

Choroby astrowirusowe norek – przyczyna, objawy, diagnostyka

Marek Kowalczyk, Andrzej Jakubczak

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Wstęp

Astrowirus po raz pierwszy został wykryty w połowie lat 70. w kale dziecka (Madeley i Cosgrove, 1975). Obecnie wiadomo, że patogen infekuje liczne gatunki ptaków (Baxendale i Mebatsion, 2004; Zhao i in., 2011), ssaków (Rivera i in., 2010; Chu i in., 2008; Moser i Schultz-Cherry, 2005), a także wykazuje potencjał zoonotyczny (De Benedictis i in., 2011). Wśród zagrożonych zakażeniem zwierząt są również norki, które wykazywały podatność na infekcje powodowane przez tak zwany astrowirus norek (MiAstV) (Mittelholzer i in., 2003). Pierwszy przypadek, który wykazywał objawy typowe dla infekcji astrowirusowej u norek (biegunka, nadmierna aktywność gruczołów apokrynowych) został opisany w latach 50. (Svennekjaer, 1954). W 1985 r. w Stanach Zjednoczonych, a następnie w 2000 w Danii oraz w 2001 w Szwecji i Finlandii wśród norek pojawiła się choroba neurologiczna o nieznanym etiologii (Gavier-Widen i in., 2004). Wyniki badań z ostatniej dekady potwierdziły, że także w tym przypadku przyczyną schorzenia był astrowirus, który wykazuje tropizm do tkanki nerwowej (Blomstrom i in., 2010).

Mimo tego, że objawy infekcji MiAstV są obserwowane od dawna, to dopiero postęp w biologii molekularnej i wykorzystanie technik sekwencjonowania nowej generacji pozwoliły na wykrycie materiału wirusowego w tkankach i wydalinach chorych zwierząt. Astrowiroza norek jest schorzeniem o niejednorodnym przebiegu i w zależności od rodzaju infekującego patogenu może wystąpić różny obraz kliniczny. Uważa się, że astrowirus, który stanowi czynnik etiolo-

giczny choroby, może być związany z rozwojem trzech zespołów chorobowych. W pierwszym przypadku patogen może zasiedlać układ nerwowy, co prowadzi do rozwoju zespołu drżących norek (SMS – *shaking mink syndrome*), drugi może wywoływać zespół przedodsadzeniowej biegunki norek (PMD – *preweaning mink diarrhoea*) oraz trzeci – zespół mokrych norek (WMS – *wet mink syndrome*). Ze względu na podobieństwo objawów PMD i WMS w niektórych źródłach literaturowych są uznawane za jedną jednostkę chorobową (Gliński i Kostro, 2012; Hammer i in., 2012).

Astrowirusy w populacji norek wykazują znaczne zróżnicowanie genetyczne, które w dużej mierze decyduje o rodzaju występujących objawów. Analizy molekularne regionu kodującego wykazały, że patogeny wywołujące SMS (SMS-AstV) i PMD (MiAstV) są ze sobą identyczne w około 80% (Blomstrom i in., 2010). Genom wirusa stanowi jednoniciowy RNA o długości 6610 (Mittelholzer i in., 2003), zawierający trzy otwarte ramki odczytu. ORF 1a i 1b odpowiadają za ekspresję białek biorących udział w replikacji, a ORF 2 decyduje o ekspresji białek kapsydu (Mittelholzer i in., 2003). Znaczna zmienność materiału genetycznego wirusa jest efektem wysokiego tempa mutacji ($3,7 \times 10^{-3}$ /nukleotyd/rok), które umożliwia zasiedlanie nowych nisz zarówno w obrębie tego samego gatunku (tropizm do różnych tkanek w obrębie przedstawicieli tego samego gatunku), jak i przepływ pomiędzy gatunkami (sukcesywne poszerzanie zasięgu infekowanych gospodarzy) (De Benedictis i in., 2011; Gliński i Kostro, 2012).

Sposobem na zahamowanie rozprzestrzeniania się patogenu jest eliminacja ze stad

zwierząt chorych. W przypadku wystąpienia zaawansowanych, charakterystycznych objawów, często jest za późno na podjęcie skutecznego przeciwdziałania, ponieważ zakażony osobnik umożliwia rozprzestrzenianie się wirusa zarówno w populacji hodowlanej, jak i w środowisku na długo przed wystąpieniem w pełni rozwiniętego obrazu klinicznego. Znaczną korzyść mogą przynieść hodowcom metody diagnostyczne oparte zarówno na reakcjach serologicznych, jak i nowoczesnych technikach biologii molekularnej. Coraz powszechniejsze wdrażanie rutynowej kontroli stanu sanitarnego ferm pozwala na znaczne zredukowanie strat ekonomicznych.

Zespoły chorobowe wywoływane przez astrowirusy

Z perspektywy zarówno hodowców, jak i lekarzy medycyny weterynaryjnej istotne jest zapoznanie się z potencjalnymi objawami infekcji astrowirusowych oraz możliwymi konsekwencjami rozprzestrzenienia się patogenu w hodowli. Należy zwrócić uwagę na obydwie jednostki chorobowe, które mogą być efektem zarówno zakażenia przez patogen układu nerwowego (SMS), jak i typowej infekcji astrowirusowej, wśród hodowców powszechnie nazywanej „zespołem mokrych nerek”.

PMD i WMS

Infekcje astrowirusowe o ostrym przebiegu dotyczą zwykle młodych osobników. W przypadku nerek również chorują głównie zwierzęta w wieku od jednego do czterech tygodni życia (Englund i in., 2002). W większości przypadków choroba wywoływana przez astrowirusy jest związana z objawami takimi, jak wodnista biegunka, wymioty czy gorączka (De Benedictis i in., 2011). Podobny obraz kliniczny obserwuje się w przypadku WMS, gdzie mamy do czynienia z nadmierną aktywnością gruczołów apokrynowych, szczególnie w okolicy karku i ogona, objawiającą się pojawieniem się tłustej wydzieliny, pogarszającej jakość okrywy włosowej. Dodatkowym objawem jest pienista biegunka trwająca do 10 dni. W następstwie biegunki i gorączki w wielu przypadkach pojawia się odwodnienie i ogólne obniżenie odporności, co sprzyja powikłaniom (Hammer i in., 2012; Clausen i Dietz, 2004; Schneider i Hunter, 1993; Henriksen, 1987).

WMS i PMD dają podobny obraz kliniczny, dlatego też często rozpatruje się je jako jedną jednostkę chorobową (Gliński i Kostro, 2012). Zachorowalność jest różna i zmienna zarówno pomiędzy fermami, jak i sezonami (Chriél i in., 1997). Zakażenia astrowirusami są powszechne zarówno wśród nerek, jak i innych gatunków zwierząt, jednak w większości przypadków przyjmują postać bezobjawową (Li i in., 2013). Dyskusyjną kwestią pozostaje to, jakie czynniki predysponują do wystąpienia zachorowania. Autorzy w większości źródeł pozostają zgodni co do faktu, że o wystąpieniu choroby może decydować wiele elementów, wśród których wymienia się złe warunki higieny, nieodpowiednie żywienie, dużą liczebność miotu oraz odmianę barwną, do której należy zwierzę (Englund i in., 2002).

Trudno jednoznacznie określić, czy wirus jest główną przyczyną zespołu mokrych gniazd/biegunki przedodsadzeniowej, a infekcje bakteryjne jedynie czynnikiem predysponującym bądź towarzyszącym rozwojowi choroby. Nie ulega jednak wątpliwości, że infekcja astrowirusowa, niezależnie od tego, czy stanowi przyczynę czy tylko jeden z czynników wystąpienia zespołu chorobowego, odgrywa ważną rolę zarówno w manifestacji objawów, jak i przebiegu schorzenia. Dlatego też, diagnostyka ukierunkowana na wykrywanie wirusa może stanowić istotny etap w zwalczaniu zespołu mokrych gniazd.

SMS

Z infekcjami astrowirusowymi wiążą się zazwyczaj schorzenia układu pokarmowego, jednak nie jest to regułą. Istnieją doniesienia o zajmowaniu centralnego układu nerwowego przez patogen (Li i in., 2013). Nowa jednostka chorobowa powodowana przez astrowirusy została po raz pierwszy opisana w latach 2000–2002 w krajach skandynawskich (Gavier-Widen i in., 2004). Przyczyna etiologiczna SMS przez długi czas pozostawała nieznana, dopiero badania ubiegłej dekady pozwoliły na potwierdzenie astrowirusowego podłoża choroby. Detekcji dokonano dzięki zastosowaniu analiz metagenomowych, prowadzonych z wykorzystaniem sekwencjatorów nowej generacji. Obecność astrowirusa potwierdzono w mózgu eksperymentalnie zakażonych zwierząt (Blomstrom i in., 2010).

Infekcje powodowane przez SMS-AstV opisano u nerek w wieku 2–4 miesięcy (Gavier-Widen i in., 2004). Patogen, przenikając przez nabłonek zasiedla organizm gospodarza, ulega wstępnej replikacji, a następnie wraz z krwią dociera do centralnego układu nerwowego, w którym powoduje apoptozę neuronów (Gliński i Kostro, 2012). W efekcie uszkodzeń rozwijają się objawy neurologiczne, wśród których najbardziej charakterystyczne jest drżenie ciała; dodatkowo pojawia się chwiejny chód, ślinotok, obracanie się zwierząt wokół długiej osi ciała i ataksja (Mittelholzer i in., 2003). W końcowych etapach choroby następuje paraplegia (porażenie dwukończynowe) i nadwrażliwość na dźwięki. W przebiegu infekcji zwierzęta tracą wagę. Nie jest to objaw, a raczej efekt, ponieważ sama choroba nie obniża apetytu zwierząt, jednak w związku z objawami, takimi jak drżenie pobieranie karmy jest utrudnione. Choroba mimo poważnego przebiegu wykazuje stosunkowo niską śmiertelność, jeżeli zostaną podjęte odpowiednie działania. Młode zakażone osobniki, które miały ułatwiony dostęp do karmy i wody – przeżywały infekcję, u części zauważono stopniowe ustępowanie objawów (Gavier-Widen i in., 2004). Do zabiegów redukujących śmiertelność należą: wymiana ściółki, mycie zakażonych zwierząt, wstrzykiwanie pod skórę na karku płynów uwadniających na bazie soli fizjologicznej i glukozy, ewentualnie iniekcja przez lekarza medycyny weterynaryjnej antybiotyków w celu ograniczenia skutków koinfekcji bakteryjnych.

Diagnostyka astrowirusy

Dotychczas nie opracowano skutecznej terapii przeciw infekcjom astrowirusowym. W ajetych przez wirusa fermach zaleca się likwidację zwierząt chorych w celu zahamowania transmisji choroby (Gliński i Kostro, 2012) oraz odkażanie zainfekowanych sektorów hodowlanych. Kluczową kwestią stają się diagnostyka oraz monitoring epidemiologiczny stanu sanitarnego ferm. Usunięcie zakażonych zwierząt nie oznacza eliminacji samego wirusa, który może utrzymywać się w środowisku (Abad i in., 2001) i infekować wprowadzane, zdrowe zwierzęta.

Współczesna diagnostyka została zdominowana przez dwa nurty – pierwszy z nich polega na detekcji kompleksów antygen-

przeciwciała, które powstają w przypadku osobników zakażonych, drugi na bezpośrednim wykrywaniu materiału genetycznego wirusa w badanej próbce biologicznej. Techniki serologiczne, oparte na specyficznych reakcjach immunologicznych antygen-przeciwciała pozwalają na wykrycie białek wirusa lub przeciwciał skierowanych przeciw wirusowi. Metody serologiczne, takie jak immunoelektroforeza przeciwpądowa oraz przede wszystkim techniki immunoenzymatyczne, takie jak test ELISA wraz z modyfikacjami, stanowią najpowszechniejsze narzędzie we współczesnej diagnostyce weterynaryjnej. Mimo niewątpliwych zalet (stosunkowo wysoka czułość i specyficzność) techniki immunologiczne posiadają także wady. Techniki serologiczne często bazują na detekcji specyficznych przeciwciał, jednak do ich wystąpienia niezbędny jest pewien czas, nazwany okienkiem immunologicznym (Vermeulen i in., 2012; Vollmer i in., 2014). W tym okresie, mimo że wirus rozpoczyna propagację i może być rozsiewany, jego wykrycie metodami serologicznymi jest znacznie utrudnione.

Obecnie coraz częściej wprowadza się narzędzia diagnostyki molekularnej do detekcji patogenów. Techniki molekularne wykazują znaczną czułość i specyficzność, umożliwiając bezpośrednią detekcję materiału genetycznego wirusa już na poziomie kilku kopii. Podstawową techniką molekularną używaną w diagnostyce molekularnej jest reakcja łańcuchowa polimerazy – PCR. Technika wykorzystuje specyficzne startery – krótkie fragmenty oligonukleotydowe, które hybrydują z komplementarnym fragmentem genomu wirusa i pozwalają na namnażanie flankowanego regionu. Produkt po reakcji PCR rozdziela się na żelu agarozowym; obecność prążka potwierdza obecność materiału genetycznego wirusa w próbce biologicznej.

Jedną z metod pozwalających na wykrywanie astrowirusów jest technika molekularna RT-PCR (reverse transcriptase PCR). Metodę RT-PCR narzuca specyfika materiału genetycznego wirusa, który stanowi cząsteczka RNA, dlatego przed właściwym etapem diagnostycznym niezbędne jest przepisanie genomu wirusa na cDNA (complementary DNA) przy użyciu enzymu – odwrotnej transkryptazy. Techniki molekularne stanowią wyjątkowo użyteczne narzędzie diagnostyczne, które oprócz detekcji wi-

rusów umożliwia ich genotypowanie, a poprzez tworzenie paneli złożonych z kilku par starterów jednoczesną diagnostykę, klasyfikację i oznaczenie ilościowe kilku rodzajów patogenów z pojedynczej próbki biologicznej (Cecilia i in., 2015; Waggoner i in., 2013; Jindal i in., 2012). Analiza wirusowego materiału genetycznego, uzyskanego po przepisaniu RNA na cDNA może być prowadzona w czasie rzeczywistym (Real-Time PCR/qPCR), co znacznie zwiększa czułość oznaczenia. Taka modyfikacja klasycznej techniki PCR umożliwia analizę przyrostu kopii amplifikowanego DNA w poszczególnych cyklach. Odnosząc wyniki do krzywej wzorcowej, można określić początkową liczbę kopii materiału genetycznego patogenu w materiale biologicznym. Połączenie techniki RT-PCR z PCR w czasie rzeczywistym może być szczególnie użyteczne z perspektywy hodowców. Wykorzystując znaczną czułość qPCR, udowodniono możliwość wykorzystania techniki w diagnostyce choroby aleuckiej z próbek środowiskowych (Prieto i in., 2014). W połączeniu z technologią RT-PCR możliwa jest ocena nie tylko stanu zdrowotnego zwierząt, ale także stanu sanitarnego fermy pod względem obecności astrowirusa. Metoda Real-Time umożliwia wykrycie i oznaczenie ilościowe patogenu, występującego w badanej próbce na poziomie kilku kopii.

Użyteczne techniki to także sekwencjonowanie zarówno metodą Sanger, jak i technologicie nowej generacji (NGS). To właśnie dzięki tym metodom możliwe było wykrycie i scharakteryzowanie astrowirusów w materiale biologicznym pochodzącym od zwierząt z objawami SMS (Blomstrom i in., 2010) i PMD (Mittelholzer i in., 2003). Technologie NGS są bardzo potężnym narzędziem w diagnostyce, umożliwiając jednoczesną analizę całego wiromu

(Blomstrom i in., 2010). Takie metagenomiczne podejście umożliwi dokładne określenie stanu sanitarnego panującego na fermie. Wykorzystanie klasycznego sekwencjonowania metodą Sanger ma mniejsze znaczenie diagnostyczne, ale umożliwia poznanie pełnej sekwencji patogenu, co może mieć istotne znaczenie w określeniu patogenności konkretnego izolatu. Wciąż największymi barierami w wykorzystaniu metod molekularnych jest: ich relatywnie wysoki koszt, konieczność posiadania specjalistycznego sprzętu oraz odpowiednio przeszkolonego personelu. Mimo to obserwuje się wzrastające zainteresowanie technikami molekularnymi, które są coraz powszechniej wykorzystywane w praktyce diagnostycznej.

Podsumowanie

Astrowiroza jest poważnym zagrożeniem dla młodych norcząt. U dorosłych osobników infekcje mogą przybierać przebieg bezobjawowy, przez co mogą one stanowić potencjalne i niezauważone źródło zakażenia młodych. Niejednolity przebieg infekcji astrowirusowych oraz zdolność do zasiedlania zarówno elementów układu pokarmowego, jak i nerwowego sprawia, że astrowirusy stanowią poważne zagrożenie dla młodych osobników i jednocześnie są przyczyną strat finansowych dla hodowców.

Współczesne metody diagnostyczne pozwalają na szybkie i specyficzne wykrycie patogenów. Zarówno wiodące obecnie techniki serologiczne, jak i wkraczające do diagnostyki weterynaryjnej metody molekularne są cennym narzędziem w wykrywaniu i późniejszym likwidowaniu ognisk zakażeń astrowirusowych, dzięki czemu wydają się mieć kluczowe znaczenie w podejmowaniu skutecznych działań przeciw astrowirozie.

Literatura

- Abad F.X., Villena C., Guix S., Caballero S., Pintó R.M., Bosch A. (2001). Potential role of fomites in the vesicular transmission of human astroviruses. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67: 3904–3907.
- Baxendale W., Mebatsion T. (2004). The isolation and characterisation of astroviruses from chickens. *Avian Pathol.*, 33 (3): 364–370.
- Blomstrom A. L., Widen F., Hammer A.S., Belak S., Berg M. (2010). Detection of a Novel Astrovirus in Brain Tissue of Mink Suffering from Shaking Mink Syndrome by Use of Viral Metagenomics. *J. Clin. Microbiol.*, 48 (12): 4392–4396.
- Cecilia D., Kakade M., Alagarasu K., Patil J., Salunke A., Parashar D., Shah P.S. (2015). Development of a multiplex real-time RT-PCR assay for simultaneous detection of dengue and chikungunya viruses.

- Arch. Virol., 160 (1): 323–327.
- Chriél M., Rattenborg E., Hejlesen C., Møller S. (1997). Epidemiological investigation of outbreaks of greasy kits. *Dansk Pelsdyravl.*, 60: 232–233.
- Chu D.K.W., Poon L.L.M., Guan Y., Peiris J.S.M. (2008). Novel astroviruses in insectivorous bats. *J. Virol.*, 82 (18): 9107–9114.
- Clausen T.N., Dietz H.H. (2004). Wet kits in mink. A review. VIII International Scientific Congress in Fur Animal Production's-Hertogenbosch, The Netherlands, 15–18 September 2004.
- De Benedictis P., Schultz-Cherry S., Burnham A., Cattoli G. (2011). Astrovirus infections in humans and animals – Molecular biology, genetic diversity, and interspecies transmissions. *Infect. Genet. Evol.*, 11 (7): 1529–1544.
- Englund L., Chriél M., Dietz H.H., Hedlund K.O. (2002). Astrovirus epidemiologically linked to pre-weaning diarrhoea in mink. *Vet. Microbiol.*, 85 (1): 1–11.
- Gavier-Widen D., Brojer C., Dietz H.H., Englund L., Hammer A.S., Hedlund K.O., Hård af Segerstad C., Nilsson K., Nowotny N., Puurula V., Thorén P., Uhlhorn H., Weissenböck H., Agren E., Klingeborn B. (2004). Investigations into shaking mink syndrome: an encephalomyelitis of unknown cause in farmed mink (*Mustela vison*) kits in Scandinavia. *J. Vet. Diag. Invest.*, 16 (4): 305–312.
- Gliński Z., Kostro K. (2012). Astrowiroza norek – obserwacje wstępne. *Życie Wet.*, 87 (11): 922–924.
- Hammer A.S., Ullman K., Jensen T.H., Hedlund K.O., Czifra G., Dietz H.H., Baule C. (2012). Preliminary results of field and experimental investigations of pre-weaning diarrhea in mink, Proc. of the Xth International Scientific Congress in fur animal production, *Scientifur*, 36: 146–152.
- Henriksen P. (1987). A review of “sticky kit” syndrome in mink. *Dansk Vet. Tidskr.*, 70: 580–583.
- Jindal N., Chander Y., Patnayak D.P., Mor S.K., Ziegler A.F., Goyal S.M. (2012). A Multiplex RT-PCR for the detection of astrovirus, rotavirus, and reovirus in Turkeys. *Avian Dis.*, 56 (3): 592–596.
- Li L., Diab S., McGraw S., Barr B., Traslavina R., Higgins R., Talbot T., Blanchard P., Rimoldi G., Fahsbender E., Page B., Phan T.G., Wang C., Deng X., Pesavento P., Delwart E. (2013). Divergent Astrovirus Associated with Neurologic Disease in Cattle. *Emerg. Infect. Dis.*, 19 (9): 1385–1392.
- Madeley C.R., Cosgrove B.P. (1975). 28 nm particles in faeces in infantile gastroenteritis. *Lancet*, 2 (7932): 451–452.
- Mittelholzer C., Hedlund K.O., Englund L., Dietz H.H., Svensson L. (2003). Molecular characterization of a novel astrovirus associated with disease in mink. *J. Gen. Virol.*, 84: 3087–3094.
- Moser L.A., Schultz-Cherry S. (2005). Pathogenesis of astrovirus infection. *Viral. Immunol.*, 18 (1): 4–10.
- Prieto A., Manuel Diaz-Cao J., Fernandez-Antonio R., Panadero R., Diaz P., Lopez C., Morrondo P., Díez-Baños P., Fernández G. (2014). Application of real-time PCR to detect Aleutian Mink Disease Virus on environmental farm sources. *Vet. Microbiol.*, 173 (3–4): 355–359.
- Rivera R., Nollens H.H., Venn-Watson S., Gulland F.M.D., Wellehan J.F.Jr. (2010). Characterization of phylogenetically diverse astroviruses of marine mammals. *J. Gen. Virol.*, 91: 166–173.
- Schneider R.R., Hunter D.B. (1993). Mortality in mink kits from birth to weaning. *Can. Vet. J.*, 34 (3): 159–163.
- Svennekjaer N.C. (1954). Mink diseases and current problems in mink farming, *Dansk Pelsdyravl.*, 12: 384–404.
- Vermeulen M., Dickens C., Lelie N., Walker E., Coleman C., Keyter M., Reddy R., Crookes R., Kramvis A. (2012). Hepatitis B virus transmission by blood transfusion during 4 years of individual-donation nucleic acid testing in South Africa: estimated and observed window period risk. *Transfusion*, 52 (4): 880–892.
- Vollmer T., Knabbe C., Dreier J. (2014). Comparison of Real-Time PCR and Antigen Assays for Detection of Hepatitis E Virus in Blood Donors. *J. Clin. Microbiol.*, 52 (6): 2150–2156.
- Wagoner J.J., Abeynayake J., Sahoo M.K., Gresh L., Tellez Y., Gonzalez K., Ballesteros G., Pierro A.M., Gaibani P., Guo F.P., Sambri V., Balmaseda A., Karunaratne K., Harris E., Pinsky B.A. (2013). Single-Reaction, Multiplex, Real-Time RT-PCR for the Detection, Quantitation, and Serotyping of Dengue Viruses. *Plos Negl. Trop. Dis.*, 7(4), doi: 10.1371/journal.pntd.0002116.
- Zhao W., Zhu A.L., Yuan C.L., Yu Y., Zhu C.X., Lan D.L., Yang Z.B., Cui L., Hua X.G. (2011). Detection of astrovirus infection in pigeons (*Columbia livia*) during an outbreak of diarrhoea. *Avian Pathol.*, 40 (4): 361–365.

MINK ASTROVIRUS DISEASES – CAUSE, SYMPTOMS, DIAGNOSIS

Summary

Astroviruses are pathogens that can infect a wide range of hosts. Infections were noticed in many species of birds as well as mammals. Among threatened animals are also minks in which the virus induces two different sets of clinical symptoms. The pathogen can cause wet mink syndrome (WMS) and pre-weaning diarrhea (both of which are often considered as one syndrome caused by MiAstV). Because animals suffering from these disease entities show such symptoms as diarrhea and excessive secretion from cervical apocrine glands in young mink kits, the disease is known as “sticky”, “greasy”, or “wet” kit syndrome.

A totally different course of disease is observed in shaking mink syndrome (SMS; caused by SMS-AstV) where the virus has the central nervous system as its main target. As a result of infection there are observed neurological signs, such as shaking, staggering gait, and ataxia. The difference in the pathogenesis is connected with the genetic polymorphism resulting from the high rate of mutations.

Despite the growing knowledge of astroviruses, there is no successful treatment against astroviral infections. The only way to eradicate the disease seems to be a fast and precise diagnosis and separation of infected animals from the rest of stock. Modern diagnostics offer powerful tools from immunoenzymatic assays such as ELISA up to highly specific tests based on molecular biology techniques. Early detection of the virus may have a crucial importance for the reduction of economic losses and keeping the farms free of the pathogen.



Fot. M. Piórkowska