

# Zanieczyszczenia małży blaszkoskrzelnych norowirusami przyczyną zakażeń pokarmowych

EWELINA BIGORAJ, MARTA CHROBOCIŃSKA, EWA KWIT

Zakład Wirusologii Żywności i Środowiska Państwowego Instytutu Weterynaryjnego  
– Państwowego Instytutu Badawczego, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Bigoraj E., Chrobocińska M., Kwit E.

## Norovirus contamination of bivalve molluscs as a cause of gastroenteritis

### Summary

Noroviruses are the most frequent etiological factor of non-bacterial human gastroenteritis. Contaminated bivalve molluscs, especially oysters and mussels, are the most frequent source of infections. Shellfish are filter feeders. As they filter and clean the water, they simultaneously concentrate and accumulate viruses. Human (HuNoVs: genogrup I – GI and genogrup II – GII), porcine (PoNoV – GII.11, GII.18, GII.19) and bovine noroviruses (BoNoV – GIII) have been detected in bivalve molluscs. The stability of NoVs in the environment is high. Adequate heat treatment inactivates these viruses, but inactivation crucially depends on the time and temperature of such a treatment. Gastroenteritis outbreaks caused by viruses follow a pattern of winter seasonality between January and April. An increased number of foodborne viral outbreaks following the consumption of contaminated bivalve molluscs has been noted in recent years.

**Keywords:** noroviruses, mussels, oysters

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na rolę wirusów przenoszonych przez żywność i wodę (tzw. foodborne viruses) w etiologii ostrych infekcji przewodu pokarmowego człowieka. Norowirusy są najczęstszym czynnikiem etiologicznym niebakteryjnych, zbiorowych zakażeń pokarmowych. Człowiek może zakażać się norowirusami drogą pokarmową oraz poprzez kontakt z osobą chorą lub siewcą. Źródłem infekcji pokarmowej mogą być zanieczyszczone małże, głównie ostrygi i omułki jadalne (mule). Norowirusy wywołują zakażenia sporadyczne lub też ogniska choroby w miejscach wspólnego żywienia (restauracje, catering) i przebywania (szpitale, szkoły, domy opieki, obozy lub wycieczki). Norowirusy są niezwykle zakaźne. Niewielka dawka (10-100 cząstek) wywołuje zachorowania, natomiast z kałem osoba chora wydziela dużą liczbę cząstek wirusa ( $1 \times 10^{10}$  kopii RNA/gram), a jego siewstwo trwa do kilku tygodni (30). Charakterystyka genetyczna norowirusów oraz ich taksonomia zostały szczegółowo opisane we wcześniejszej publikacji (5). Żywność może być zanieczyszczona norowirusami na etapach jej wytwarzania, pozyskiwania lub w trakcie przetwarzania (7, 13). W związku z tym istnieje konieczność ścisłego przestrzegania zasad higieny wśród osób przygotowujących żywność spożywaną na surowo, podnoszenia świadomości u osób pracujących przy produkcji i dystrybucji żywności oraz stosowania tzw. dobrej praktyki rolniczej (GAP), produkcyjnej (GMP)

oraz higienicznej (GHP) na etapie uprawy, hodowli i zbioru. Działania te przyczynią się do ograniczenia transmisji wirusa w środowisku.

### Ogólne informacje o małżach

Do gromady małży (*Bivalvia*) zaliczamy m.in.: ostrygi, omułki (mule), szczeżuje oraz przegrzebki. Zamieszkują one wody słone, słonawe i słodkie całego świata (6, 32). Ostrygi mają bardzo duże znaczenie gospodarcze, gdyż są najcenniejszymi jadalnymi małżami. Na świecie najwięcej wydobywa się ostrygi pacyficznej (*Crassostrea gigas*), ale do równie cenionych zalicza się: ostrygę jadalną (*Ostrea edulis*), ostrygę portugalską (*Crassostrea angulata*), ostrygę japońską (*Ostrea gigas*) oraz ostrygę amerykańską (*Ostrea virginica*) (6, 31). Średnica skorupy dojrzałych ostryg jest zależna od gatunku i waha się między 6,5 cm a 15 cm. Części jadalne ostryg zawierają 9-13% białka, 1-2,5% tłuszczu oraz 1-5% glikogenu (31). Są one spożywane na surowo razem z całą zawartością wypełniającą dolną część muszli. Można je również podawać gotowane, natomiast w USA ostrygi sprzedaje się w postaci mięsa oddzielonego od muszli, a następnie mrożonego w formie bloków (6). Omułki to druga grupa małży o dużym znaczeniu gospodarczym. Omułki osiągają długość od 2 cm do 15 cm i masę od kilkudziesięciu do kilkuset gramów (31). Do najczęściej odławianych zalicza się dwa gatunki: omułek jadalny (*Mytilus edulis*) oraz omu-



Ryc. 1. Omulek jadalny (*Mytilus edulis*) pochodzący z Morza Bałtyckiego

łek śródziemnomorski (*Mytilus galloprovincialis*). Spożywane są w stanie surowym, gotowane lub pieczone (6). Mięso omułek jest cennym surowcem dla przemysłu konserwowego, gdyż zawiera stosunkowo dużo białka (7-16%) oraz mało tłuszczu (0,2-2,5%) (31).

W 2009 r. opisano wykorzystanie omułek jako naturalnych oczyszczalni dla wód Morza Bałtyckiego. Ich zdolność do filtrowania wody mogłaby zmniejszyć efekt eutrofizacji, który powoduje obniżenie poziomu tlenu w wodzie, a tym samym wzmożony rozrost glonów (18). W faunie Polski występuje 41-42 gatunków małży. W Morzu Bałtyckim bytuje 8 gatunków, w tym: omulek, sercówka, rogowiec bałtycki oraz małgiew piaskoład. W Bałtyku omulek występuje w postaci skarłalej (do 5 cm długości) i stanowi około 73,5% fauny dennej (ryc. 1). Wielkość i liczba małży bezpośrednio zależą od zasolenia wody, w której bytują. Małże tolerują zasolenie wody między 0 a 31 PSU (Practical Salinity Unit), natomiast optimum to 26 PSU. Zasolenie Morza Bałtyckiego wynosi 6-8 PSU (6).

### Małże blaszkoskrzelne a norowirusy

Cechą charakterystyczną małży jest sposób odżywiania poprzez filtrowanie materii organicznej znajdującej się w wodzie. Małże jako filtratory pobierają syfonem wpustowym wodę, która omywa skrzela pokryte śluzem. Cząstki pokarmu przyczepiają się do śluzu i za pomocą rzęsek przesuwane są do otworu gębowego. W ten sposób ostrygi mogą filtrować około 30 litrów wody na godzinę (17). Taki rodzaj odżywiania powoduje oczyszczanie wody oraz równocześnie koncentrację i kumulowanie w ciele małży wirusów i toksyn (11, 15, 25, 26). Dowodem na to są przeprowadzone w 2009 r. w Stanach Zjednoczonych badania, w których wykorzystano małże azjatyckie (*Corbicula fluminea*) do redukcji ilości wirusa ptasiej grypy w wodzie. Wykazano, że użycie małży do filtrowania wody może ograniczyć transmisję wirusa w środowisku (12). W 2007 r. we Włoszech przeprowadzono badania omułek (*Mytilus galloprovincialis*), ostryg (*Crassostrea gigas*) i sercówek jadalnych (*Tapes decussates* i *semi-decussates*) pochodzących z trzech różnych źródeł

(Francja, Grecja, Włochy). Doświadczenie miało na celu wykazać, które z nich mają większe zdolności do kumulowania wirusów. Najwyższy odsetek wyników dodatnich (64,8%) dla enterowirusów, w tym NoV GI i GII, stwierdzono w próbkach omułek (13). Małże mogą w swoim ciele kumulować zarówno norowirusy ludzkie (HuNoVs: genogrupy I – GI i genogrupy II – GII), jak i te, które wykrywane są u świń (PoNoV – GII.11, GII.18, GII.19) czy bydła (BoNoV – GIII) (8). Badania wykazały między innymi, że ostrygi znajdujące się w wodach zanieczyszczonych przez NoV GI, NoV GII oraz NoV GIII zdecydowanie częściej kumulują dwie pierwsze genogrupy wirusów. Naukowcy z Francji przypuszczają, że małże w większym stopniu kumulują norowirusy GI i GII ze względu na obecność w ich tkankach odpowiednich ligandów węglowodanowych, podobnych do występujących u ludzi. Brak odpowiedniego ligandu dla NoV GIII powoduje zdecydowanie mniejszą kumulację wirusów i tym samym zmniejsza ryzyko transmisji norowirusów bydłeczych poprzez konsumpcję zanieczyszczonych nimi ostryg (37). Zaobserwowano również, że niektóre szczepy norowirusów kumulowane są w ostrygach (*C. gigas*) w większej ilości niż inne, przy czym pewne znaczenie miała również pora roku. Szczep z genogrupy GI.1 był kumulowany w największych ilościach w miesiącach zimowych, szczep z GII.3 – w mniejszych i niezależnie od pory roku, natomiast szczep z GII.4 w najmniejszej ilości, również niezależnie od pory roku (23). Norowirusy potrafią przez bardzo długi okres przetrwać w środowisku. Wirusy te były wykrywane w małżach nawet po upływie 8-10 tygodni od kontaminacji, co dowodzi ich niezwykle dużej stabilności (17). Mechanizm transmisji wirusów jest bardzo prosty. Wody, w których bytują małże, są stale zanieczyszczane przez ścieki przemysłowe, ścieki pochodzące z gospodarstw rolnych, jak również przez wody spływające z pól uprawnych. Te ostatnie mają istotne znaczenie w przypadku zanieczyszczenia rzek, jezior i mórz norowirusami. Wylewanie na pola uprawne ścieków i szamb powoduje przedostanie się wirusów do gleby lub zanieczyszczenie nimi powierzchni owoców i warzyw, a w czasie silnych opadów deszczu ich zmywanie do zbiorników wodnych (11). Małże bytujące w tych wodach podczas odżywiania pobierają materię organiczną z przylegającymi do niej cząstkami wirusowymi. Badania dowodzą, że po 4-5 godz. od umieszczenia małży w zanieczyszczonej wodzie poziom wirusa w ich ciele może wzrosnąć powyżej 1000 cząstek wirusowych na małża. Wykazano, że największa ilość norowirusów znajduje się w wątrobo-trzustce, wykrywano je również w jelicie, skrzelach oraz nodze (24, 34, 35). Ponad 90% cząstek wirusowych może być wydalonych z organizmu małży w ciągu 48 godz., ale pozostała część ulega kumulacji w tkankach (17). Ten fakt tłumaczyłby, dlaczego zjawisko depuryzacji, redukcji poziomu wirusów poprzez umieszczenie małży w czystej wodzie na 24-48 godz., nie jest skuteczną metodą oczyszczania z wirusów. Depuryzacja redukuje bowiem tylko ilość wirusów, a nie

prowadzi do całkowitego ich usunięcia (9, 24). Do rozwoju zakażenia u ludzi niezbędne jest wiązanie norowirusów (domena P2 białka kapsydu) z antygenami grupowymi krwi (HBGA, histo-blood group antigens), które znajdują się na powierzchni komórek śluzówki jelita. Badania nad mutacjami białek kapsydu, w tym również domeny P2, wykazały jej istotną rolę w wiązaniu antygenów grupowych krwi (21).

Stabilność norowirusów w środowisku jest wysoka. Odpowiednie postępowanie termiczne przy przygotowywaniu żywności do spożycia powoduje inaktywację wirusa, przy czym istotnymi jego elementami są czas i temperatura. W 2002 r. Komisja Europejska wydała opinię, z której wynika, że podniesienie temperatury wewnętrznej mięsa mały do 90°C i utrzymanie jej przez 1,5 min. powoduje inaktywację norowirusów (2). W Nowej Zelandii w 2006 r. przeprowadzono doświadczenie dotyczące obróbki termicznej małża zielonego (*Perna canaliculus*). Okazało się, że omułki gotowane na parze nie osiągnęły wymaganej temperatury wewnętrznej 90°C nawet po 5 min. W gotującej się wodzie temperaturę 90°C uzyskano dopiero po 2,8 min., tak więc całkowita inaktywacja norowirusa nastąpiła dopiero po 4,3 min. (19). Potwierdzeniem wpływu sposobu obróbki cieplnej na inaktywację wirusów było zakażenie 200 osób (USA, 2009 r.) NoVGII po spożyciu zanieczyszczonych, niedogotowanych na parze ostryg (1).

### Zakażenia norowirusami po spożyciu małży

Zakażenia pokarmowe na tle wirusowym występują zwykle w sezonie zimowym, między styczniem a kwietniem (3). Odsetek infekcji pokarmowych powiązanych z konsumpcją małży blaszkoskrzelnych jest różny w poszczególnych krajach. W Australii i w Stanach Zjednoczonych wynosi około 20%, ale w krajach, gdzie konsumpcja owoców morza (szczególnie na surowo) jest bardzo duża, np. w Japonii, wzrasta do 70% (33). W latach 2000-2007 zidentyfikowano i potwierdzono w Belgii 40 przypadków zakażeń pokarmowych wywołanych przez norowirusy. W większości z nich, bo aż w 42,5% źródłem zakażenia były osoby odpowiedzialne za przygotowanie żywności, w 27,5% – zanieczyszczona woda, w 10% – maliny, natomiast w 17,5% – małże blaszkoskrzelne (3). W 2010 r. ukazała się publikacja na temat identyfikacji szczepów norowirusa pochodzących ze 116 próbek małży blaszkoskrzelnych kupionych w sklepach we Włoszech w latach 2005-2008. Z 12 uzyskanych sekwencji cztery (z lat 2005-2006) zidentyfikowano jako wariant NoV GII.4 2004, a osiem (z lat 2005-2007) – jako wariant NoV GII.b/Hilversum, wysoce skłonny do rekombinacji i często wykrywany u pacjentów (33).

W styczniu i lutym 2010 r. w Irlandii i Wielkiej Brytanii stwierdzono ponad 70 przypadków zachorowań spowodowanych norowirusami pochodzącymi z ostryg odłowionych z hodowli w Irlandii (4, 9). Od stycznia do marca 2010 r. w pięciu krajach europejskich (Wielka Brytania, Norwegia, Francja, Szwecja, Dania) zarejestrowano w 65 ogniskach 334 przypadki zapalenia

żołądka i jelit (*gastroenteritis*) u ludzi wywołane spożyciem surowych ostryg, zanieczyszczonych norowirusami (36). W styczniu 2010 r. lokalne władze Wielkiej Brytanii zanotowały 22 ogniska chorobowe. Po przebadaniu próbek kału osób z objawami *gastroenteritis* oraz próbek ostryg stwierdzono we wszystkich obecność NoVGI oraz NoVGII. Większość z zanieczyszczonych ostryg pochodziła z Irlandii, natomiast pozostałe z Anglii i Szkocji. Pomiędzy 22 stycznia a 6 lutego w Norwegii zarejestrowano 39 przypadków zachorowań, a źródłem zakażenia były ostrygi pochodzące z Francji, rozprowadzone przez jednego importera do ośmiu różnych restauracji. Badanie próbek od pacjentów oraz próbek ostryg potwierdziło obecność NoVGI oraz NoVGII. We Francji mniej więcej w tym samym okresie dwukrotnie zarejestrowano wystąpienie niezależnych od siebie licznych zachorowań spowodowanych spożyciem ostryg. Najpierw zanotowano 6 ognisk z 22 przypadkami. Ostrygi pochodziły z tej samej części Bretanii co te, które spowodowały zachorowania w Norwegii. Nie zebrano próbek od pacjentów, ale w próbkach ostryg wykryto materiał genetyczny NoV. Następnie zarejestrowano 4 ogniska z 45 przypadkami. Podobnie jak w poprzednich przypadkach źródłem infekcji były ostrygi pochodzące z Bretanii (z innej jej części niż poprzednio). Potwierdzono obecność NoVGI oraz NoVGII w próbkach pobranych od pacjentów. W próbkach ostryg również wykryto obecność materiału genetycznego norowirusów, ale dotychczas nie określono ich przynależności do genogrup. Pomiędzy grudniem 2009 r. i marcem 2010 r. do Danii sprowadzono ostrygi z Holandii i Francji, których spożycie spowodowało 58 przypadków zachorowań w 6 ogniskach. Zarówno w próbkach pobranych od pacjentów, jak i w próbkach ostryg wykryto obecność materiału genetycznego NoVGI oraz NoVGII. W Szwecji zarejestrowano 50 przypadków zachorowań u ludzi, ale nie udało się zebrać próbek ostryg oraz próbek od pacjentów, jednak charakterystyczne objawy oraz przebieg choroby wskazywały na zakażenie norowirusami.

W lutym 2010 r. na greckiej wyspie Aegean wystąpiły 34 przypadki zachorowań na infekcję pokarmową z typowymi objawami zapalenia żołądka i jelit. Przyczyną tej infekcji była konsumpcja zarówno surowych, jak i poddanych działaniu wysokiej temperatury owoców morza (w tym ostryg, sercówek jadalnych oraz omułków). Pomimo braku badań laboratoryjnych zarówno obserwowane objawy, jak i przebieg infekcji wskazywały na zakażenie norowirusami (20).

Przypuszczano, że przyczyną tak dużej liczby ognisk w tym samym czasie, w tylu krajach jednocześnie należy się doszukiwać w panującej wówczas aurze. Niezwykle mroźna zima, panująca w północnej Europie przez pierwsze trzy miesiące 2010 r., spowodowała wzrost przeżywalności wirusa w zimnej wodzie oraz mniejszą ekspozycję wirusa na promienie UV (10, 36). Dotychczas brak jest jeszcze danych dotyczących analizy sekwencji genomu norowirusów wykrytych w 2010 r. W 2011 r. odnotowano w Hiszpanii ognisko infekcji

norowirusowej (266 przypadków) po spożyciu ostryg. W przebadanych 14 próbkach od pacjentów potwierdzono obecność norowirusów (14). W Tajlandii w 2011 r. przeprowadzono monitoringowe badania ostryg pobranych z lokalnych farm oraz sklepów. Spośród 118 próbek w 45 wykazano obecność materiału genetycznego norowirusów, z czego 67% należało do NoVGI, 15% – NoVGII, a w 18% stwierdzono zanieczyszczenie mieszanym obydwiema genogrupami (22).

### Podsumowanie

Zakażenia ludzi norowirusami spowodowane spożyciem małży blaszkoskrzelnych są notowane na całym świecie od wczesnych lat 90. (2). Zastosowanie technik biologii molekularnej umożliwiło zwiększenie możliwości wykrywania norowirusów, a także pozwoliło na ich identyfikację genetyczną. W ostatnich latach obserwowano u ludzi wzrost liczby ognisk i zachorowań wywołanych norowirusami, po spożyciu zanieczyszczonych nimi małży blaszkoskrzelnych. Wskazuje to na potrzebę zachowania odpowiednich rygorów sanitarnych, szczególnie w obszarach produkcyjnych, ale także prowadzenia badań małży w kierunku obecności czynników wirusowych. Dotychczas obowiązujące przepisy dotyczą wyłącznie określania stopnia zanieczyszczenia bakteriami i toksynami. Zgodnie z Rozporządzeniem WE 853/2004, do bezpośredniego spożycia mogą być przeznaczone żywe małże pochodzące z hodowli na obszarach produkcyjnych typu A i spełniające określone normy zdrowotne. Natomiast małże z obszarów produkcyjnych typu B i C mogą być spożywane tylko po obróbce w zakładach oczyszczania lub umieszczeniu w strefie sanitarnej, tak aby spełniły określone normy zdrowotne (27). Klasyfikacja obszarów produkcyjnych i stref sanitarnych została podana w Rozporządzeniu WE 854/2004 (28).

### Piśmiennictwo

- Alfano-Sobsey E., Sweat D., Hall A., Breedlove F., Rodriguez R., Greene S., Pierce A., Sobsey M., Davies M., Ledford S. L.: Norovirus outbreak associated with undercooked oysters and secondary household transmission. *Epidemiol. Infect.* 2011, 28, 1-7.
- Anon.: European Commission. Opinion of the Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health on norwalk-like viruses. European Commission Health and Consumer Protection Directorate General. 2002, 1-84.
- Baert L., Uyttendaele M., Stals A., Coillie E. van, Dierick K., Debevere J., Botteldoorn N.: Reported foodborne outbreaks due to noroviruses in Belgium: the link between food and patient investigations in an international context. *Epidemiol. Infect.* 2009, 37, 316-325.
- Baker K., Morris J., McCarthy N., Saldana L., Lowther J., Collinson A., Young M.: An outbreak of norovirus infection linked to oyster consumption at a UK restaurant, February 2010. *J. Public Health* 2011, 33, 205-211.
- Bigoraj E., Chrobocińska M., Kwit E.: Zmienność genetyczna i rekombinacje norowirusów. *Med. Weter.* 2011, 67, 802-807.
- Blaszak Cz.: Zoologia Bezkręgowce. T. 1, PWN, Warszawa 2009, s. 538.
- Bull R. A., Tu E. T., McIver C. J., Rawlinson W. D., White P. A.: Emergence of a new norovirus genotype II.4 variant associated with global outbreaks of gastroenteritis. *J. Clin. Microbiol.* 2006, 44, 327-333.
- Costantini V., Loisy F., Joens L., Le Guyader F. S., Saif L. J.: Human and animal enteric caliciviruses in oysters from different coastal regions of the United States. *Appl. Environ. Microbiol.* 2006, 72, 1800-1809.
- Doré B., Keaveney S., Flannery J., Rajko-Nenow P.: Management of health risks associated with oysters harvested from a norovirus contaminated area, Ireland, February-March 2010. *Euro Surveill.* 2010;15(19):pii=19567. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19567>.
- Duizer E., Bijkerk P., Rockx B., Groot A. De, Twisk F., Koopmans M.: Inactivation of caliciviruses. *Appl. Environ. Microbiol.* 2004, 70, 4538-4543.
- Elamri D. E., Aoumi M., Parnaudeau S., Le Guyader F. S.: Detection of human enteric viruses in shellfish collected in Tunisia. *Let. Appl. Microbiol.* 2006, 43, 399-404.
- Faust C., Stallknecht D., Swayne D., Brown J.: Filter-feeding bivalves can remove avian influenza viruses from water and reduce infectivity. *Proc. Biol. Sci.* 2009, 276, 3727-3735.
- Gabrieli R., Macaluso A., Lanni L., Saccares S., Di Giamberardino F., Cencioni B., Petrinca A. R., Divizia M.: Enteric viruses in molluscan shellfish. *New Microbiol.* 2007, 30, 471-475.
- Galmés Truyols A., Duran J. G., Riutort A. N., Cerdà G. A., Isabel C. B., Arbona M. P., Berga J. V.: Norovirus outbreak in Majorca (Spain) associated with oyster consumption. *Gac. Sanit.* 2011, 25, 173-175.
- Gentry J., Vinjé J., Guadagnoli D., Lipp E. K.: Norovirus distribution within an estuarine environment. *Appl. Environ. Microbiol.* 2009, 75, 5474-5480.
- Greening G., Kieft C., Baker M.: Norwalk-like viruses (noroviruses): a common cause of gastroenteritis outbreaks. *NZ Public Health Rep.* 1999, 6, 73-80.
- Greening G., Lake R., Hudson J., Cressey P.: Risk Profile: Norwalk-like virus in mollusca (raw). A report for the New Zealand Food Safety Authority. Client Report FW0110. 2009.
- Grena I. M., Lindahl O., Lindqvist M.: Values of mussel farming for combating eutrophication: An application to the Baltic Sea. *Ecol. Eng.* 2009, 35, 935-945.
- Hewitt J., Greening G. E.: Effect of heat treatment on hepatitis A virus and norovirus in New Zealand greenshell mussels (*Perna canaliculus*) by quantitative real-time reverse transcription PCR and cell culture. *J. Food Prot.* 2006, 69, 2217-2223.
- Karagiannis I., Detsis M., Gkolfinopoulou K., Pervanidou D., Panagiotopoulos T., Bonovas S.: An outbreak of gastroenteritis linked to seafood consumption in a remote Northern Aegean Island, February-March 2010. *Rural Remote Health* 2010, 10, 1507.
- Karst S. M.: Pathogenesis of noroviruses, emerging RNA viruses. *Viruses* 2010, 2, 748-781.
- Kittigul L., Pombubpa K., Sukonthalux S., Rattanatham T., Utrarakij F.: Noroviruses in oysters from local markets and oyster farms in southern Thailand. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 2011, 42, 105-113.
- Maalouf H., Schaeffer J., Parnaudeau S., Le Pendu J., Atmar R. L., Crawford S. E., Le Guyader F. S.: Strain-dependent norovirus bioaccumulation in oysters. *Appl. Environ. Microbiol.* 2011, 77, 3189-3196.
- McLeod C., Hay B., Grant C., Greening G., Day D.: Localization of norovirus and poliovirus in Pacific oysters. *J. Appl. Microbiol.* 2009, 106, 1220-1230.
- Michalski M.: Amnestyczne biotoksyny morskie jako zagrożenie dla zdrowia konsumenta. *Med. Weter.* 2011, 67, 599-603.
- Osek J., Wieczorek K., Tatarczak M.: Morskie biotoksyny – potencjalne zagrożenie zdrowia człowieka. *Med. Weter.* 2006, 62, 370-373.
- Rozporządzenie (WE) NR 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r., ustalające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.
- Rozporządzenie (WE) NR 854/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r., ustanawiające szczególne przepisy dotyczące organizacji urzędowych kontroli w odniesieniu do produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do spożycia przez ludzi.
- Savini G., Casaccia C., Barile N. B., Paoletti M., Pinoni C.: Norovirus in bivalve molluscs: a study of the efficacy of the depuration system. *Vet. Ital.* 2009, 45, 535-539.
- Siebenga J. J., Vennema H., Zheng D. P., Vinjé J., Lee B. E., Pang X. L., Ho E. C., Lim W., Choudekar A., Broor S., Halperin T., Rasool N. B., Hewitt J., Greening G. E., Jin M., Duan Z. J., Lucero Y., O’Ryan M., Hoehne M., Schreier E., Ratcliff R. M., White P. A., Iritani N., Reuter G., Koopmans M.: Norovirus illness is a global problem: emergence and spread of norovirus GII.4 variants, 2001-2007. *J. Inf. Dis.* 2009, 200, 802-812.
- Sikorski E. Z.: Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie właściwości i przetwarzanie. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004, s. 52-53.
- Solomon E. P., Berg L. R., Martin D. W.: Biologia wg VII wydania amerykańskiego. Multico Oficyna Wydawnicza 2007, 557-558.
- Terio V., Martella V., Moschidou P., Pinto P. Di, Tantillo G., Buonavoglia C.: Norovirus in retail shellfish. *Food Microbiol.* 2010, 27, 29-32.
- Wang D., Wu Q., Kou X., Yao L., Zhang J.: Distribution of norovirus in oyster tissues. *J. Appl. Microbiol.* 2008, 105, 1966-1972.
- Wang D., Wu Q., Yao L., Wei M., Kou X., Zhang J.: New target tissue for food-borne virus detection in oysters. *Let. Appl. Microbiol.* 2008, 47, 405-409.
- Westrell T., Dusch V., Eithelberg S., Harris J., Hjertqvist M., Silva J. N. da, Koller A., Lenglet A., Lisby M., Vold L.: Norovirus outbreaks linked to oyster consumption in the United Kingdom, Norway, France, Sweden and Denmark, 2010. *Euro Surveill.* 2010;15(12):pii=19524. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19524>.
- Zakhour M., Maalouf H., Di Bartolo I., Haugarreau L., Le Guyader F. S., Ruvoën-Clouet N., Le Saux J. C., Ruggeri F. M., Pommepuy M., Le Pendu J.: Bovine norovirus: carbohydrate ligand, environmental contamination, and potential cross-species transmission via oysters. *Appl. Environ. Microbiol.* 2010, 76, 6404-6411.