
ХВОРОБИ РИБ

УДК 576.858

АЛЬФАВІРУСНІ ХВОРОБИ ЛОСОСЕВИХ РИБ

Л.П. Буцацький

Інститут рибного господарства НААН України

Наведено короткий літературний огляд робіт європейських дослідницьких лабораторій з емерджентного захворювання лососевих риб, збудником якого є альфавірус. Описано клінічні ознаки панкреатичної хвороби атлантичного лосося та сонної хвороби форелі. Розглянуто методи діагностики вірусу та перспективи профілактики альфавірусних захворювань лососевих риб.

Вірусні захворювання лососевих риб, яких вирощують в аквакультурі, завдають відчутних економічних збитків рибицтву [1–3]. Серед цих захворювань особливий інтерес зумовлюють форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) та атлантичного лосося *Salmo salar* L., збудником яких виявився альфавірус. У атлантичного лосося цей вірус спричиняє панкреатичну хворобу, а у райдужної форелі — так звану сонну хворобу. Останнім часом у Європі економічні втрати від цих хвороб лососевих риб щорічно дорівнюють 17–70 млн доларів США [4].

Синдром сонної хвороби форелі вперше описано у Франції в 1994 р. [5]. Характерною клінічною ознакою цього захворювання є незвична поведінка риби: уражена форель довго лежить на дні басейну на боці, при спробі вилову вона відпливає, але за короткий час знову лягає на бік або зависає біля стінки басейну. Проте вперше альфавірус був ізольований у 1995 р. не з форелі, а з атлантичного лосося в Ірландії [6], потім його виділили у Шотландії [7] та позначили як SAV 1, тобто альфавірус першого субтипу. Другий субтип (SAV 2) цього вірусу, що спричиняє сонну хворобу форелі, ізольовано у Франції в 1997 р. [8] і на підставі його фізико-хімічних властивостей і РНК класифіковано як атипичний альфавірус родини *Togaviridae*. Потім SAV 2 було ізольовано в форелевих господарствах Англії і Шотландії [9, 10],

Німеччини [11], Італії та Іспанії [12]. Оскільки за багатьма характеристиками ці два субтипи вірусу виявилися вельми близькими, було запропоновано об'єднати їх під однією назвою — альфавірус лососів, SAV [13]. Відмінності між ними мають швидше кількісний, ніж якісний характер.

Альфавірус, ізольований у Норвегії з форелі, а також із атлантичного лосося, культивованих в морській воді, названо SAV 3 [14]. Дотепер SAV 3 виявлено лише у цій країні. Він спричиняє панкреатичну хворобу як у лосося, так і у райдужної форелі [15]. За організацією геному SAV 3 подібний до SAV 1 і SAV 2, проте за послідовностями нуклеотидів він подібний до них лише на 91,6% і 92,9% відповідно. Таким чином, три субтипи SAV є близькоспорідненими і розглядаються як нові члени роду *Alfavirus* родини *Togaviridae*. У 2011 р. у країнах Західної Європи було ізольовано ще три субтипи альфавірусу лососів [16] — субтипи 4, 5 і 6 (таблиця).

Слід зазначити, що SAV на сьогодні ізольовано лише в Європі, хоча поодинокі випадки панкреатичної хвороби лососів описано як у США [17], так і в Канаді [18]. У 2010 р. шотландськими дослідниками РНК альфавірусу лососів, подібного до субтипу SAV 5, було виявлено у тканинах морських риб із інших родин — звичайної лиманди (*Limanda limanda*), західноатлантичної палтусовидної камбали (*Hippoglossoides platess-*

Субтипи альфавірусу лососів у країнах Західної Європи

Субтип вірусу	Господар	Хвороба	Країна
SAV 1	<i>S.salar</i>	Панкреатична хвороба	Ірландія
SAV 2	<i>O. mykiss</i>	Сонна хвороба	Англія, Франція, Шотландія, Германія, Іспанія, Італія
SAV 3	<i>S.salar</i> , <i>O. mykiss</i>	Панкреатична хвороба	Норвегія
SAV 4	<i>S.salar</i>	Панкреатична хвороба	Ірландія, Шотландія
SAV 5	<i>S.salar</i>	Панкреатична хвороба	Шотландія
SAV 6	<i>S.salar</i>	Панкреатична хвороба	Ірландія

soides) та звичайної морської камбали *Pleuronectes platessa* [19]. На думку шотландців, ці риби можуть бути джерелом SAV в аквакультури.

Властивості вірусу. Французькими дослідниками було встановлено, що SAV є сферичним і діаметр його віріонів становить 65,5 нм [6]. Нуклеокапсид вірусу, як і інших альфавірусів, складається з однієї копії позитивної (+) одониткової РНК, оточеної 240 копіями капсидного білка. Вірус має ікосаедральну симетрію з $T=4$ [20]. Нуклеокапсид SAV оточений ліпідним бішаром, в який вмонтовано вірусні глікопротеїди. Глікопротеїди E1 і E2 згруповані у вигляді тримерів (E1/E2) \times 3. Кількість цих гетеродимерів — 240, вони утворюють 80 шиповидних відростків, які виступають над поверхнею віріона. SAV чутливий до хлороформу і швидко інактивується при рН 3,0 і 50°C. Плавка щільність альфавірусу лососів у градієнті щільності хлористого цезію становить 1,2 г/мл⁻¹. Грунтуючись на цих властивостях, зроблено висновок, що він подібний до тогавірусів. Ця думка була підтверджена після встановлення повної послідовності нуклеотидів усього вірусного геному [13].

Одониткова позитивна РНК вірусу містить у своєму складі 11–12 т.п.н. і має дві відкриті рамки зчитування. Перша з них розташована на 5'-кінці геному і кодує 4 структурних білка, названих nsP1, nsP2, nsP3, і nsP4. Вони спочатку синтезуються у вигляді поліпротеїнового попередника, який надалі піддається протеолітичному розщепленню. Друга

рамка зчитування розташована на 3'-кінці вірусного геному і кодує 26S субгеномну мРНК, яка продукує 5 структурних білків — капсидний білок, глікопротеїни E2 і E3, 6K, і E1. Не кодуєчі ділянки розташовані на обох кінцях вірусного геному і містять ділянки полі-A [21, 22].

Геноми SAV 1 і SAV 2 містять 11919 і 11900 нуклеотидів відповідно і мають типову для альфавірусів організацію. Геном SAV 3 містить у своєму складі 11530 нуклеотидів і має таку ж будову. Геноми всіх альфавірусів лососів містять 4 консервативних послідовностей нуклеотидів, які відіграють важливу роль у реплікації вірусів, а також консервативні мотиви, характерні для вірусної РНК-полімерази [13, 15, 23]. Філогенетичне порівняння SAV з іншими альфавірусами показало, що цей вірус відрізняється від інших представників родини *Togaviridae*. Грунтуючись на даних з нуклеотидної послідовності генів E1, nsP3 і nsP4, встановили, що 18 ізолятів SAV з райдужної форелі і атлантичного лосося, виділених у різних країнах Європи, можуть бути згруповані в 6 груп (Субтипи 1–6). Субтип SAV 3 відомий лише в Норвегії; субтипи 1 і 2 у цій країні не виявлені.

За амінокислотним складом структурні та неструктурні білки SAV 2 і SAV 3 відрізняються між собою на 95% і 93,6% відповідно [21], чим вони істотно відрізняються від інших альфавірусів, для яких цей показник не перевищує 40%.

Одна з переваг альфавірусів, порівняно з іншими вірусами проявляється при розробці вакцин. Вона полягає в тому,

що їхня геномна РНК є інфекційною для клітин господаря. За допомогою техніки рекомбінантних ДНК французькими дослідниками для SAV 2 отримано повнорозмірну інфекційну кДНК. Геном цього вірусу довжиною 11894 нуклеотидів був вмонтований у транскрипційну плазмиду рSDV, за допомогою якої потім інфікували перевивні клітки риб BF 2. Рекомбінантний вірус ефективно захищав мальків форелі від зараження диким вірусом, тобто служив вакциною [24]. Заміна в такому рекомбінантному вірусі амінокислоти серину у позиції E2-206 на пролін підсилює репродукцію вірусу [25].

Реплікація SAV відбувається у цитоплазмі інфікованих клітин, потім вірус відгалужується через плазматичну мембрану. При цьому придбана ним ліпідна мембрана містить у своєму складі вірусні глікопротеїди E1 і E2, які розташовуються у вірусних виростах (шипях) [21]. Репродукція SAV інгібуються альфа інтерфероном [26, 27].

Епізоотологія панкреатичної хвороби. Ця хвороба атлантичного лосося вперше була описана в одному з господарств Шотландії ще в 1976 р. [28–30], потім її неодноразово виявляли в Норвегії [31] та в інших регіонах Шотландії [32, 33]. Проте етіологія цього захворювання довгий час залишалася невідомою, аж до ізоляції у 1995 р. альфавірусу [6]. У перших публікаціях вказувалося, що панкреатична хвороба атлантичного лосося виявляється в морі на першому році розвитку риб, причому максимальний прояв захворювання спостерігається з кінця липня по початок вересня [30, 34]. Було встановлено, що це захворювання виявляється на всіх стадіях морського циклу розвитку атлантичного лосося [35]. Смертність атлантичного лосося від панкреатичної хвороби в аквакультури коливається від 1% до 48% [36]. Понад 15% риб, що вижили, повинно рости та мають укорочену довжину тіла [28]. Тривалість епізоотії сягає 4 міс, але інколи вона може проходити цілий рік.

Панкреатична хвороба виникає кожного разу при інтродукції в садки нових особин риб, що свідчить про наявність у морській воді постійного резервуару інфекції [35]. У Норвегії, де вона найбільше розповсюджена, за період з 2006 по

2008 р. панкреатична хвороба зареєстрована у 87% обстежених господарствах. Описано поширення хвороби від первинного джерела інфекції в районі м. Берген як на північ, так і на південь на відстань 1000 км, що свідчить про горизонтальне поширення SAV [37–38]. Вертикальна передача вірусу ще не доведена, швидше вона відсутня [39].

Прояв панкреатичної хвороби в аквакультури залежить від температури — інтенсивніше вона проходить при підвищенні температури морської води. При низьких температурах SAV 1 зберігає інфекційність у стерильній воді протягом 2 місяців [34, 40].

Диференціальна діагностика панкреатичної хвороби не є легкою, оскільки лососів вражають й інші віруси зі схожою клінічною картиною, наприклад вірус інфекційного панкреатичного некрозу (IPNV). Обидва віруси вражають підшлункову залозу лососевих риб, проте ураження серця і м'язів при інфікуванні IPNV не настільки значні, як при SAV. Крім того, описана субклінічна форма панкреатичної хвороби [41], що виявляється лише гістологічно — риби не мають жодних зовнішніх ознак захворювання, що ускладнює діагностику. Відмінності між цими вірусами можна встановити за допомогою їх культивування у перевивних культурах клітин риб, в яких IPNV на відміну від SAV розмножується у високих титрах [40].

Родина Тогавірусів містить у своєму складі два роди — *Alfavirus* і *Rubivirus*. До роду альфавірусів відносять 24 різних види вірусів, що вражають хребетних тварин, які мешкають на суші. Всі ці альфавіруси хребетних характеризуються передачею збудника від птахів або від ссавців за допомогою кровосисних комарів (зазвичай комарами родів *Aedes* і *Culex*), а також кліщів та клопів. З огляду на це, деякі автори [13, 37] припускають можливість перенесення в морі і альфавірусу атлантичного лосося за допомогою морської блохи. Відомо, що інший альфавірус — вірус каліфорнійського тюленя (морський слон) переноситься в морі блохою *Lepidophthirus macrobini* [42]. У 2010 р. з'явилося повідомлення норвезьких дослідників про виявлення за допомогою RT-PCR РНК

альфавірусу лососів (SAV 3) у тканинах блохи *Lereophtherius salmonis* [25], яка зазвичай паразитує на лососях. Як уже вказувалося [19], резервуаром альфавірусу лососів можуть бути також морські камбали.

Про близьку спорідненість альфавірусу лососів із іншими представниками роду *Alphavirus* свідчать факти інтенсивного розмноженні деяких альфавірусів вищих хребетних у перевивних культурах клітин риб [43].

Епізоотологія сонної хвороби. Сонна хвороба форелі — це серйозне захворювання культивованої в прісній воді райдужної форелі на всіх стадіях її розвитку. Вперше вона була описана у Франції [5], потім її виявляли в Англії, Шотландії, Германії [11, 22], а також в Італії і Іспанії [44]. Рівень захворюваності форелі варіює від незначних значень до 40% і вище [10, 45]. Найчастіше це захворювання у форелі виникає навесні, хворіють риби масою 10–50 гр. Оптимальною температурою для розмноження альфавірусу в аквакультури є 9–13°C, а в культурі клітин він добре розмножується лише при 10°C [8, 46]. На прояв захворювання у форелі впливають багато чинників, передусім стрес. Тривалість епізоотії в аквакультури

сягає 2 міс. У порядку зниження чутливості до SAV 2 господарі розташовуються в такому порядку:

O.mykiss > *S.salar* > *S.trutta* [47].

Захворювання форелі супроводжується значними патологічними пошкодженнями як червоних, так і білих скелетних м'язів. При цьому у риб вражаються підшлункова залоза і серце. Прояву перших клінічних ознак захворювання та гістологічним змінам передують віремія і вироблення віруснейтралізуючих антитіл [48, 49]. Дослідження титрів вірусу в сироватці, мозку та нирках форелі показали, що SAV 2 присутній у них до 21 дня після інфікування, причому найбільші титри вірусу були в сироватці, в нирках і в мозку — невеликими. Враховуючи, що перші ознаки захворювання у форелі з'являються лише через 35 днів після зараження [50–53], шанс виділення SAV 2 в аквакультури існує лише на ранніх термінах після інфікування.

Для захисту лососів від альфавірусу фірма Novartis у 2008 р. розробила вакцину *Norvax Compact PD*. У Європі цією вакциною щорік імунізують понад 200 млн лососів масою до 35 г. Вакцина ефективно захищає риб від альфавірусної інфекції протягом 20 місяців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бучацький Л.П. Вирусные болезни морских и пресноводных животных. — К.: Ноосфера, 1994. — 130 с.
2. Бучацький Л.П. Епізоотологічний моніторинг хвороб в аквакультури. Інфекційна анемія лососів // Ветеринарна медицина України. — 2005. — № 5. — С. 10–11.
3. Buchatsky L.P., Matvienko N.M., Derjabin O.M. Isolation of IPN virus from rainbow trout in the Ukraine // Proc Intern Conf. EAFP. Split. — 2011. — P. 123.
4. Metz S.W., Feenstra F., Villoing S., Hulten M.C. et al. Low temperature-dependent salmonid alphavirus glycoprotein processing and recombinant virus-like particle formation // PLoS One. — 2011. — 6. — 11. — e25816.
5. Boucher P., Baudin Laurencin F. Sleeping disease (SD) of salmonids // Bulletin of the European Association of Fish Pathologists. — 1994. — 14. — P. 179–180.
6. Nelson R.T., McLoughlin M.F., Rowley H.M. et al. Isolation of a toga-like virus from farmed Atlantic salmon *Salmo salar* with pancreas disease // Diseases of Aquatic Organisms. — 1995. — 22. — P. 25–32.
7. Rowley H.M., Doherty C., McLoughlin M.F., Welsh M.D. Isolation of salmon pancreas disease virus (SPDV) from Scottish farmed salmon // J. of Fish Diseases. — 1998. — 21. — P. 469–471.
8. Castric J., Baudin Laurencin F., Bremont M. et al. Isolation of the virus responsible for sleeping disease in experimentally infected rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Bulletin of the European Association of Fish Pathologists. — 1997. — 17. — P. 27–30.
9. Branson E.J. Sleeping disease in trout // Veterinary Record. — 2002. — 150. — P. 759–760.
10. Graham D.A., Rowley H.M., Walker I.W. et al. First isolation of sleeping disease virus from rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), in the United Kingdom // J. of Fish Diseases. — 2003. — 26. — P. 691–694.
11. Bergman S.M., Castric J., Bremont M. et al. Detection of sleeping disease virus (SDV) in Germany // Proc XIIth Intern. Conf. EAFP, Copenhagen, 2005, Abstract.

12. *Graham D.A., Rowley H.M., Fringuelli E. et al.* First laboratory confirmation of salmonid alphavirus infection in Italy and Spain // *J. of Fish Diseases.* — 2007. — 30. — P. 569–572.
13. *Weston J., Villoing S., Bremont M. et al.* Comparison of two aquatic alphaviruses, salmon pancreas disease virus and sleeping disease virus, by using genome sequence analysis, monoclonal reactivity, and crossinfection // *J. of Virology.* — 2002. — 76. — P. 6155–6163.
14. *Christie K.E., Fyrand K., Holtet L., Rowley H.M.* Isolation of pancreas disease virus from farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norway // *J. of Fish Diseases.* — 1998. — 21. — P. 391–394.
15. *Hodneland K., Bratland A., Christie K.E. et al.* New subtype of salmonid alphavirus (SAV), Togaviridae, from Atlantic salmon *Salmo salar* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in Norway // *Diseases of Aquatic Organisms.* — 2005. — 66. — P. 113–120.
16. *Graham D.A., Frost P., McLaughlin K. et al.* A comparative study of marine salmonid alphavirus subtypes 1-6 using an experimental cohabitation challenge model // *J. Fish Dis.* — 2011. — 34 (4). — P. 273–286.
17. *Kent M.L., Elston R.A.* Pancreas disease in pen-reared Atlantic salmon in North America // *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists,* 1987. — 7. — P. 29–31.
18. *Kibenge F.S.B., Whyte S.K., Hammell K.L. et al.* A dual infection of infectious salmon anaemia (ISA) and togavirus like virus in ISA of Atlantic salmon *Salmo salar* in New Brunswick. *Diseases of Aquatic Organisms* 2000. — 42. — P. 11–15.
19. *Snow M., Black J., Matejisova I. et al.* Detection of salmonid alphavirus RNA in wild marine fish: implication for the origins of salmon pancreas disease in aquaculture // *Dis. Aquat Organ.* — 2010. — 19 (3). — P. 177–188.
20. *Cheng R.H., Kuhn R.J., Olson N.H., et al.* Nucleocapsid and glycoprotein organization in an enveloped virus // *Cell* 1995. — 80. — P. 621–630.
21. *Weaver S.C., Dalgarno L., Frey T.K., et al.* Family Togaviridae // *Virus Taxonomy. Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses* (ed. by M.H.V. Regenmortel, C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, E.B. Carstens, M.K. Estes, S.M. Lemon, J. Maniloff, M.A. Mayo, D.J. McGeogh, C.R. Pringle, R.B. Wickner). — 2000. — P. 879–899. Academic Press, London.
22. *Powers A.M., Brault A.C., Shirako Y. et al.* Evolutionary relationships and systematics of the alphaviruses // *Virology* 2001. — 75. — P. 10118–10131.
23. *Villoing S., Bearzotti M., Chilmonczyk S. et al.* Rainbow trout sleeping disease virus is an atypical alphavirus // *Virology.* — 2000. — 74. — P. 173–183.
24. *Moriette C., LeBerre M., Lamoureux A. et al.* Recovery of a recombinant salmonid alphavirus fully attenuated and protective for rainbow trout // *J. of Virology.* — 2006. — 80. — P. 4088–4098.
25. *Karlsen M., Villoing S., Ottem K.F. et al.* Development of infectious cDNA clones of Salmonid alphavirus subtype 3 // *BMC Res Notes.* — 2010. — 3. — P. 241.
26. *Sun B., Skjaveland I., Svingerud T. et al.* Antiviral activity of salmonid gamma interferon against infectious pancreatic necrosis virus and salmonid alphavirus and its dependency on type I interferon // *J. Virology.* — 2011. — Vol. 85, N 17. — P. 9188–9198.
27. *Xu C., Guo T-C., Mutoloki S. et al.* Alpha interferon and not gamma interferon inhibits salmonid alphavirus subtype 3 replication *in vitro* // *J. Virology.* — 2010. — Vol. 84, N 17. — P. 8903–8912.
28. *Munro A.L.S., Ellis A.E., McVicar A.H. et al.* An exocrine pancreas disease of farmed Atlantic salmon in Scotland // *Helgolander Meeresunters.* — 1984. — 37. — P. 571–586.
29. *Ferguson H.W., Rice D.A., Lynas J.K.* Clinical pathology of myodegeneration (pancreas disease) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) // *Veterinary Record.* — 1986. — 119. — P. 297–299.
30. *McVicar A.H.* Pancreas disease of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, in Scotland: epidemiology and early pathology // *Aquaculture.* — 1987. — 67. — P. 71–78.
31. *Poppe T., Rimstad E., Hyllseth B.* Pancreas disease of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) post-smolts infected with infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) // *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists.* — 1989. — 9. — P. 83–85.
32. *Rodger H.D., Turnbull T., Richards R.H.* Myopathy and pancreas disease in salmon: a retrospective study in Scotland // *Veterinary Record.* — 1994. — 135. — P. 234–235.
33. *Murphy T.M., Rodger H.D., Drinan E.M. et al.* The sequential pathology of pancreas disease in Atlantic salmon farms in Ireland // *J. of Fish Diseases.* — 1992. — 15. — P. 401–408.
34. *Crockford T., Menzies F.D., McLoughlin M.F.* Aspects of the epizootiology of pancreas disease in farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in Ireland // *Diseases of Aquatic Organisms.* — 1999. — 36. — P. 113–119.
35. *McLoughlin M.F., Graham D.A.* Alphavirus infection in salmonids — a review // *J. of Fish Diseases.* — 2007. — 30. — P. 511–531.
36. *Rodger H.D., Turnbull T., Richards R.H.* Myopathy and pancreas disease in salmon: a retrospective study in Scotland // *Veterinary Record.* — 1994. — 135. — P. 234–235.
37. *Karlsen M., Hodneland K., Endresen C., Nylund A.* Genetic stability within the Norwegian subtype of salmonid alphavirus (family Togaviridae) // *Archives of Virology.* — 2005. — 151. — P. 861–874.

38. *Jansen M.D., Taksdal T., Wasmuth M.A. et al.* Salmonid alphavirus and pancreas disease in Atlantic salmon, *Salmo salar* L in freshwater and seawater sites in Norway from 2006 to 2008 // *J. Fish. Dis.* — 2010. — 33(5). — P. 391–402.
39. *Kongtorp R.T., Stene A., Andressen P.A.* Lack of evidence for vertical transmission of SAV 3 using gametes of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., exposed by natural and experimental routes // *J. Fish Dis.* — 2010. — 33. — 11. — P. 879–888.
40. *McLoughlin M.F.* The differential diagnosis of the major salmonid disorders of salmonids, a diagnostic challenge // *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists.* — 1997. — 17. — P. 205–208.
41. *Graham D.A., Jewhurst H., McLoughlin M.F. et al.* Sub-clinical infection of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) with salmonid alphavirus — a prospective longitudinal study // *Diseases of Aquatic Organisms.* — 2006. — 72. — P. 193–199.
42. *Linn M.L., Gardner J., Warrilow D. et al.* Arbovirus of marine mammals: a new alphavirus isolated from the elephant seal louse, *Lepidophthirus macrorhini* // *J. of Virology.* — 2001. — 75. — P. 4103–4109.
43. *Wolf K., Mann J. A.* Poikilotherm vertebrate cell lines and viruses: a current listing for fishes // *In Vitro.* — 1980. — 16. — P. 168–179.
44. *Graham D.A., Jewhurst H.L., McLoughlin M.F. et al.* A prospective longitudinal serological, virological and histopathological study of an outbreak of sleeping disease in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // *Diseases of Aquatic Organisms.* — 2007. — 74. — P. 191–197.
45. *Boucher P., Castric J., Baudin Laurencin F.* Observations of virus-like particles in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* infected with sleeping disease virulent material // *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists.* — 1994. — 14. — P. 215–216.
46. *Graham D.A., Staples C., Wilson C.J. et al.* Biophysical properties of salmonid alphaviruses (SAV) — influence of temperature and pH on virus survival // *J. of Fish Diseases.* — 2007. — 30. — P. 533–544.
47. *Graham D.A., Taylor C., Rodgers D.* Development and evaluation of a one-step real-time reverse transcription polymerase chain reaction assay for the detection of salmonid alphaviruses in serum and tissues // *Diseases of Aquatic Organisms.* — 2006. — 70. — P. 47–54.
48. *Boucher P., Raynard R.S., Houghton G., Baudin Laurencin F.* Comparative experimental transmission of pancreas disease in Atlantic salmon, rainbow trout and brown trout // *Diseases of Aquatic Organisms.* — 1995. — 22. — P. 19–24.
49. *Boucher P., Baudin Laurencin F.* Sleeping disease and pancreas disease; comparative histopathology and acquired cross protection // *J. of Fish Diseases.* — 1996. — 19. — P. 303–310.
50. *Kerbarth Boscher S.K., McLoughlin M., Le Ven A. et al.* Experimental transmission of sleeping disease in one-year-old rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), induced by sleeping disease virus // *J. of Fish Diseases.* — 2006. — 29. — P. 263–273.
51. *Hodneland K., Bratland A., Christie K.E. et al.* New subtype of salmonid alphavirus (SAV), *Togaviridae*, from Atlantic salmon *Salmo salar* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in Norway // *Diseases of Aquatic Organisms.* — 2005. — 66. — P. 113–120.
52. *Welsh M., Weston J.H., Borghmans B.J. et al.* Biochemical characterisation of salmon pancreas disease virus // *J. of General Virology.* — 2000. — 8. — P. 813–820.
53. *Weston J.H., McLoughlin M.F., Graham D.A.* Detection and antigenic characterization of salmonid alphavirus isolates from sera obtained from farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) // *J. of Fish Diseases.* — 2004. — 27. — P. 143–149.

АЛЬФАВИРУСНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

Л.П. Бучацкий

Приведен краткий литературный обзор работ европейских исследовательских лабораторий по эмерджентному заболеванию лососевых рыб, возбудителем которого является альфавирус. Описаны клинические признаки панкреатической болезни атлантического лосося и сонной болезни форели. Рассмотрены методы диагностики вируса и перспективы профилактики альфавирусных заболеваний лососевых рыб.

ALPHAVIRUS ILLNESS OF SALMON FISH

L. Buchatsky

There is presented a brief literature review of European scientific laboratories on emergent illness of salmon fishes caused by alphavirus. Clinical signs of pancreatic and sleeping diseases and methods of their diagnostic and prophylactic are described.