

Мутації в генах *BRCA1/2* підвищують ризик захворювань на рак молочної залози, рак підшлункової та передміхурових залоз у чоловіків. В Україні мутації генів *BRCA1/2* вивчалися лише у жінок, а ситуація з захворюваннями, пов'язаними з порушенням роботи цих генів у чоловіків залишається майже не дослідженою. Аналіз 15 чоловіків, хворих на рак передміхурової залози та 15 потенційно здорових чоловіків того ж віку на наявність двох мутацій гену *BRCA1* (185delAG, 5382insC) та однієї мутації в гені *BRCA2* (6174delT) проводили методом мультипраймерної ПЛР. Жоден з проаналізованих пацієнтів не характеризувався наявністю вказаних мутацій, що відповідає даним літератури, які свідчать про низьку частоту цієї події у чоловіків Північної Америки, Австралії, Азії, а також Західної, Центральної та Південної Європи.

**Ключові слова:** *BRCA1* та *BRCA2*, мутації, рак молочної залози, рак передміхурової залози.

#### Резюме

**Городецкая Е.В., Серга С.В., Демидова А.С., Стаховский Э.О., Кононенко О.А., Стаховский О.Э., Пиккуль М.В., Козерецька И.А.** Мутации в генах *BRCA1/2* у мужчин Украины.

Мутации в генах *BRCA1/2* повышают риск возникновения рака молочной железы, рака поджелудочной и предстательной желез у мужчин. В Украине мутации генов *BRCA1/2* изучались только у женщин, а ситуация с данными заболеваниями, связанными с нарушением работы этих генов у мужчин остается почти не исследовано. Анализ 15 мужчин, больных раком предстательной железы и 15 потенциально здоровых мужчин того же возраста на наличие двух мутаций гена *BRCA1* (185delAG, 5382insC) и одной мутации в гене *BRCA2* (6174delT) проводили методом мультипраймерной ПЦР. Ни один из проанализированных пациентов не характеризовался наличием указанных мутаций, что соответствует данным литературы, которые свидетельствуют о низкой частоте этого события у мужчин Северной Америки, Австралии, Азии, а также Западной, Центральной и Южной Европы.

**Ключевые слова:** *BRCA1* и *BRCA2*, мутации, рак молочной железы, рак предстательной железы.

#### Summary

**Gorodetska I.V., Serga S.V., Demidova A.S., Stakhovsky E.O., Kononenko A.A., Stakhovsky O.E., Pikul M.V., Kozeretska I.A.** Mutations in *BRCA 1/2* in male from Ukraine.

Mutations in *BRCA1/2* genes are known to increase the risk of human breast cancer, pancreatic cancer and prostate cancer. In Ukraine only mutations in woman *BRCA1/2* were studied, thus the situation with these diseases related to disturbance of these genes in ukrainian men remains poorly explored. We performed PCR analysis on 15 men with prostate cancer and 15 potentially healthy men of the same age in order to detect presence of two mutations in *BRCA1* gene (185delAG, 5382insC) and one mutation in *BRCA2* gene (6174delT). None of the analyzed patients demonstrated the presence of these mutations, which accords to the literature data that specify a low frequency of this event in men in North America, Australia, Asia, and the Western, Central and Southern Europe.

**Keywords:** *BRCA1* and *BRCA2*, mutations, breast cancer, prostate cancer.

Рецензент: д.біол. н., проф. С.В. Демидов

УДК 576.858

## БІОЛОГІЯ ГЕРПЕСВІРУСІВ РИБ

М.І. Майстренко, Л.П. Бучацький

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

### Вступ

Назва герпесвірусів походить від грецького слова *herpes*, що в перекладі означає «повзучий». Вони широко розповсюджені в природі – наразі відомо понад 130 різних герпесвірусів тварин. Найбільше їх ізольовано з вищих хребетних та з людини, лише декілька герпесвірусів ізольовано з амфібій, та один із молосків (*Ostreavirus*, родина *Malacoherpesviridae*). Серед вищих еукаріот рідко зустрічаються тварини, які б не були вражені цими вірусами. Серед герпесвірусів тварин зустрічаються також такі віруси як вірус хвороби Марека та вірус Люке, які здатні викликати канцерогенз. Біологічні властивості не всіх герпесвірусів є однаковими. Наприклад, існують герпесвіруси з широким спектром хазяїв, які швидко руйнують клітини хазяїна, інші мають вузький спектр хазяїв. Багато з герпесвірусів тварин та людини здатні утворювати латентні інфекції і довго співіснувати з організмом свого хазяїна. Всі герпесвіруси вищих еукаріот (родина *Herpesviridae*) за останньою класифікацією відносяться до трьох підродин: *Alphaherpesvirinae*, *Betaherpesvirinae* та *Gammaherpesvirinae*. Всі герпесвіруси риб відносяться до родини *Alloherpesviridae*. До цієї родини відносяться такі роди: Рід *Batrachovirus*; Рід *Cyprinivirus*; Рід *Ictalurivirus*; Рід *Salmonivirus*.

Герпесвіруси риб завдають значної шкоди рибництву. Відомо 15 герпесвірусів, які здатні викликати значні патологічні зміни в організмі риб (таблиця 1, №№ 1-15). Серед них найбільш відомими є герпесвірус кої, вірус віспи коропа, герпесвірус каналного сома, герпесвірус *Oncorhynchus masou*. Крім них, відомі і інші герпесвіруси риб, які були виявлені лише за допомогою електронної мікроскопії, але завдяки їхній високій видовій специфічності для цих вірусів ще не розроблені методи накопичення на перевивних культурах клітин, тому не вивчені їх біологічні властивості (табл. 1, № 16-27).

### 1. Біологічна характеристика герпесвірусів риб.

Аллогерпесвіруси риб за біологічними ознаками подібні до герпесвірусів вищих хребетних та людини. Вони володіють високою

видовою специфічністю, характеризуються складними етапами взаємодії з захисними механізмами хазяїна і здатні великий проміжок часу з ним співіснувати (латентна форма інфекції). Висока видова специфічність аллогерпесвірусів чітко проявляється при їх культивуванні в перевивних клітинах риб. Наприклад, всі три аллогерпесвіруси корошових риб здатні розмножуватись лише в перевивних клітинах, отриманих з корошів, герпесвіруси лососевих риб – лише в культурах, отриманих із лососів, і т.д. Виключенням є лише герпесвірус вугрів, який здатний розмножуватись в перевивних клітинах, отриманих з корошових (EPC, FHM) та лососевих (RTG-2) риб.

Більшість аллогерпесвірусів вражають в першу чергу клітини епітелію. Там вони викликають некрози, гіпертрофію клітин, гіперплазії, папіломи та аденокарциноми, формують синтиції. У вражених аллогерпесвірусами клітинах спостерігається видовження ядер та маргіналія хроматину.

Латентність аллогерпесвірусів була описана для CyHV1, CyHV3, SalHV2 та IctHV [62-65]. За звичай її виявляють за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР).

### 2. Структура аллогерпесвірусів.

Структура всіх герпесвірусів характеризується значною консервативністю і аллогерпесвіруси не складають виключення [42]. Діаметр віріонів аллогерпесвірусів становить 115-130 нм. Вірусний капсид побудований з 162 капсомерів. З них 150 є гексамерами, а 12 пентамерами. В центрі віріонів розташоване щільно упаковане ядро (кор.). Нуклеокапсид вірусу огорожений аморфним шаром, що називається тегумент. Вся ця конструкція окутана ліпідною двошаровою мембраною, яка походить від мембрани клітин хазяїна і містить різні глікопротеїди [43].

### 3. Структура геному.

Дотепер секвеновані геноми 45 герпесвірусів вищих тварин та людини, 3 герпесвіруси риб [44-46] та один герпесвірус молюсок [47]. Найбільший геном серед аллогерпесвірусів виявлений у CyHV3 (295 000 тпн), найменший – у IctHV1 (134 000 тпн). CyHV3 містить 156 відкритих рамок читування. Кожна з них транскрибується в окрему молекулу мРНК.

На базі порівняльного аналізу геномів всі аллогерпесвіруси, як вказано вище, розділяються на три родини. До родини Herpesviridae відносять герпесвіруси ссавців, птиць та рептилій, до

Таблиця 1

## Віруси герпеса риб

Назва вірусу	Родина (Рід)	Абревіатура	Хазяїн	Клінічні ознаки	Посилання
1. Anguillid HV 1	Alloherpesviridae, 1	AngHV1	Японський вугор <i>Anguilla japonica</i> , Європейський вугор <i>A. anguilla</i>	Геморагічні враження шкіри, зябер, плавців, печінки	1,2
2. Cyprinid HV1	Alloherpesviridae, 1 ( <i>Cyprinivirus</i> )	CyHV1	Короп <i>Cyprinus carpio</i>	Екзофтальмія, геморагії, папіломи, висока смертність мальків	3,4
3. Cyprinid HV2	Alloherpesviridae, 1 ( <i>Cyprinivirus</i> )	CyHV2	Карась сріблястий <i>Carassius auratus</i>	Висока смертність на всіх стадіях, некрози гемопоетичної тканини, селезінки, підшлункової залози	5-7
4. Cyprinid HV3	Alloherpesviridae, 1 ( <i>Cyprinivirus</i> )	CyHV3	Корп <i>Cyprinus carpio</i>	Висока смертність на всіх стадіях, запалення зябер, гіперплазія, некрози	8,9
5. Ictalurid HV1	Alloherpesviridae, 2 ( <i>Ictalurivirus</i> )	IctHV1	Канальний сомик <i>Ictalurus punctatus</i>	Некрози печінки, нирок та внутрішніх органів, висока смертність малька при t >27°C	10,11
6. Ictalurid HV2	Alloherpesviridae, 2 ( <i>Ictalurivirus</i> )	IctHV2	Чорний сомик <i>Ameiurus melas</i>	Некроз нирок, геморагії, висока смертність на всіх стадіях	12,13
7. Acipenserid HV1	Alloherpesviridae, 2	AcHV1	Білий осетр <i>Acipenser transmontanus</i>	Дифузні дерматити, висока смертність мальків	14
8. Acipenserid HV2	Alloherpesviridae, 2 ( <i>Ictalurivirus</i> )	AcHV2	White sturgeon <i>Acipenser transmontanus</i>	Епіцермальна гіперплазія	15
9. Salmonid HV1	Alloherpesviridae, 2 ( <i>Salmonivirus</i> )	SalHV1	Райужна форель <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Клінічні ознаки відсутні	16
10. Salmonid HV2	Alloherpesviridae, 2 ( <i>Salmonivirus</i> )	SalHV2	Сма (O. masou) Кожуч (O. kisuitchi) Нерка (O. nerka) Керка (O. keta) Форель	Віремія, витришкуватість, некрози печінки, висока смертність мальків. У дорослих папіломи	17,8
11. Salmonid HV3	Alloherpesviridae, 2 ( <i>Salmonivirus</i> )	SalHV3	Озерний голець ( <i>Salvelinus namaycush</i> ) та його гібрид з американською палією ( <i>S. fontinalis</i> )	Епідермальна гіперплазія, геморагія на очах і щелепі, висока смертність мальків	19,20

12.	Gadid herpesvirus 1	Alloherpesviridae, 2	GaHV1	Атлантична тріска ( <i>Gadus morhua</i> )	Висока смертність дорослих, гіпертрофія клітин зябер	21
13.	Pilchard HV	Alloherpesviridae, 2	Без назви	Австралійська сардинка ( <i>Sardinops sagax</i> )	Епідермальна гіперплазія і гіпертрофія	22-25
14.	Tilapia HV	Класифікація відсутня	TLEV	Блакитна тиліяпія ( <i>Oreochromis aureus</i> )	Енцефаліти і висока смертність личинок	26
15.	Percid HV1	Класифікація відсутня	PeHV1	Судак ( <i>Stizostedion vitreum</i> )	Епідермальна гіперплазія	27
16.	Esocid HV 1	Класифікація відсутня	EsHV 1	Щука північна ( <i>Esox lucius</i> ) Мускулунг ( <i>E. masquinongy</i> )	Блакитні плямки на шкірі Видовження клітин епітелію	28
17.	Pleuronectid HV 1	Класифікація відсутня	PYUV1	Ромб ( <i>Scophthalmus maximus</i> )	Гігантські клітини в шкірі і епітелії зябер	29,30
18.	Flounder HV	Класифікація відсутня	FHV	Азійський параліхт ( <i>Paralichthys olivaceus</i> )	Епідермальна гіперплазія	22
19.	Golden ide HV	Класифікація відсутня	Golden ide HV	Язь ( <i>Leuciscus ide</i> )	Епідермальна гіперплазія папіломатоз	31
20.	Pacific cod HV	Класифікація відсутня	Pacific cod HV	Тріска тихоокеанська ( <i>Gadus macrocephalus</i> )	Гіпертрофія клітин епідерми	32,33
21.	Sheatfish HV	Класифікація відсутня	SHV	Сом європейський ( <i>Silurus glanis</i> )	Епідермальна гіперплазія папіломатоз	34
22.	European Smelt HV	Класифікація відсутня	ESHV	Корюшка європейська ( <i>Osmerus eperlanis</i> )	Папіломи, гіперплазія біля спинних плавців	35,36
23.	Rainbow Smelt HV	Класифікація відсутня	RSHV	Корюшка азійська ( <i>Osmerus mordax</i> )	Папіломи і карциноми	37
24.	Smooth dogfish HV	Класифікація відсутня	SDHV	Акула собача ( <i>Mustelus canis</i> )	Депігментація клітин епідерми	38
25.	Atlantic salmon HV	Класифікація відсутня	ASHV	Атлантичний лосось ( <i>Salmo salar</i> )	Папіломи	39
26.	Angelfish HV	Класифікація відсутня	AHV	Скалярія висока ( <i>Pterophtallum altum</i> )	Геморагічні ураження шкіри, вздуття селезінки і печінки	40
27.	Red striped rockfish HV	Класифікація відсутня	RSRHV	Морський окунь ( <i>Sebastes proriger</i> )	Некрози печінки, гепатомегалія	41

родини Alloherpesviridae, до родини Malacoherpesviridae відносять герпесвірус молоска. За послідовністю нуклеотидів ці родини між собою значно відрізняються. Єдиним виключенням є ген, що кодує молекулу АТФ-ази, яка входить до складу термінази. Терміназа відіграє основну роль при інкапсидатії вірусного геному у зрілий віріон в процесі його зборки [47-49]. Подібний ген існує у бактеріофага Т4, що вказує на походження аллогерпесвірусів від прокариот.

У герпесвірусів риб існує 12 генів, які є консервативними [46]. Сім з них кодують білки, які необхідні для реплікації вірусу, для морфогенезу віріонів, а інші 5 кодують білки з невідомими функціями [50,51]. Використовуючи консервативні послідовності, за допомогою ПЛР було встановлено філогенетичну спорідненість 13 аллогерпесвірусів. Виявилось, що всі герпесвіруси риб чітко розділяються на два класи. До одного з них (клас 1) відносяться герпесвіруси коропових риб і вугря, всі інші – до класу 2. До останнього були віднесені також герпесвірус атлантичної тріски, який не культивується в перевивних клітинах [21] і герпесвірус австралійської сардинки [22]. Аналіз послідовності нуклеотидів гену ДНК-полімерази герпесвірусу тіляпії свідчить про виняткові властивості цього вірусу риб – про його подібність до родини Herpesviridae, а не до аллогерпесвірусів [26].

Із шести структурно охарактеризованих геномів 5 мають прямі прикінцеві повтори розміром від 22 000 тпн до 636 000 тпн. [52]. Виключенням є SalHV1, який містить зворотні повтори розміром 7 700 тпн.

#### 4. Аллогерпесвірус СуHV3.

Аллогерпесвірус СуHV3 є високо контагіозним і викликає масові спалахи інфекції у коропа звичайного (*Cyprinus carpio carpio*) та його підвиду коропа кої (*Cyprinus carpio koi*). За міжнародною класифікацією вірусів він дістав назву вірус герпеса коропа третього типу (СуHV-3). Вперше ця хвороба була виявлена в Ізраїлі навесні 1998 року у деяких рибних господарствах уздовж усього узбережжя Середземного моря - там спостерігались численні масові (понад 80%) випадки загибелі коропа [53, 54]. З того часу загроза даного захворювання у цій країні ніколи не зникла. На даний момент захворювання розповсюдилось по багатьох фермах країни, що призводить до суттєвих фінансових втрат. Хоча збудник хвороби виявився надзвичайно вірулентним, захворюваність та летальні випадки спочатку були описані лише у кої та коропа звичайного [55]. Було виявлено, що деякі види риб, включаючи таких представників родини ко-



ропоподібних, як *Carassius auratus*, стійкі до даного захворювання, незважаючи навіть на довготривале співмешкання з хворою рибою в одному водяному резервуарі. Спалахи нового захворювання, що призвели до масової загибелі риби в Ізраїлі, спостерігались також в США та багатьох країнах Європи, Азії та Північної Америки. За всіма ознаками ця інфекція є емерджентною. Емерджентними називають хвороби, які виникають або проявляються раптово, несподівано, які раніше були невідомі і часто викликають надзвичайно напружені епізоотичні ситуації [56]. Швидке розповсюдження цього вірусу по всьому світу обумовлене тим, що декоративний короп кої має широкий попит серед акваріумістів і є предметом інтенсивної торгівлі. Міжнародне епізоотичне бюро (МЕБ) у 2007 р. визнало цю емерджентну інфекцію як загрозову і таку, що підлягає обов'язковому декларуванню та викоріненню. Відсутність повідомлень про розповсюдження цього вірусу у Східній Європі є однією з причин заборони ввезення коропа до країн Європейського Союзу [57].

Найчастіше захворювання виникає в перехідний період - навесні та восени, його вплив обмежений температурними умовами 17°-27°С, особливо вірус контагіозний при температурі 22°-24° С [55, 58].

З інфікованого коропа був ізольований та ідентифікований ДНК вмісний вірус, морфологічно схожий на вірус простого герпесу людей. СуHV3 містить найбільший серед вірусів герпеса геном – він побудований із 295 000 пар нуклеотидів [59] і здатний кодувати 156 різних білків, з них 40 білків є структурними [60].

Як і інші герпесвіруси, СуHV3 має гени, які кодують білки, які здатні впливати на імунну систему хазяїна. Серед них є інтерлейкін-10, ліпопротеїн, фактор некрозу пухлин (TNFR-2) [61].

Даний вірус вже через 2 дні після зараження призводить до нефриту, який може тривати до десяти діб. В інфікованій рибі вражаються зябри, про що свідчить втрата ворсинок та запалення зябрових тичинок. Основними симптомами хвороби коропа є втомлювальність, втрата координації руху, внутрішні крововиливи, запалі очі, бліді плями на шкірі, збільшення секреції слизу, нефрит та некроз зябер, різке збільшення числа зовнішніх паразитів і бактерій. Основним методом діагностики вірусу є полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР), а також метод імунофлуоресценції. Інший імунологічний метод, який широко використовують для діагностики вірусів, ELISA, для цього вірусу ще не розроблений.

За даними ізраїльських та японських дослідників вірусна ДНК за допомогою ПЛР виявляється в нирках та в крові інфікованих риб уже через один день після інфікування [62]. Через три дні після інфікування кількість вірусної ДНК в нирках починає зростати [63]. З часом вірусна ДНК з'являється в зябрах, печінці, кишківнику та у шкірі. В тканинах головного мозку вона виявляється не завжди.

При електронно-мікроскопічних дослідженнях в цитоплазмі клітин нирок і печінки хворих короїв виявлені віріони діаметром 120 нм. Мітохондрії уражених клітин мали видовжену форму, деякі мітохондріальні крісти були зруйновані. В цитоплазмі уражених клітин були розширені каналці гранулярного ендоплазматичного ретикулума, мало місце розходження листків ядерної мембрани. В цитоплазмі уражених клітин нирок віріонів було набагато більше, ніж в клітинах печінки [64, 65].

Вірус СуHV3 успішно інфікує перевивну культуру клітин із плавників кої або коропа. Первинна культура із плавників коропа також придатна для накопичення вірусу. Цитопатичний ефект в інфікованій культурі клітин настає через 4-6 діб після інфікування.

Про шляхи розповсюдження вірусу СуHV3 в природі інформації мало. Нещодавно наявність ДНК СуHV3 була підтверджена за допомогою ПЛР у інших риб, які вирощувались в полікультурі разом з інфікованими коропами – у карася (*Carassius carassius*), білого амура (*Stenopharyngodon idella*), строкатого товстолобика (*Aristichthys nobilis*), звичайного товстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), линя (*Tinca tinca*), рибиця (*Vimba vimba*), російського (*Acipenser gueldenstaedtii*) та атлантичного (*Acipenser oxyrinchus*) осетрів [66]. Японськими дослідниками ДНК КHV виявлена у коловерток [67].

Ймовірно, джерелом зараження може бути і вода, що містить слиз або інші продукти життєдіяльності заражених риб, а також знаряддя рибальства. Істотну роль в перенесенні вірусу виконують водоплавні птахи, зокрема чайки. Збереження інфекційності СуHV3 у воді може сягати кілька днів [68]. Показано, що в організм риб вірус може проникати через шкіру біля спинних плавців. Потім вірус проникає в лейкоцити і розноситься в різні органи риб. Оскільки за допомогою ПЛР ДНК вірусу герпеса була виявлена у короїв без клінічних ознак хвороби, які вирощувались при температурі 13° С, то такі риби можуть бути джерелом інфекції у рибницьких господарствах.

Один з запропонованих профілактичних заходів захворюваності риб від вірусу СуHV3 – дотримання правил ветеринарної санітарії

щодо інфекційних хвороб риб. Перевозити мальків коропа в Європі дозволяється тільки з господарств, які мають посвідчення про відсутність у них СуHV3. Методи біобезпеки включають також дотримання карантину для завезених риб протягом 2 місяців в умовах сумісного їх культивування з чутливими рибами при температурах, оптимальних для репродукції СуHV3. Вчені Ізраїлю пропонують практичні рекомендації, що засновані на набутті резистентності до вірусу через утримання молоді риб в умовах короткочасного (5 діб) впливу підвищених температур, що сприяють термоінактивації вірусу та їх подальшого звільнення у ставки для одужання протягом літа [55].

Інший метод полягає в підвищенні резистентності до вірусної інфекції шляхом міжвидового схрещування чутливого свійського коропа та резистентного дикого виду. Гібриди показують високі темпи зростання, вони менш чутливі до СуHV3, ніж їхні чистокровні батьківські форми [69].

Ще один з перспективних методів захисту – вакцинація риб атенуваною вакциною проти СуHV3. Але ця вакцина ще не в достатній мірі протестована в умовах рибницьких господарств протягом довгого періоду, тому все ще залишається відкритим питання про її безпеку для не імунізованих риб [63,70].

Зважаючи на високу потенційну загрозу СуHV3 для рибництва, необхідно впроваджувати ефективні експрес-методи його діагностики та вжити ряд організаційних заходів по недопущенню розповсюдження цього вірусу в рибницьких господарствах України.

### 5. Аллогерпесвірус каналного сомика (IcHV1).

Аллогерпесвірус (IcHV1) був відкритий в США в 1971 р. під час спалаху інфекції у мальків каналного сомика (*Ictalurus punctatus*) [11]. Інфекція у мальків каналного сомика супроводжувалась високою смертністю, затримкою росту риб і високою чутливістю до бактеріальних інфекцій. За останніми повідомленнями, цей вірус може залишатися у 10-20% популяції риб у латентній формі [71]. IcHV1 є найбільш детально охарактеризованим представником кладу 2 аллогерпесвірусів. Геном вірусу являє собою лінійну не пермутовану ДНК розміром 130 000 тпн. [72, 73], яка кодує 79 відкритих рамок зчитування [44]. 11 з них кодують вірусні структурні білки. Як і в інших герпесвірусів, IcHV1 кодує 8 зовсім ранніх білків (2 години після інфікування), 8 ранніх (2-4 години після інфікування) і 16 пізніх білків (після 4 годин). Очищена ДНК вірусу здатна інфікувати перевивні клітини риб [74].

Під час репродукції в чутливих клітинах риб IcHV1 швидко пригнічує білковий синтез хазяїна [72], вірус перебудовує цитоскелет [75]. При цьому відбувається руйнування актинових філаментів, перегрупування мікротрубочок і віментінових філаментів, зростає кількість синтиціїв. Повна руйнація мікротрубочок за допомогою хімічних реагентів (нокодазол) призводить до інгібування вірусу.

Аллогерпесвірус IcHV1 здатний до репродукції в макрофагах, в В і Т-лімфоцитах [76]. Клітини ССО, попередньо інфіковані реовірусом каналного сомика, не здатні підтримувати репродукцію IcHV1 [77].

Спалахи інфекції, зумовлені IcHV1, бувають спорадичними. Вони виникають влітку, і вражають здебільшого мальків, хоча дорослі риби теж хворіють. За два тижні гине біля 90% популяції каналного сомика. Клінічні ознаки хвороби з'являються у риб через 2-3 дні після інфікування. Риби втрачають орієнтацію при плаванні, у них наявна екзофтальмія, вздуття кишківника, геморагії плавців.

На розтині здута селезінка і нирки, наявні жовті асцити. Найбільш значимі патологічні враження відмічені в гематопоетичній тканині, а також в печінці та травневому тракті. Некрози присутні у підшлунковій залозі, селезінці та м'язах [78, 79].

Для IcHV1 характерна висока видова специфічність. До нього чутливі лише близькорідні блакитний (*I.furcatus*) та білий (*I.catus*) сомики. Інші представники сомових риб, такі як європейський, американський, африканський та азійський стійкі до цього аллогерпесвірусу [80-131]. Така ж ситуація спостерігається і в перевивних культурах клітин [51].

Про шляхи передачі вірусу в організмі риб інформації мало. Використання вірусу, міченого радіоактивними ізотопами, показало, що спочатку він накопичується в зябрах і хвостових плавцях, а потім, через 3-4 дні, максимальне його накопичення відбувається в печінці, травневому тракті та нирках інфікованих риб [84]. Після цього відбувається повторне максимальне його накопичення в зябрах сомиків. В цей же час відбувається масова смертність інфікованих риб [72].

Про випадки перебування IcHV1 в організмі каналного сомика в латентній формі існує багато повідомлень [85-88], проте механізми, які стримують розмноження вірусу, не досліджені. Є припущення, що спусковим гачком інфекції може бути температура або стрес [89]. Для профілактики захворювання розроблені такі вакцини, як ДНК-вакцина [90], вакцина на основі живого ослабленого вірусу [91] та ре-

комбінантні вакцини з відсутнім геном тимідинкінази [92], або гену 50 [93]. Найбільш ефективною виявилась жива ослаблена вакцина [94].

Таким чином, за біологічними властивостями аллогерпесвіруси значно відрізняються від добре вивчених представників родини Herpesviridae, але вони мають також багато подібних ознак. Це свідчить про їхню паралельну еволюцію і про можливість походження від спільного предка. Не дивлячись на те, що найбільш детально вивчені лише два вищеописані герпесвіруси, можна прогнозувати, що з подальшим розвитком аквакультури будуть описані нові представники аллогерпесвірусів та детально вивчені біологічні властивості тих, що вже відкриті. Застосування нових молекулярних методів досліджень дозволить краще розуміти їх взаємодію з організмом риби та попереджувати їх розповсюдження в аквакультурі.

### Література

1. Complete genome sequence and taxonomic position of anguillid herpesvirus 1 / S.J. Van Beurden, A. Voorbergen-Laarman, M.H. Haenen [e.a.] // *J. Gen. Virol.* - 2010. - Vol. 91. - P. 880-887.
2. Isolation and characterization of a new herpesvirus from eel / H. Sano, T. Perkins, F.O. Cheng, T.C. Eds // *Pathology in Marine Sciences*, Academic Press. - San Diego, 1990. - P. 15-31.
3. Sano T. Herpesvirus cyprini: biological and oncogenic properties / T. Sano, H. Fukuda, M. Furukawa // *Fish Pathol.* - 1985. - Vol. 20. - P. 381-388.
4. Herpesvirus cyprini: lethality and oncogenicity / T. Sano, N. Morita, N. Sima, M. Akimoto // *J. Fish Dis.* - 1991. - Vol. 14. - P. 533-543.
5. Jung S.J. Herpesviral haematopoietic necrosis of goldfish, *carassius auratus* (L.) / S.J. Jung, T. Miyazaki // *J. Fish Dis.* - 1995. - Vol. 18. - P. 211-220.
6. Goldfish hematopoietic necrosis herpesvirus (cyprinid herpesvirus 2) in the USA: Molecular confirmation of isolates from diseased fish / A.E. Goodwin, L. Khoo, S.E. Lapatra [e.a.] // *Aquat. Anim. Health.* - 2006. - Vol. 18. - P. 11-18.
7. Goodwin A.E. Detection of the herpesviral hematopoietic necrosis disease agent (cyprinid herpesvirus 2) in moribund and healthy goldfish: Validation of a quantitative pcr diagnostic method / A.E. Goodwin, G.E. Merry, J. Sadler // *Dis. Aquat. Org.* - 2006. - Vol. 69. - P. 137-143.
8. A herpesvirus associated with mass mortality of juvenile and adult koi, a strain of common carp / R.P. Hedrick, O. Gilad, S. Yun [e.a.] // *J. Aquat. Anim. Health.* - 2000. - Vol. 12. - P. 44-57.
9. Susceptibility of cyprinid cultured cells to cyprinid herpesvirus 3 / M. Davidovich, A. Dishon, M. Ilouze, M. Kotler // *Arch. Virol.* - 2007. - Vol. 152. - P. 1541-1546.
10. Fijan N.N. An Acute Viral Disease of Channel Catfish / N.N. Fijan,

T.L.J. Welborn, J.P. Naftel // *Technical bulletin.* - № 43. - U. S. Fish and Wildlife Service: Washington. - 1970.

11. Wolf K. Channel catfish virus: A new herpesvirus of ictalurid fish / K. Wolf, R.W.J. Darlington // *Virol.* - 1971. - Vol. 8. - P. 525-533.
12. Isolation of an herpesvirus in breeding catfish (*ictalurus melas*) / L. Alborali, G. Bovo, A. Lavazza [e.a.] // *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* - 1996. - P. 134-137.
13. Hedrick R.P. Herpes-like virus in catfish *ictalurus melas* (italy) differs from ictalurid herpesvirus 1 (north america) / R.P. Hedrick, T.S. McDowell, O. Gilad, M. Adkison, G. Bovo // *Systemic Dis. Aquat. Org.* - 2003. - Vol. 55. - P. 85-92.
14. Hedrick R.P. Isolation of an epitheliotropic herpesvirus from white sturgeon (*acipenser transmontanus*) / R.P. Hedrick, J.M. Groff, T.S. McDowell // *Dis. Aquat. Org.* - 1991. - Vol. 11. - P. 49-56.
15. Characteristics and pathogenicity of a novel herpesvirus isolated from adult and subadult white sturgeon *acipenser transmontanus* / L.R. Watson, S.C. Yun, J.M. Groff, R.P. Hedrick // *Dis. Aquat. Org.* - 1995. - Vol. 22. - P. 199-210.
16. Wolf K. Herpesvirus salmonis: Characterization of a new pathogen of rainbow trout / K. Wolf, R.W. Darlington, W.G. Taylor [e.a.] // *J. Virol.* - 1978. - Vol. 27. - P. 659-666.
17. Studies on a new virus (omv) from *oncorhynchus masou-i*. Characteristics and pathogenicity / T. Kimura, M. Yoshimizu, M. Tanaka, H. Sannohe // *Fish Pathol.* - 1981. - Vol. 15. - P. 143-147.
18. Sano T. Viral diseases of cultured fishes in Japan / T. Sano // *Fish Pathol.* - 1976. - Vol. 10. - P. 221-226.
19. McAllister P.E. Epizootic mortality in hatchery-reared lake trout *salvelinus namaycush* caused by a putative virus possibly of the herpesvirus group / P.E. McAllister, R.L. Herman // *Dis. Aquat. Org.* - 1989. - Vol. 6. - P. 113-119.
20. Epizootic epitheliotropic disease of lake trout (*salvelinus namaycush*) / T.M. Bradley, D.J. Medina, P.W. Chang, J. McClain // *Dis. Aquat. Org.* - 1989. - Vol. 7. - P. 195-201.
21. Characterization of a novel alloherpesvirus from atlantic cod (*gadus morhua*) / M. Marcos-Lopez, T.B. Waltzek, R.P. Hedrick [e.a.] // *J. Vet. Diagn. Invest.* - 2012. - Vol. 24, № 1. - P. 65-73.
22. Comparative analysis of a conserved gene block from the genome of the members of the genus ictaluriavirus / A. Doszpoly, M. Benko, G. Bovo [e.a.] // *Intervirology.* - 2011. - Vol. 54. - P. 282-289.
23. Molecular detection of a virus, pilchard herpesvirus, associated with epizootics in australasian pilchards *sardinops sagax neopilchardus* / M. Crockford, J.B. Jones, M.S.J. Crane, G.E. Wilcox // *Dis. Aquat. Org.* - 2005. - Vol. 68. - P. 1-5.
24. Epizootic mortality in the pilchard *sardinops sagax neopilchardus* in australia and new zealand in 1995 / R.J. Whittington, J.B. Jones, P.M. Hine, A.D. Hyatt, // *Dis. Aquat. Org.* - 1997. - Vol. 28. - P. 1-16.



25. Epizootic mortality in the pilchard *sardinops sagax neopilchardus* in Australia and New Zealand in 1995 / A.D. Hyatt, P.M. Hine, J.B. Jones [e.a.] // *Dis. Aquat. Org.* - 1997. - Vol. 28. - P. 17-29.
26. Viral encephalitis of tilapia larvae: Primary characterization of a novel herpes-like virus / M. Shlapobersky, M.S. Sinyakov, M. Katzenellenbogen [e.a.] // *Virology*. - 2010. - Vol. 399. - P. 239-247.
27. Characterization of herpes virus vitreum isolated from hyperplastic epidermal tissue of walleye, *stizostedion vitreum vitreum* (mitchill) / R.K. Kelly, O. Nielsen, S.C. Mitchell, T. Yamamoto // *J. Fish Dis.* - 1983. - Vol. 6. - P. 249-260.
28. Yamamoto. T Epidermal hyperplasias of northern pike (*esox lucius*) associated with herpesvirus and c-type particles / T. Yamamoto, R.K. Kelly, O. Nielsen // *Arch. Virol.* - 1984. - Vol. - 79. - P. 255-272.
29. Buchanan J.S. Studies on herpesvirus scophthalmi infection of turbot *scophthalmus maximus* (L.) ultrastructural observations / J.S. Buchanan, C.R. Madeley // *J. Fish Dis.* - 1978. - Vol. 1. - P. 283-295.
30. Subclinical herpesvirus infection in farmed turbot *scophthalmus maximus* / H. Hellberg, E.O. Koppang, B. Torud, I. Bjerkas // *Dis. Aquat. Org.* - 2002. - Vol. 49. - P. 27-31.
31. Viral diseases of fish: First report of carp pox in golden ide (*leuciscus idus*) in north America / P. McAllister, B. Lidgerding, R. Herman [e.a.] // *J. Wildl. Dis.* - 1985. - Vol. 21. - P. 199-204.
32. McArn G.E. Skin lesions associated virus in pacific cod (*gadus macrocephalus*) in the bering sea / G.E. McArn, B. McCain, S.R. Wellings // *Fed. Proc.* - 1978. - Vol. 37. - P. 937.
33. Characterization of a novel alloherpesvirus from atlantic cod (*gadus morhua*) / M. Marcos-Lopez, T.B. Waltzek, R.P. Hedrick [e.a.] // *J. Vet. Diagn. Invest.* - 2012. - Vol. 24, № 1. - P. 65-73.
34. Skin infection of the sheatfish (*Silurus Glanis* L.) caused by a herpes virus / L. Bekesi, E. Kovacs-Gayer, F. Ratz, O. Turkovics // *Fish, Pathogens, and Environment in European Polyculture Szarvas, Hungary.* - 1981. - P. 58-69.
35. Anders K. Spawning papillomatosis of smelt, *osmerus eperlanus* L, from the elbe estuary / K. Anders, H. Moller // *J. Fish Dis.* - 1985. - Vol. 8. - P. 233-235.
36. Jakob N. A novel fish herpesvirus *osmerus eperlanus* / N. Jakob, R. Kehm, H. Gelderblom // *Virus Genes.* - 2010. - Vol. 41. - P. 81-85.
37. Morrison C.M. Visualization of viruses in tumors of rainbow smelt *osmerus mordax* / C.M. Morrison, C.T. Leggiadro, D.J. Martell // *Dis. Aquat. Org.* - 1996. - Vol. 26. - P. 19-23.
38. Leibovitz L. A viral dermatitis of the smooth dogfish, *mustelus canis* (mitchill) / L. Leibovitz, S.S. Lebowitz // *J. Fish Dis.* - 1985. - Vol. 8. - P. 273-279.
39. Shchelkunov I.S. Atlantic salmon papillomatosis: Visualization of herpesvirus-like particles in skin growths of affected fish / I.S. Shchelkunov, T.A. Karaseva,

- Y.U.P. Kadoshnikov // *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* - 1992. - Vol. 12. - P. 28-31.
40. Møllergaard S. Herpesvirus-like particles in angelfish *pterophyllum altum* / S. Møllergaard, B. Bloch // *Dis. Aquat. Org.* - 1988. - Vol. 5. - P. 151-155.
41. Kent M.L. Hepatic lesions in a redstriped rockfish (*sebastes proriger*) suggestive of a herpesvirus infection / M.L. Kent, M.S. Myers // *Dis. Aquat. Organ.* - 2000. - Vol. 41. - P. 237-239.
42. The capsid architecture of channel catfish virus, an evolutionarily distant herpesvirus, is largely conserved in the absence of discernible sequence homology with herpes simplex virus / F.P. Booy, B.L. Trus, A.J. Davison, A.C. Steven // *Virology* 1996. - Vol. 215. - P. 134-141.
43. McGeoch D.J. Topics in herpesvirus genomics and evolution / D.J. McGeoch, F.J. Rixon, A.J. Davison // *Virus Res.* - 2006. - Vol. 117. - P. 90-104.
44. Davison A.J. Channel catfish virus: A new type of herpesvirus / A.J. Davison // *Virology*. - 1992. - Vol. 186. - P. 9-14.
45. Genome sequences of three koi herpesvirus isolates representing the expanding distribution of an emerging disease threatening koi and common carp worldwide / T. Aoki, I. Hirano, K. Kurokawa [e.a.] // *J. Virol.* - 2007. - Vol. 81. - P. 5058-5065.
46. Partial genome characterization of acipenserid herpesvirus 2: Taxonomical proposal for the demarcation of three subfamilies in alloherpesviridae / A. Doszpoly, V. Somogyi, S.E. LaPatra, M. Benkő // *Arch. Virol.* - 2011. - Vol. 156, № 12. - P. 229-2296.
47. A novel class of herpesvirus with bivalve hosts / A.J. Davison, B.L. Trus, N. Cheng [e.a.] // *J. Gen. Virol.* - 2005. - Vol. 86. - P. 41-53.
48. The order herpesvirales / A. Davison, R. Eberle, B. Ehlers [e.a.] // *Arch. Virol.* - 2009. - Vol. 154. - P. 171-177.
49. Davison A.J. Evolution of the herpesviruses / A.J. Davison // *Vet. Microbiol.* - 2002. - Vol. 86. - P. 69-88.
50. Phylogenetic relationships in the family alloherpesviridae / T.B. Waltzek, G.O. Kelley, M.E. Alfaro [e.a.] // *Dis. Aquat. Org.* - 2009. - Vol. 84. - P. 179-194.
51. A broadly applicable method to characterize large DNA viruses and adenoviruses based on the DNA polymerase gene / L.A. Hanson, M.R. Rudis, M. Vasquez-Lee, R.D. Montgomery // *Viol. J.* - 2006. - Vol. 3. - P. 28.
52. Davison A.J. The genome of salmonid herpesvirus 1 / A.J. Davison // *J. Virol.* - 1998. - Vol. 72. - P. 1974-1982.
53. First report of newly emerging viral disease of *Cyprinus carpio* species in Israel / R. Ariav, S. Timan, I. Paperna, I. Bejerano // *EAFP 9-th International Conference. Rhodes, Greece.* - 1998. - P. 36.
54. Hedrick R. A herpes virus associated with mass mortality of juvenile and adult Koi, a strain of common carp / R. Hedrick, O. Gilad, S. Yun // *J. Aqua. Anim. Health.* - 2000. - Vol. 12. - P. 44-57.
55. Molecular comparison of isolates of an emerging fish pathogen, koi herpesvirus,

and the effect of water temperature on mortality of experimentally infected koi / O. Gilad, S. Yu, M. Adkison [e.a.] // *J. Gen. Virol.* - 2003. - Vol. 84. - P. 2661-2668.

56. Эпизоотологический лексикон / В.В. Макаров, А.А. Гусев, Е.В. Гусева, О.И. Сухарев. - М.: Колос, 2001. - 176 с.

57. Hoffmann R.W. Detection and isolation of RHV in Continental Europe / R.W. Hoffmann, M. El-Matbouli, H. Soliman // *Report of International Workshop on koi herpesvirus.* - London, 2004. - P. 11.

58. Pathogenesis of acute viral disease induced in fish by carp interstitial nephritis and gill necrosis virus / E. Pikarsky, A. Ronen, L. Abramowitz [e.a.] // *Journal of Virology.* - 2004. - Vol. 78. - 9544-9551.

59. Genome sequences of three koi herpesvirus isolates representing the expanding distribution of an emerging disease threatening koi and common carp worldwide / T. Aoki, I. Hirono, K. Kurokawa [e.a.] // *Journal of Virology.* - 2007. - Vol. 81. - P. 5058-5065.

60. The genome of cyprinid herpesvirus 3 encodes 40 proteins incorporated in mature virions / B. Michel, B. Leroy, R. Stalin Raj [e.a.] // *Gen. Virol.* - 2010. - Vol. 91. - P. 452-462.

61. Ilouze M. Down regulation of the Cyprinid herpesvirus-3 annotated genes in cultured cells maintain at restrictive high temperature / M. Ilouze, A. Dishon, M. Kotler // *Virus Res.* - 2012. - Vol. 169. - P. 289-295.

62. Cloning of the koi herpesvirus (KHV) gene encoding thymidine kinase and its use for a highly sensitive PCR based diagnosis / H. Bercovier, Y. Fishman, R. Nahary [e.a.] // *BMC Microbiology.* - 2005. - Vol. 5. - P. 13

63. Protection of cultured *Cyprinus carpio* against a lethal viral disease by an attenuated virus vaccine / A. Perelberg, A. Ronen, M. Hutoran [e.a.] // *Vaccine.* - 2005. - Vol. 23. - P. 3396-3403.

64. Miva S. Morphogenesis of koi herpesvirus observed by electron microscopy / S. Miva, T. Ito, M. Sano // *J. Fish Dis.* - 2007. - Vol. 30. - P. 715-722.

65. Бучацький Л.П. Електронномікроскопічне дослідження репродукції герпесвірусу кої / Л.П. Бучацький, Н.М. Матвієнко // *Тваринництво України.* - 2009. - № 9. - С. 22-23.

66. Koi herpes virus: do acipenserid restitution programs pose a threat to carp farms in the disease-free zones / J. Kempter, J. Sadowski, H. Schutze [e.a.] // *Acta ichthyologica piscatoria.* - 2009. - Vol. 2. - P. 119-126.

67. Detection of cyprinid herpesvirus-3 DNA in lake plankton / T. Minamoto, M. Honjo, H. Yamanaoka [e.a.] // *Research in Veterinary Science.* - 2010. - Vol. 7. - P. 6-11.

68. Siwicki A.K. Herpeswirusy a szczególnie koi herpes virus (KHV) nowe zagrożenie w hodowli karpia / A.K. Siwicki, T. Majewska // *Choroby ryb.* - 2002. - P. 368-371.

69. Differential resistance to koi herpes virus (KHV)/carp interstitial nephritis and gill necrosis virus (CNGV) among common carp (*Cyprinus carpio* L.) strains and crossbreeds / Y. Shapira, Y. Magen, T. Zak [e.a.] // *Aquaculture.* - 2005. - Vol. 245. - P. 1-11.

70. Efficient vaccine against the virus causing a lethal disease in cultured *Cyprinus carpio* / A. Ronen, A. Perelberg, J. Abramowitz [e.a.] // *Vaccine.* - 2003. - Vol. 21. - P. 4677-4684.

71. Evaluation of channel catfish virus latency on fingerling production farms in Mississippi / D.J. Thompson, L.H. Khoo, D.J. Wise, L.A. Hanson // *J. Aquat. Anim. Health.* - 2005. - Vol. 17. - P. 211-215.

72. Dixon R.A.F. Channel catfish virus: Physicochemical properties of the viral genome and identification of viral polypeptides / R.A.F. Dixon, F.E. Farber // *Virology.* - 1980. - Vol. 103. - P. 267-278.

73. Chousterman S. Physical map of the channel catfish virus genome: Location of sites for restriction endonucleases *eco* ri, *hind* iii, *hpa* i, and *xba* i / S. Chousterman, M. Lacasa, P. Sheldrick // *J. Virol.* 1979. - Vol. 31. - P. 73-85.

74. Hanson L.A. Channel catfish herpesvirus (ccv) encodes a functional thymidine kinase gene: Elucidation of a point mutation that confers resistance to *ara-t* / L.A. Hanson, K.G. Kousoulas, R.L. Thune // *Virology.* - 1994. - Vol. 202. - P. 659-664.

75. Pope R.K. Channel catfish virus: Interaction with the cytoskeleton / R.K. Pope, R.W. Scheetz // *J. Fish Dis.* - 1998. - Vol. 21. - P. 433-442.

76. Productive infection of continuous lines of channel catfish leukocytes by channel catfish virus / V. G. Chinchar, M. Rycyzyn, L.W. Clem, N.W. Miller // *Virology.* - 1993. - Vol. 193. - P. 989-992.

77. Channel catfish reovirus (cro) inhibits replication of channel catfish herpesvirus (ccv) by two distinct mechanisms: Viral interference and induction of an antiviral factor / V.G. Chinchar, O. Logue, A. Antao, G.D. Chinchar // *Dis. Aquat. Organ.* - 1998. - Vol. 33. - P. 77-85.

78. Histopathology and electron microscopy of channel catfish virus in infected channel catfish, *ictalurus punctatus* (rafinesque) / J.A. Plumb, J.L. Gaines, E.C. Mora, G.G. Bradley // *J. Fish. Biol.* - 1974. - Vol. 6. - P. 661-664.

79. Wolf K. Fish viruses: Histopathologic changes associated with experimental channel catfish virus disease / K. Wolf, R.L. Herman, C.P. Carlson // *J. Fish. Res. Board Can.* - 1972. - Vol. 29. - P. 149-150.

80. Plumb J.A. Recent developments in channel catfish virus research / J.A. Plumb, P.R. Bowser // *Mar. Fish. Rev.* - 1978. - 40. - P. 12-13.

81. Plumb J.A. Resistance of the european catfish (*silurus glanis*) to channel catfish virus / J. A. Plumb, V. Hilge, E.F. Quinlan // *J. Appl. Ichthyol.* - 1985. - Vol. 1. - P. 87-89.

82. Boon J.H. Resistance of the african (*clarias gariepinus*) and asian catfish (*clarias batrachus*) to channel catfish virus / J.H. Boon, T. McDowell, R.P. Hedrick // *Aqua (Oxf.).* - 1988. - Vol. 74. - P. 191-194.

83. Silverstein P.S. Differential susceptibility of blue catfish, *ictalurus furcatus* (valenciennes), channel catfish, *i. punctatus* (rafinesque), and blue . channel catfish hybrids to channel catfish virus / P.S. Silverstein, B.G. Bosworth, P.S. Gaunt // *J. Fish Dis.* - 2008. - Vol. 31. - P. 77-79.



84. Kancharla S.R. Production and shedding of channel catfish virus (ccv) and thymidine kinase negative ccv in immersion exposed channel catfish fingerlings / S.R. Kancharla, L.A. Hanson // *Dis. Aquat. Org.* - 1996. - Vol. 27. - P. 25-34.

85. Isolation of channel catfish virus from channel catfish *ictalurus punctatus* (rafinesque), broodstock / R.P. Bowser, A.D. Munson, H.H. Jarboe [e.a.] // *J. Fish Dis.* 1985. - Vol. 8. - P. 557-561.

86. Wise J.A. Detection of channel catfish virus in asymptomatic adult channel catfish, *ictalurus punctatus* (rafinesque) / J.A. Wise, P.R. Bowser, J.A. Boyle // *J. Fish Dis.* - 1985. - Vol. 8. - P. 485-493.

87. Detection of channel catfish virus DNA in latently infected catfish / W.L. Gray, R.J. Williams, R.L. Jordan, B.R. Griffin // *J. Gen. Virol.* - 1999. - Vol. 80. - P. 1817-1822.

88. Nusbaum K.E. Protective immunity induced by DNA vaccination of channel catfish with early and late transcripts of the channel catfish herpesvirus (ihv-1) / K.E. Nusbaum, B.F. Smith, P. DeInnocentes, R.C. Bird // *Vet. Immunol. Immunopathol.* - 2002. - Vol. 84. - P. 151-168.

89. Arnizaut A.B. Antibody response of channel catfish after channel catfish virus infection and following dexamethasone treatment / A.B. Arnizaut, L.A. Hanson // *Dis. Aquat. Org.* - 2011. - Vol. 95. - P. 189-201.

90. Protective immunity induced by DNA vaccination of channel catfish with early and late transcripts of the channel catfish herpesvirus (ihv-1) / K.E. Nusbaum, B.F. Smith, P. DeInnocentes, R.C. Bird // *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2002. - 84. - Vol. P. 151-168.

91. Noga E.J. Establishment of walking catfish (*clarias batrachus*) cell lines and development of a channel catfish (*ictalurus punctatus*) virus vaccine / E.J. Noga, J.X. Hartmann // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* - 1981. - Vol. 38. - P. 925-929.

92. Zhang H.G. Deletion of thymidine kinase gene attenuates channel catfish herpesvirus while maintaining infectivity / H.G. Zhang, L.A. Hanson // *Virology.* - 1995. - Vol. 209. - P. 658-663.

93. Vanderheijden N. Channel catfish virus vaccine / N. Vanderheijden, J.A. Martial, L.A. Hanson // *US.* - 2001. - Vol. 6. - P. 322-793.

94. Harbottle H. DNA vaccination against channel catfish virus results in minimal immune response and is not efficacious against challenge / H. Harbottle, K.P. Plant, R.L. Thune // *J. Aquat. Anim. Health.* - 2005. - Vol. 17. - P. 251-262.

#### Резюме

**Майстренко М.І., Бучацький Л.П.** Біологія герпесвірусів риб.

Згідно з новою класифікацією, герпесвіруси риб належать до родини Alloherpesviridae порядку Herpesvirales. Ці віруси являють собою важливу групу патогенів риб, деякі з них є онкогенними. Найбільш вивченими серед аллогерпесвірусів є два віруси: CyHV3 та ICHV1. Дослідження цих вірусів показало, що вони мають багато спільних рис з іншими герпесвірусами в механізмах реплікації, в проявах латентності в своїх хазяїнах і залежності репродукції від

температури. Морфологія вібріонів і організація геномів герпесвірусів риб подібна до такої у вірусів вищих хребетних, проте філогенетична спорідненість між ними незначна. Герпесвіруси риб викликають захворювання від помірної інфекції до сильної, яка спричиняє значну смертність. Вірус кої, наприклад, викликає значну смертність у кої та у коропа звичайного та завдає значних збитків в аквакультури. Метою даної роботи був аналіз біологічних властивостей герпесвірусів риб для кращого розуміння їх функцій і недопущення поширення цих вірусів в аквакультури.

**Ключові слова:** герпесвіруси, риби, хвороби, біологічні властивості

#### Резюме

**Майстренко М.І., Бучацький Л.П.** Біологія герпесвірусів риб.

Согласно новой классификации, герпесвирусы рыб принадлежат к семейству Alloherpesviridae порядка Herpesvirales. Эти вирусы представляют собой важную группу патогенов рыб, некоторые из них являются онкогенными. Наиболее изученными среди аллогерпесвирусов являются два вируса: CyHV3 и ICHV1. Исследование этих вирусов показало, что они имеют много общих черт с другими герпесвирусами в механизмах репликации, в проявлениях латентности в своих хозяевах и зависимости репродукции от температуры. Морфология вирионов и организация геномов герпесвирусов рыб подобна такой у вирусов высших хребетных, однако филогенетическое родство между ними незначительно. Герпесвирусы рыб вызывают заболевание от умеренной инфекции до сильной, которая вызывает значительную смертность. Вирус кои, например, вызывает значительную смертность у кои и у карпа обыкновенного и наносит значительные убытки в аквакультуре. Целью данной работы был анализ биологических свойств герпесвирусов рыб для лучшего понимания их функций и недопущения распространения этих вирусов в аквакультуре.

**Ключевые слова:** герпесвирусы, рыбы, болезни, биологические свойства.

#### Summary

**Maistrenko M.S., Buchatsky L.P.** Biology of fish herpesviruses

In accordance with new taxonomy, fish herpesviruses belong to the family Alloherpesviridae in the order Herpesvirales. This viruses represent an important group of pathogens affecting fish and some of these viruses are oncogenic. CyHV3 and ICHV1 are the two most characterized of the alloherpesviruses. Examination of these two viruses shows that they share basic replication traits, they both establish latency in their host and temperature is an import factor in regulating host-pathogen interaction. The virion morphology and genome organization of fish herpesviruses are generally similar to those of higher vertebrates, but the phylogenetic connections between herpes families are small. Fish herpesviruses can induce diseases ranging from mild, inapparent infections to serious ones that cause mass mortality. Koi herpesvirus is the causative agent of lethal diseases in koi and common carp and cause significant losses in aquaculture. The aim of this work was to summarize about fish herpesvirus diseases to better understand how these viruses function, spread and cause disease so we can better control them in aquaculture.

**Key words:** herpesviruses, fish, diseases, biological property.

*Рецензент: д.б.н. Л.Т. Міщенко*