (artykuł przeglądowy)

Towaroznawstwo żywności dysponuje szeregiem metod przydatnych do analizy świeżości mięsa ryb i owoców morza. Wśród nich wyróżnić możemy: ocenę sensoryczną, wartość pH, obecność amin biogennych, zawartość trimetyloaminy (TMA) i całkowitego lotnego azotu zasadowego (TVB-N), właściwości dielektryczne mięsa oraz rozpad ATP (adynozynotrifosoranu).

Ocena sensoryczna mięsa ryb jest podstawowym kryterium decydującym o przydatności ryb do spożycia. Opiera się ona w głównej mierze na następujących metodach oceniania:

- wskaźniki świeżości Unii Europejskiej,
- metoda wskaźnika jakości (QIM, z ang. *Quality Index Method*),
- TORRY.

Wskaźniki świeżości według UE zostały wprowadzone rozporządzeniem Rady nr 103/76 (ryby) oraz 104/76 (skorupiaki) z późniejszymi aktualizacjami nr 2406/96. Są one obligatoryjne w krajach członkowskich Unii Europejskiej. Ocenie mogą być poddane ryby całe lub patroszone. Opracowano kilka kart organoleptycznych, dla 3 grup ryb, określanych jako: dorszowate (26 gatunków), tuńczykowate (10 gatunków), rekinowate (2 gatunki), głowonogi (mątwą) oraz skorupiaki (krewetki i homary norweskie). Ocenie podlegają następujące parametry: skóra, śluz, oczy, skrzela, zapach skrzeli, otrzewna, mięso, konsystencja mięsa, macki (głowonogi), cechy płetw (np. raja gładka (*Raja* spp.)). Ocenione ryby i owoce morza klasyfikuje się do określonych klas świeżości: ekstra, A, B i niedopuszczone.

Metodą tą oceniano m.in.: sardynki europejskie (*Sardina pilchardus*) (Ababouch i in. 1996, Campos i in. 2005), sardynki śródziemnomorskie (*Sardine mediterraneus*) (Simeonidou i in. 1998), morszczuki europejskie (*Merluccius merluccius*) (Rodríguez i in. 2004), morszczuki śródziemnomorskie (*Merluccius mediterraneus*) (Simeonidou i in. 1998), ostroboki pospolite (*Trachurus trachurus*) (Simeonidou i in. 1998, Losada i in. 2005), ostroboki śródziemno-

morskie (*Trachurus mediterraneus*), ostroboki czarne (*Trachurus picturatus*) (Tzikas i in. 2007), turboty dziko żyjące (*Scophthalmus maximus*) (Özogul i in. 2006), turboty hodowlane (*Psetta maxima*) (Aubourg i in. 2005, Rodríguez i in. 2006) oraz barbaty (*Mullus barbatus*), bopsy (*Boops boops*) i makrele kolias (*Scomber japonicus collias*) (Simeonidou i in. 1998).

Metoda QIM została opracowana w Australii w 1985 roku, głównie z myślą o surowych, niepatroszonych rybach. Później zostały jednak opracowane dodatkowe schematy służące do oceny surowych lub gotowanych filetów i owoców morza. Maksymalna liczba punktów możliwych do przyznania zależy od autorów danego schematu oceniania. Za każdą cechę ocenianej ryby można przyznać od 0 do 3 punktów. Przyznana wartość „zero” oznacza, że cecha charakteryzuje rybę świeżą lub bardzo świeżą. Oceniane są następujące parametry: skóra, konsystencja, jama brzuszna, zapach, oczy (przeźroczystość, kształt), skrzela (kolor, zapach, pokrycie krwią). Na podstawie równań regresji istnieje możliwość oszacowania pozostałego przewidywanego okresu przydatności ryb do spożycia (*remaining shelf life*). Istnieje również liniowa zależność pomiędzy wskaźnikiem QIM ryb surowych a gotowanymi filetami ocenianymi skalą TORRY. Sugeruje się w związku z tym korzystanie ze schematu QIM dla ryb surowych, który jest przeprowadzany szybciej i wcześniej w łańcuchu produkcyjnym (Martinsdóttir i in. 2001). Hylding i Green-Petersen (2004) przedstawiają przykłady wielu gatunków, dla których zostały opracowane schematy QIM.

Skala świeżości ryb TORRY została opracowana przez Torry Research Station. Analiza sensoryczna polega na ocenie zapachu i smaku badanej ryby, a następnie przyporządkowaniu jej określonej liczby punktów od 0 (zepsuta) do 10 (świeża). Ocenę metodą TORRY stosowano w oryginalnej wersji do gotowanych filetów rybnych. Sikorski (1967) zaproponował modyfikację tej metody uwzględniając również ryby surowe. Ryba nadaje się do spożycia,

jeśli uzyska ocenę przynajmniej 5,5 (<http://www.esn-network.com>), a według Lougovois i in. (2003) 4,5. Metodą TORRY analizowano gotowane mięso takich ryb jak: pstrąg tęczy (*Onchorynchus mykiss*) (Chytiri i in. 2004), dorada (*Sparus aurata*) (Lougovois i in. 2003), granik (*Epinephelus aeneus*) (Özogul i in. 2008) oraz turbot (Özogul i in. 2006).

Wartość pH świeżo złowionych ryb wykazuje odczyn lekko zasadowy (7-7,5), przy czym u większości ryb nie spada poniżej 6,2 (Sikorski 2004). W trakcie przechowywania chłodniczego wartość pH może wzrastać z powodu nagromadzenia się substancji takich jak: amoniak i TMA produkowane przez drobnoustroje. Sikorski (1967) uzasadnia nagromadzenie się amoniaku rozkładem nukleotydów i dezaminacji aminokwasów. Obniżenie wartości pH może być następstwem beztlenowego rozkładu glikogenu lub tworzenia się wolnych kwasów tłuszczowych w wyniku enzymatycznej hydrolizy.

Po 25 dniach chłodniczego przechowywania morszczuka (*Merluccius merluccius*) pH wzrosło z 6,2 do 7,17 (Ruiz-Capillas i Moral 2001). Mishra i Dora (2009) badali przechowywanie pałasa sawala (*Trichiurus Savala*) zamrożonego w temperaturze -35°C. Wartość pH obniżyła się z 6,95 do 6,65.

Wartość pH zależy również od rodzaju lodu użytego do przechowywania ryb. Dla składowanych w lodzie płatkowym sardynek europejskich wartość pH wzrosła od 5,9 do 7,0, a w zawieszaniu lodowej zaledwie do 6,2 (Campos i in. 2005). Podobną tendencję zanotowali Rodríguez i in. (2006) dla turkota i Rodríguez i in. (2004) dla morszczuka europejskiego (wzrost pH z 6,67 do 7,71 przy użyciu lodu płatkowego oraz z 6,67 do 6,83 z zastosowaniem zawiesziny lodowej).

Zhu i in. (2012) uważają, że podanie tylko wartości pH nie może stanowić kryterium świeżości.

Wykrywanie obecności amin biogennych jest coraz częstszym przedmiotem badań ze względu na ich wpływ na zdrowie i funkcjonowanie organizmu. Aminy biogenne wytwarzane są na drodze dekarboksylacji aminokwasów lub w wyniku enzymatycznych procesów bakteryjnych. Jedną z głównych amin, wykrywaną w żywności pochodzenia morskiego jest histamina, która powstaje w wyniku dekarboksylacji histydyny. Szczegółowej analizie zawartości tej aminy biogennej w żywności dokonała Czerniejewska-Surma (2006). Do oznaczania zawartości histaminy w rybach można wykorzystać metodę opisaną w Polskiej Normie. Zawartość histaminy oznacza się spektrofotometrycznie przez pomiar absorbancji przy długości fali 500nm (PN-87/A-86784). Dopuszczalna zawartość histaminy w rybach rodzin śledziowatych (*Clupeidae*) i makrełowatych (*Scombridae*) wynosi 100 mg kg<sup>-1</sup> przy badaniu dziewięciu próbek z partii (91/493/EWG).

Według Czerniejewskiej-Surmy (2006) istotny wpływ na zawartość histaminy w śledziu bałtyckim i leszczu wywiera pora roku oraz stadium rozwoju gonad. Leszcze

zawierały najwięcej histaminy w okresie tarła (czerwiec). Śledzie w okresie tarła zawierały natomiast najmniej histaminy (kwiecień, maj), a najwięcej w V stadium dojrzałości gonad (luty, marzec). Autorka zanotowała ponadto zmiany zawartości histaminy w śledziu w zależności od części mięśnia (brzuszej, grzbietowej, bocznej) i temperatury przechowywania.

Tahmouzi i in. (2012) analizowali kształtowanie się zawartości histaminy w mięsie tuńczyka (*Katsuwonus pelamis*), w zależności od temperatury rozmrażania próbek przez 96 godzin. Zamrożone ryby były dostarczone do laboratorium w lodzie w ciągu 2 godzin, a następnie podzielone na pięć grup w zależności od temperatury rozmrażania (4°C, 10°C, 15°C, 25°C i 30°C). Najwyższe poziomy histaminy u tuńczyka (185,21 mg kg<sup>-1</sup>) stwierdzili po 96 godzinach przechowywania w temperaturze 10°C oraz 30°C (166,2 mg kg<sup>-1</sup>). Zawartość histaminy w rybach i owocach morza zakupionych w sklepach rybnych analizowali: Auerwald i in. (2006), Kim i in. (2009), Park i in. (2010), oraz Hu i in. (2012), których wyniki badań przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1

Zawartość histaminy (mg kg<sup>-1</sup>) w rybach i owocach morza

Gatunek	Warunki przechowywania	Histamina (mg kg <sup>-1</sup> )	Literatura
Małże	Po zakupie zamrożone w temperaturze -80°C. Oznaczenie wykonano nie później niż 7 dni od daty zakupu.	5,1	Auerwald i in. 2006
Czarne krewetki tygrysie		0,5	
Kalmary		0	
Bonito	Transport w skrzyniach z lodem w temperaturze 4°C. Oznaczenie wykonano bezpośrednio po dostarczeniu do laboratorium.	21,6	Kim i in. 2009
Mątwą		0,8	
Mintaj		< 0,1	
Morlesz		< 0,1	
Makrela	Transport w skrzyniach z lodem. Trwający nie dłużej niż 6 h. Oznaczenie wykonano bezpośrednio po dostarczeniu do laboratorium.	2,3	Park i in. 2010
Śledź		1,2	
Łosoś		1,2	
Tuńczyk		0,1	
Kałamarnica	Transport w skrzyniach z lodem w temperaturze 4°C. Oznaczenie wykonano bezpośrednio po dostarczeniu do laboratorium.	3,1	Hu i in. 2012
Ośmiornica		3,2	
Kroaker		2,5	
Sajra		5,7	
Ostrobok		68,1	

Jedną z metod oceny świeżości mięsa ryb jest również pomiar TMA i TVB-N. TMA powstaje wskutek rozkładu tlenu trimetyloaminy (TMAO) przez bakterie z rodzajów *Achromobacter*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*. Oprócz TMA, w wyniku rozkładu TMAO przez demetylazę może powstać dimetyloamina (DA) i aldehyd mrówkowy (AM). Ocenę zawartości TVB-N stosuje się do badania ryb morskich i słodkowodnych, a TMA wyłącznie w odniesieniu do ryb morskich (Sikorski 2004). Graniczne dopuszczalne zawartości TVB-N w mięsie ryb (95/149/WE):

a) 25 mg 100g<sup>-1</sup> (gatunki *Sebastes* spp.),

b) 30 mg 100g<sup>-1</sup> (gatunki należące do rodziny *Pleuronectidae* z wyjątkiem halibuta białego),

c) 35 mg 100g<sup>-1</sup> (gatunki *Salmo salar*).

Özlem (2011) analizował zmiany mięsa karpia (*Cyprinus carpio*) przetwarzanego metodą sous-vide (gotowanie próżniowo zapakowanej żywności przez 15 min w temperaturze 90°C). Badaniom poddano 4 grupy: przechowywane w 2°C bez sosu i z dodatkiem sosu oraz 10°C z sosem lub bez dodatku sosu. We wszystkich grupach wartość TVB-N wzrastała. Najwyższa była w grupie przechowywanej w 10°C bez dodatku sosu (40,7 mg N 100 g<sup>-1</sup>). Najniższa u ryb gotowanych w próżni i przetrzymywanych następnie w 2°C z dodatkiem sosu. W mięsie amura (*Ctenopharyngodon idella*) najniższa wartość TVB-N wynosiła 15,71 mg N 100 g<sup>-1</sup> po 18 dniach przechowywania w temperaturze -3°C (Zhang i in. 2011)

W mięsie niepatroszonego pstrąga tęczowego zawartość TVB-N początkowo obniżała się do dziewiątego dnia przechowywania, a następnie wzrastała do końca badań. Podobna tendencja była zachowana w nieodskórzonych filetach. Zawartość TMA w badanych próbkach wzrastała stale w czasie przechowywania (tab. 2). Ryby zostały wyłowione z rzeki, następnie zanurzone w lodowatej wodzie i przechowywane w temperaturze 2°C przez 18 dni (Chytiri i in. 2004). Autorzy powyższych badań stwierdzili, że TVB-N nie jest dobrym wskaźnikiem świeżości, gdyż jego wartość początkowo maleje, po czym wzrasta.

TABELA 2

Zawartość TMA (mg 100 g<sup>-1</sup>) oraz TVB-N (mg N 100 g<sup>-1</sup>) w mięsie i filetach pstrąga tęczowego (Chytiri i in. 2004)

Dzień	TMA		TVB-N	
	Ryba cała, niepatroszona	Filet	Ryba cała, niepatroszona	Filet
0	1,14	1,11	21,17	22,51
9	1,58	1,23	14,11	18,11
18	4,29	6,38	20,16	26,06

Zawartość TVB-N i TMA zależy również od rodzaju lodu, w którym przechowywane są ryby. Sardynki europejskie przechowywane w zawieszaniu lodowej zawierały 1,45 mg 100 g<sup>-1</sup> TMA oraz 32,80 mg N 100 g<sup>-1</sup> TVB-N. Przechowywane w lodzie płatkowym zawierały 2,80 mg 100 g<sup>-1</sup> TMA i 43,13 mg N 100 g<sup>-1</sup> TVB-N (Campos i in. 2005). Podobną tendencję zmian w mięsie morszczuka zanotowali Rodríguez i in. (2004).

Oznaczenia TVB-N można dokonać następującymi metodami: mikrodyfuzji, destylacji bezpośredniej i destylacji ekstraktu odbiałczonego kwasem trójchlorooctowym (95/149/WE). Oznaczenie TMA można przeprowadzić zgodnie z metodyką opisaną w Polskiej Normie. Metoda polega na kolorymetrycznym pomiarze barwnego związku, powstałego w wyniku reakcji TMA z kwasem pikrynowym (PN-A-86792:1995).

Najwyższy współczynnik korelacji z cechami organoleptycznymi produktu wykazuje pomiar oporu elektrycznego (Sikorski 1967). Metodę tę służącą do oceny świeżości ryb sugeruje również Özogul (2010).

Z powodu degradacji składników tkanek właściwości dielektryczne ulegają ciągłym zmianom w miarę starzenia się mięsa ryb. Dokonując pomiaru na świeżo złowionej rybie, dodatnie i ujemne ładunki kumulują się po dwóch różnych stronach błon komórkowych, które są wówczas dosyć nieprzepuszczalne dla jonów (Sikorski 1967).

Obecnie powszechnie używane są dwa urządzenia do określania przewodnictwa elektrycznego: Fish Tester (Intelectron) oraz Torrymeter (Distell). Urządzenia do pomiarów właściwości dielektrycznych są proste w obsłudze, szybko wskazują wynik i są poręczne, co znacznie ułatwia pracę z wykorzystaniem ich w terenie. Koszty związane z ich użytkowaniem ograniczają się do zakupu urządzenia.

Fish Tester zaopatrzone jest w dwie elektrody umieszczone na szczypcach pomiarowych, które przykładają się w poprzek ciała ryby. Urządzenie wycechowane jest w skali Q, która jest stosunkiem oporu elektrycznego mierzonego przy dwóch różnych częstotliwościach. Wartości współczynnika obniżają się wraz ze spadkiem świeżości ryby (Sikorski 2004).

Zasada działania Torrymetru polega na wytwarzaniu przez generator prądu zmiennego (2 kHz), który jest wysyłany do jednej z elektrod i odbierany przez drugą elektrodę. Przesunięcie fazowe pomiędzy wysyłanym i odbieranym sygnałem wskazuje świeżość ryby. Wynik wyświetlany jest na ekranie, jako liczba w przedziale 0-18.

Niepatroszona, przechowywana chłodniczo (2°C) dorada była poddana ocenie przy użyciu Torrymetru. Pierwszego dnia doświadczenia średni wynik wynosił 12,6. Ostatniego (osiemnastego) dnia wartość zmalała do 5,2 (Lougovois i in. 2003).

Badania dotyczące zmian wartości Torrymetru na świeżych morskich rybach: makrele kanagurta (*Rastrelliger kanagurta*), makrele komersonka (*Scomberomorus commerson*), sardynela oleista (*Sardinella longiceps*), rekin (*Scoliodon laticadus*), croaker (*Johnius* sp.), sauryda tumbil (*Saurida tumbil*) podczas przechowywania chłodniczego prowadził Ravishankar i in. (1994). Najwyższą wartością w pierwszym dniu doświadczenia charakteryzowały się sauryda i croaker, najniższą natomiast sardynela oleista. Najmniejszym spadkiem wartości przez cały okres badań charakteryzowało się mięso rekina (z 13 w dniu początkowym do 11 po upływie szesnastu dni). Ponieważ croaker i sauryda odznaczały się najniższą zawartością tłuszczu, a sardynela oleista największą, sugeruje to, że zawartość tłuszczu w rybie może wpływać na odczyty instrumentu. W doświadczeniu wykazano ponadto korelacje między oceną Torrymetrem a oceną organoleptyczną i wskaźnikami chemicznymi ocenianych ryb, jak TMA, FFA (wolne kwasy tłuszczowe), PV (liczba nadtlenu).



Wśród siedmiu ryb śródziemnomorskich analizowanych za pomocą Fish Testera najszybszy spadek wartości Q odnotowano w przypadku morskiczka śródziemnomorskiego, z 97,35 pierwszego dnia do 16,76 szóstego dnia przechowywania. Dla wszystkich analizowanych ryb wartości początkowe wynosiły powyżej 70, a końcowe poniżej 35 (Simeonidou i in. 1998).

Tzikas i in. (2007) dokonali oceny świeżości mięsa dwóch gatunków: ostroboków śródziemnomorskich i ostroboków czarnych poprzez pomiar właściwości dielektrycznych ich mięsa. Wskaźnik Q dla ostroboka śródziemnomorskiego z 85,3 obniżył się do 25,6 po dwunastu dniach, natomiast dla ostroboka czarnego z 59,0 do 14,8 po dziesięciu dniach. Wskazania Fish Testera były w korelacji ( $p < 0,01$ ) z oceną sensoryczną,  $r = 0,786$  (ostrobok śródziemnomorski) i  $r = 0,809$  (ostrobok czarny).

W przytoczonych powyżej badaniach przedstawiane są wyniki pomiaru właściwości dielektrycznych ryb morskich, przy czym autorzy skłaniają się do wdrożenia tych metod w badaniu ryb słodkowodnych.

Do rozpadu ATP dochodzi na skutek działania autolitycznych enzymów i bakterii. ATP rozkłada się niemal w całości już w pierwszym dniu przechowywania. Wskutek działania enzymów szybko nagromadzają się: ADP (adenozynodifosforan), AMP (adenozynomonofosforan) oraz IMP (inozynomonofosforan). Nukleotyd IMP powstaje na drodze hydrolitycznej dezaminacji AMP i jest odpowiedzialny za właściwy smak ryby. Inozynomonofosforan przekształca się następnie w Ino (inozynę) oraz w Hx (hipoksantynę), która jest odpowiedzialna za pogorszenie smaku (Özogul 2010).

Produkty rozkładu ATP wykorzystano do stworzenia biochemicznych indeksów świeżości mięsa ryb. Należą do nich: K, Ki, G, P, H, które wraz z przechowywaniem ryb rosną, oraz Fr, który maleje. Na szybkość rozpadu ATP, a tym samym kształtowanie się wartości K w mięsie ryb mają wpływ gatunek ryby, rodzaj mięśni (czerwone lub białe), stres podczas poławiania, sezon połowu, obróbka surowca oraz warunki jego przechowywania (Erikson i in. 1997). Szybkości zmian rozkładu ATP w sposób przejrzysty przedstawione są na wykresach w publikacjach Alasalvar i in. (2001) i Ocaño-Higuera i in. (2009).

Zmiany wartości K mięsa tuńczyka żółtopłetwego (*Thunnus albacares*) w zależności od temperatury i czasu przechowywania analizowali Guizani i in. (2005). W temperaturze pokojowej już po dwóch dniach wartość K osiągnęła poziom 90%. Przechowywanie ryb w 0°C przez 17 dni spowodowało osiągnięcie wartości K = 58,7%. Özogul i in. (2008) podają, że przechowywanie granika szarego w warunkach chłodniczych skutkuje wzrostem wartości K do 80% w dwunastym dniu przechowywania. Jeżeli natomiast ryba jest przechowywana w lodzie, tę samą wartość osiąga tydzień później.

Losada i in. (2005) badali wpływ rodzaju lodu na zmiany fizykochemiczne mięsa ostroboka pospolitego. Niepatroszone i nieodglądowane ryby przechowywano w dwóch rodzajach lodu: zawiesina oraz płatki. Dwunastego dnia badań wartość K wynosiła 18% dla ryb przechowywanych w zawieszynie lodowej oraz 30% dla ryb w lodzie płatkowym. Po 19 dniach wartości te wynosiły odpowiednio 30 i 70%. Niższe wartości dla ryb przechowywanych w zawieszynie lodowej otrzymali również Rodríguez i in. (2006), którzy badali mięso turbota.

Badania dotyczyły także kształtowania się zmian wartości K mięsa ryb przechowywanych w atmosferze modyfikowanej.

Özogul i in. (2004) prowadzili doświadczenia na patroszonych sardynkach europejskich, które podzielone zostały na trzy grupy (grupa I – dostęp do powietrza, grupa II – zapakowane próżniowo, grupa III – atmosfera modyfikowana, tj. 60% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub>) i przechowywane w temperaturze 4°C. Czwartego dnia badań wartości K kształtowały się następująco: grupa I - 65%, grupa II - 55% i grupa III - 38%. Szesnastego dnia wszystkie grupy osiągnęły taką samą wartość K równą 90%. Próżniowe przechowywanie wędzonego łosia (*Salmo salar*) w temperaturze 0°C wykazało, że po trzech tygodniach wartość K osiąga poziom 65%, podczas gdy po ośmiu dniach przechowywania w temperaturze 8°C wartość K wynosi 95% (Dondero i in. 2004).

Mohan i in. (2009) analizowali zastosowanie pochłaniaczy tlenu na zmiany jakościowe mięsa ryb z rodziny *Scorbridae*. Ryby przechowywano przez ponad dwa tygodnie w warunkach chłodniczych w dwóch grupach doświadczalnych (G1 – bez pochłaniaczy tlenu, G2 – z pochłaniaczami „scavenger”). Badania wykazały, że wartość K w drugiej grupie po 15 dniach wynosiła zaledwie 20%, podczas gdy w pierwszej aż 80%.

## Literatura

- Ababouch L. H., Souibri L., Rhaliby K., Ouahdi O., Battal M., Busta F.F. 1996 – Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature – Food Microbiology 13: 123-132.
- Alasalvar C., Taylor K. D. A., Öksüz A., Garthwaite T., Alexis M. N., Grigorakis K. 2001 – Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods – Food Chemistry 72: 33-40.
- Aubourg S.P., Piñeiro C., Gallardo J.M., Barros-Velazquez J. 2005 – Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*) – Food Chemistry 90: 445-452.
- Auerswald L., Morren C., Lopata A.L. 2006 – Histamine levels in seventeen species of fresh and processed South African seafood – Food Chemistry 98: 231-239.
- Campos C.A., Rodríguez O., Losada V., Aubourg S.P., Barros-Velázquez J. 2005 – Effects of storage in ozonised slurry ice on the sensory and microbial quality of sardine (*Sardina pilchardus*) – International Journal Food Microbiology. 103 (2): 121-130.
- Chytiri S., Chouliara I., Savvaidis I.N., Kontominas M.G. 2004 – Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout – Food Microbiology. 21: 157-165.
- Czerniejewska-Surma B. 2006 – Wyniki i ich omówienie, ryby i produkty rybne – W: Wpływ wybranych czynników biologicznych i zabiegów technologicznych na zawartość histaminy w artykułach żywnościowych, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Szczecinie, 36-55.

- Decyzja Komisji nr 95/149/WE z dnia 8 marca 1995 r. „Ustalająca dopuszczalne wartości całkowitego azotu lotnych zasad amonowych (N-LZA) dla niektórych kategorii produktów rybołówstwa oraz określająca metody analizy, które powinny być stosowane”.
- Dondero M., Cisternas F., Carvajal L., Simpson R. 2004 – Changes in quality of vacuum-packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature – *Food Chemistry* 87: 543-550.
- Dyrekcja Rady nr 91/493/EWG z dnia 22 lipca 1991 r. „Ustanawiająca warunki zdrowotne dotyczące produkcji i wprowadzania na rynek produktów rybołówstwa”.
- Erikson U., Beyer A.R., Sigholt T. 1997 – Muscle High-Energy Phosphates and Stress Affect K-Values during Ice Storage of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) – *J. Food Sci.*, 62 (1): 43-47.
- Guizani N., Al-Busaidy M.A., Al-Belushi I.M., Mothershaw A., Rahman M.S. 2005 – The effect of storage temperature on histamine production and the freshness of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) – *Food Research International*. 38: 215-222.  
<http://www.esn-network.com>.  
<http://www.qim-eurofish.com>.
- Hu Y., Huang Z., Li J., Yang H. 2012 – Concentrations of biogenic amines in fish, squid and octopus and their changes during storage – *Food Chemistry* 135: 2604-2611.
- Hylting G., Green-Petersen D.M. B. 2004 – Quality Index Method – an objective tool for determination of sensory quality – *J. Aquat. Food Prod. Technol.*, 13(4): 71-80.
- Kim M.K., Mah J.H., Hwang H.J. 2009 – Biogenic amine formation and bacterial contribution in fish, squid and shellfish – *Food Chemistry*, 116: 87-95.
- Losada V., Piñero C., Barros-Velázquez J., Aubourg S.P. 2005 – Inhibition of chemical changes related to freshness loss during storage of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in slurry ice – *Food Chemistry*. 93: 619-625.
- Lougovois V.P., Kyranas E.R., Kyranas V.R. 2003 – Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*Sparus aurata*) – *Food Research International*. 36: 551-560.
- Martinsdóttir E., Sveinsdóttir K., Luten J., Schelvis-Smit R., Hylting G. 2001 – Sensory evaluation of fish freshness – *QIM Eurofish*. 41-48.
- Mishra R., Dora K.C. 2009 – Effect of frozen storage on the functional property of ribbon fish (*Trichiurus Savala*) cuvier – *Journal of Food Processing and Preservation*. 34: 364-372.
- Mohan C.O., Ravishankar C.N., Srinivasa Gopal T.K., Ashok Kumar K., Lalitha K.V. 2009 – Biogenic amines formation in seer fish (*Scomberomorus commerson*) steaks packed with O2 scavenger during chilled storage – *Food Research International*, 42: 411-416.
- Ocaño-Higuera V.M., Marquez-Ríos E., Canizales-Dávila M., Castillo-Yáñez F.J., Pacheco-Aguilar R., Lugo-Sánchez M.E., García-Orozco K.D., Graciano-Verdugo A.Z. 2009 – Postmortem changes in cazon fish muscle stored on ice – *Food Chemistry*. 116: 933-938.
- Özlem P.C. 2011 – Evaluation of the Microbiological, Chemical and Sensory Quality of Carp Processed by the Sous Vide Method – *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 80: 1225-1230.
- Özogul F., Polata A., Özogul Y. 2004 – The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*) – *Food Chemistry*. 85: 49-57.
- Özogul Y., Özogul F., Kuley E., Özkutuk A.S., Gökbülüt C., Köse S. 2006 – Biochemical, sensory and microbiological attributes of wild turbot (*Scophthalmus maximus*), from the Black Sea, during chilled storage – *Food Chemistry* 99: 752-758.
- Özogul F., Özogul Y., Kuley E. 2008 – Nucleotide degradation and biogenic amine formation of wild white grouper (*Epinephelus aeneus*) stored in ice and at chill temperature (4°C) – *Food Chemistry* 108: 933-941.
- Özogul Y. 2010 – Methods for freshness Quality and Deterioration – *W: Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis (Red.)* Nollet L. M.L., Toldra F., Taylor & Francis Group: 190-214.
- Park J.S., Lee C. H., Kwon E. Y., Lee H. J., Kim J. Y., Kim S. H. 2010 – Monitoring the contents of biogenic amines in fish and fish products consumed in Korea – *Food Control*. 21: 1219-1226.
- Polska Norma PN-A-86784:1987 „Surowce i przetwory z ryb i innych zwierząt wodnych – Oznaczenie zawartości histaminy”.
- Polska Norma PN-A-86792:1995 „Surowce i przetwory z ryb i innych zwierząt wodnych – Oznaczenie trójmetryloaminy”.
- Ravishankar C.N., Setty T.M.R., Shetty T.S. 1994 – Use of Torrymeter for measurement of freshness of some commercially important Indian marine fishes – *Indian J. Fish.* 41: 28-32.
- Rodríguez O., Losada V., Aubourg S.P., Barros-Velázquez J. 2004 – Enhanced shelf-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity – *Food Research International*. 37: 749-757.
- Rodríguez O., Barros-Velázquez J., Piñero C. Gallardo J.M., Aubourg S.P. 2006 – Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of farmed turbot (*Psetta maxima*) – *Food Chemistry*. 95: 270-278.
- Rozporządzenie (EEC) No 103/76 of 19 January 1976 laying down common marketing standards for certain fresh or chilled fish.
- Rozporządzenie (EEC) No 104/76 of 19 January 1976 laying down common marketing standards for shrimps of the genus „Crangon” sp.p.
- Rozporządzenie Rady WE nr 2406/96 z dnia 26 listopada 1996 r. „Ustanawiające wspólne normy handlowe w odniesieniu do niektórych produktów rybołówstwa”.
- Ruiz-Capillas C., Moral A. 2001 – Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice – *Food Research International*. 34: 441-447.
- Sikorski Z.E. 1967 – Zmiany surowców przed przerobem – *W: Zarys technologii żywności pochodzenia morskiego*. Wydawnictwo Przemysłu Lekkiego i Spożywczego. 75-107.
- Sikorski Z.E. 2004 – Wskaźniki świeżości ryb – *W: Ryby i bezkręgowce morskie*. Warszawa. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. 124-136.
- Simeonidou S., Govaris A., Varelziz K. 1998 – Quality assessment of seven Mediterranean fish species during storage on ice – *Food Research International*. 30: 479-484.
- Tahmouzi S., Ghasemlou M., Aliabadi F.S., Shahraz F., Hosseini H., Khaksar R. 2012 – Histamine formation and bacteriological quality in skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*): effect of defrosting temperature – *Journal of Food Processing and Preservation*. 3: 1-8.
- Tzikas Z., Ambrosiadis I., Soutos N., Georgakis S. 2007 – Quality assessment of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) and blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*) during storage in ice – *Food Control*. 18: 1172-1179.
- Zhang L., Li X., Lu W., Shen H., Luo Y. 2011 – Quality predictive models of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) at different temperatures during storage – *Food Control*. 22: 1197-1202.
- Zhu S., Luo Y., Hong H., Feng L., Shen H. 2012 – Correlation between electrical conductivity of the gutted fish body and the quality of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) heads stored at 0 and 3°C – *Food Bioprocess Technology*. 11: 1-8.

Przyjęto po recenzji 26.03.2013 r.

## INDEXES OF FISH AND SEA FOOD FRESHNESS – REVIEW ARTICLE

### Andrzej Ochrem

**Abstract.** The paper describes indexes of fish and seafood freshness. The sensory evaluation of these meats are evaluated using three systems: QIM (Quality Index Method), the EU (European Union), and the TORRY freshness scale. Based on these, it is determined that pH values can increase through the accumulation of substances such as ammonia or trimethylamine (TMA), or decrease through fermentation or from free fatty acid formation by enzymatic hydrolysis. The presence of nutritive amines is discussed based on the histamine produced by histidine decarboxylation. The TVB-N (Total Volatile Basic Nitrogen) and TMA methods for assessing fish meat freshness are also examined. Research results are also presented pertaining to electrical resistance measurements, and using ATP breakdown products to create biochemical indexes of fish meat freshness.

**Keywords:** commodities, freshness evaluations, fish, seafood