

## ОГЛЯДИ

УДК 576.858:574

М.І. МАЙСТРЕНКО

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка  
пр-т Глушкова, 2, Київ, 01601

### **БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІРНАВІРУСІВ**

---

Представлена характеристика біологічних та фізико-хімічних властивостей бірнавівірусів, які переважно вражають риб та інших водяних тварин.

*Ключові слова:* бірнавівіруси; класифікація; морфологія; нуклеїнова кислота; патогенез

Сімейство бірнавівірусів (Birnaviridae) об'єднує віруси з двома сегментами дволанцюгової РНК, найважливішими з яких з економічної точки зору є вірус інфекційного панкреатичного некрозу риб (IPNV) та вірус інфекційного бурситу курей (IBDV).

Згідно з сучасною класифікацією до сімейства Birnaviridae входять чотири роди: Aquabirnavirus, Avibirnavirus, Entombirnavirus та Blosnavirus. До роду Aquabirnavirus відносять вірус інфекційного панкреатичного некрозу лососевих та деяких прісноводних риб, а також близьких до IPNV вірусів, ізольованих із устриць, крабів та коловертки. Основними представниками роду Aquabirnavirus є IPNV, Tellina virus 2 (TV-2) та Yellowtailascites virus (YTAV) [11].

Єдиним представником роду Avibirnavirus є вірус інфекційного бурситу курей [8, 9]. Представники роду Entombirnavirus вражають тільки мух. До складу роду Blosnavirus відносять бірнавівірус, ізольований із перевищих клітин тропічної риби *Channa lucius*.

*Фізико-хімічні властивості бірнавівірусів.* Віріони бірнавівірусів мають ікосаедричний тип симетрії, діаметр віріонів складає 65 нм, вони вкриті одношаровою гексогональною оболонкою, яка складається з протеїну VP2, з'єданого у тримери. Оболонка віріонів бірнавівірусів містить в собі 260 капсомерів розміром 4 нм, які виступають над поверхнею віріонів [4, 12, 14,].

Бірнавівіруси стабільні при рН 3-9, резистентні до нагрівання (60° С протягом однієї години), до ефіру та 1% SDS при температурі 20° С, рН 7,5 протягом 30 хв [1].

Бірновівіруси мають РНК-вмісний геном, який складається з двох лінійних сегментів ( А і В) [1, 2, 5, 7]. Більший А сегмент має довжину 3.1 – 3.6 т.п.н., сегмент В – менший, його довжина коливається від 2.8 до 3.3 т.п.н., в залежності від роду. Геномна РНК бірнавівірусів містить в собі 53 -58 % пар G+C , за винятком *Rotifer birnavirus (RBV)* та *Drosophila X virus (DXV)*, вміст пар G+C у яких становить 44-47% [3]. На 5'- кінці вірусної РНК міститься ковалентно зв'язаний з нею вірусний протеїн VPg. На 3'- кінці РНК термінальний полі-А стоп кодон відсутній [5]. Детальна характеристика геному бірнавівірусів була вивчена на моделі вірусу інфекційного бурситу та на вірусі інфекційного панкреатичного некрозу. Встановлено, що перші 30 нуклеотидів 5' некодуєчої послідовності в двох сегментах містять консервативні послідовності в обох локусах у вірусів IPNV та IBDV [2, 9]. Сегмент А кодує велику рамку зчитування, яка передує маленькій закритій рамці зчитування [2]. Для *Telina* вірусу 1 ( TV-1), *Blotched snaked virus (BSNV)* та *DXV* маленька рамка зчитування у сегменті А не перекриває

ініціюючий кодон великої рамки [11]. Для RBV не має доказів існування маленької рамки зчитування в сегменті А [3].

Поліпротеїн, який кодується великою рамкою зчитування в сегменті А першим процесується впродовж трансляції з утворенням преVP2, VP4 та VP3 В Подальший процесінг преVP2 відбувається в термінальному С-домені для формування зрілого капсидного протеїну (VP2) та трьох з чотирьох білків, які залишаються в віріонах.

Білок VP1 (амінокислоти 844 – 1045) являє собою РНК-залежну РНК-полімеразу(RdRp) і кодується сегментом В. Білок VP1 перебуває у віріоні як у вільному стані, так і ковалентно асоційованим з геномом, як і білок VPg [5]. Білок VP4 (NS в IPNV) являє собою протеазу, яка розщеплює N- та С- кінці поліпротеїну і надалі процесує пре-VP2. Каталітичний домен VP4 структурно подібний до протеазного домена бактеріальної АТФ-залежної Lon протеази [8].

Білок VP5 (17 кДа в IBDV та 15 кДа в IPNV) являє собою неструктурний позитивно заряджений поліпептид, який кодується маленькою рамкою зчитування сегменту А. Цей білок є несуттєвим для реплікації IBDV та IPNV [10]. Ліпіди і вуглеводи у складі бірнавїрусів відсутні.

*Організація геному та реплікація.* Як зазначено вище, геном бірнавїрусів дволанцюговий. Він має дві рамки зчитування: рамка зчитування 2 кодує великий протеїн розміром 105 – 120 кДа і перекриваючу (IPN, IBDV та DBV) або внутрішню (DXV, BSNV, TV-1) рамку зчитування 1, яка кодує протеїн розміром 15 – 27 кДа. Позиція поліпротеїнового сайту рестрикції для синтезу преVP2, VP4 та VP3 під час трансляції визначалась експериментально для IBDV, IPN, BSNV, DXV та TV-1 [10, 12, 13]. Для BSNV та TV-1 між преVP2 та VP4 доменами кодується додатковий поліпептид X. Один цикл реплікації займає приблизно 18-22 години для IPNV і 4-8 для IBDV [6, 9].

Шляхи потрапляння вірусу в клітину ще й досі недостатньо вивчені, а інформація фрагментарна. Для IBDV функціональними рецепторами для зв'язування на поверхні різних клітин курей слугують протеїн теплового шоку 90 та a4b2 інтегрин. Один з невеликих структурних білків IBDV, рер46 та його гомологи в інших бірнавїрусів, можуть індукувати пори в мембранах чутливих до вірусу клітин [6]. Після потрапляння віріонів в цитоплазму в ній активуються RdRp, в результаті чого продукуються дві геномі (24S) мРНК молекули з кожного 14s dsRNA геномного сегменту. Ці мРНК кеповані, у них відсутні полі-А послідовності. В інфікованих клітинах були знайдені також проміжні продукти реплікації [7].

Після 3-4 годин після інфікування у клітинах з'являються дві мРНК, які синтезуються за один реплікативний цикл в однакових пропорціях. Вірус-специфічні білки з'являються вже через 4-5 годин після інфікування і перебувають в інфікованих клітинах у приблизно однаковій пропорції до кінця реплікативного циклу. Сегмент А мРНК транскрибується до вихідного 105кДл білку, який включає в себе преVP2, VP4 та VP3 білки, за виключенням BSNV та TV-1, який має X білок між преVP2 та VP4 доменами. Протеаза VP4 розрізає білок для того, щоб створити три (або чотири для BSNV та TV-1) поліпептиди. ПреVP2 утворюється під час зборки вірусу за допомогою рестриктази для формування зрілого VP2 білка та маленьких структурних пептидів. Вірусна зборка та дозрівання капсидних білків преVP2 та VP2 одночасна та незалежна [13].

Вірусні частки збираються та акумулюються у цитоплазмі. Механізм вивільнення вірусу невідомий. В перевивній культурі клітин майже половина вірусного потомства залишається зв'язною з клітиною та залежить від множинності інфекції [6].

*Антигенні властивості.* Антигенну детермінанту бірнавїрусів формує капсидний протеїн VP2, який являє собою видоспецифічний антиген. Антитіла до білку VP3 інфекційність вірусного агента не нейтралізують. Серологічної перехресної реакції між бірнавїрусами птахів, комах та риб, а також поміж аквабірнавїрусами IPNV, BSNV, TV-1 та RBV не існує [8]. IPNV антигенно споріднений з ізолятами, виділеними з інших морських та прісноводних риб, а також з двостулкових молюсків (Tellina virus 2).

Розрізняють кілька штамів аквабірнавїрусів, в першу чергу на основі видів природних хазяїв. Аквабірнавїруси також мають значне антигенне різноманіття. Результати вивчення послідовностей амінокислот капсидного білку свідчать про тісну кореляцію між географічним розповсюдженням та серологічними властивостями бірнавїрусів. На основі подібності

## ОГЛЯДИ

нуклеотидних послідовностей та результатах реакції нейтралізації з поліклональною антисывороткою і імунологічного аналізу з моноклональними антитілами, рід був згрупований в дев'ять перехресно-реагуючих серотипів та шість генотипів. (табл. 1).

Таблиця 1

Серотипи та генотипи аквабірнавірусів

Назва штаму	Серотипи	Генотипи	
West Buxton	A1	1	A1+A9
Sp	A2	2	A7 + A8
Ab	A3	3	A3
Hecht	A4	4	A5 + A6
Tellina virus-2	A5	5	A2
Canada 1	A6	6	A4
Canada 2	A7		
Canada 3	A8		
VR299	A9		

Характеристика нових ізолятів аквабірнавірусів з Азії та Австралії свідчить про можливість виокремлення додаткової генотипу (штам Yellowtail ascites virus) та збільшення генотипу 5 (штам NZ10 та подібні віруси). На основі вивчення антигенних характеристик до роду Aquabirnavirus можуть бути віднесені також штами Marine birnavirus – AY-98 та Marine birnavirus –H-1.

### *Епізоотологія та патогенез*

1. **Аквабірнавіруси** Найбільш досконало вивченим серед аквабірнавірусів є IPNV. Інфекційний панкреатичний некроз риб був вперше діагностований у Канаді в 1940 році, на сьогодні це захворювання поширилось в багатьох регіонах світу і завдає значних економічних втрат лососевій аквакультури [2]. Природним хазяїном вірусу IPNV є лососеві риби. Механізм передачі вірусної інфекції вертикальний та горизонтальний, переносники вірусу (вектори) не встановлені. Вірус розповсюджений по всьому світу, він може спричинити епізоотії, результатом яких є величезні втрати в інкубаторах мальків лососевих риб. Вірус спричинює некротичні ураження підшлункової залози, а також накопичується в інших органах, таких як нирки, гонади, кишківник та мозок за відсутності некрозу. Дорослі риби, інфіковані IPNV, стають позитивними носіями вірусу без явних виражених ознак захворювання [13].

IPNV здатний інфікувати різні види лососевих риб, включаючи такі роди як *Salmo*, *Salvelinus*, *Oncorhynchus*. Симптоми захворювання у різних риб бувають різними. Наприклад, у японського вугра вірус викликає нефрит, у атлантичного менхадена (*Brevoortia tyrannus*) – порушення координації при плаванні, мальки риб *Seriola quinqueradiata* страждають від асцитів та від значних черепних крововиливів, спричинених вірусом. У палтуса (*Scophthalmus maximus*) бірнавірус викликає некроз гематопоетичної системи, нирковий некроз та високу смертність. Багато видів риб є безсимптомними носіями цього вірусу [7].

Основними носіями IPNV вважають атлантичного лосося (*Salmo salar*), райдужну форель (*Oncorhynchus mykiss*), американську палію (*Salvelinus fontinalis*), кумжу (*Salmo trutta*) та каліфорнійського жовтохвіста (*Seriola lalandi*). Список риб, які є чутливими до цього вірусу, представлений в табл.2.

При експериментальному інфікуванні чутливими до IPNV без клінічних ознак захворювання були короп, золота рибка, морський карась, південна камбала, жовтопірий лящ та інші види риб.

Список видів риб, чутливих до IPNV

Вид риб	Назва риб	Вид риб	Назва риб
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Чавича	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Тихоокеанський палтус
<i>Oncorhynchus keta</i>	Кета	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Жовтохвіст
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Кіжуч	<i>Salvelinus namaycush</i>	Озерний голец
<i>Oncorhynchus masu</i>	Сіма	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	Амурський в'юн
<i>Oncorhynchus rhodurus</i>	Підвид риби сіми	<i>Thymallus thymallus</i>	Європейський харіус
<i>Oncorhynchus nerka</i>	Нерка	<i>Chondrostoma toxostoma</i>	Французький подуст
<i>Salvelinus alpinus</i>	Арктичний голец	<i>Channa striatus</i>	Полосатий змієголов
<i>Brevoortia tyrannus</i>	Атлантичний менхеден	<i>Pharalichthys dentatus</i>	Літня камбала
<i>Salmo clarki</i>	Лосось Кларка	<i>Psetta maxima</i>	Великий ромб
<i>Hucho hucho</i>	Дунайський лосось		

Інший представник аквабірнавїрусів, RBV, був ізольований у Франції з популяції коловерток *Brachionus plicatilis*, які вирощувалися для годівлі мальків морської риби в риборозплідниках [3]. При електронномікроскопічному дослідженні ультратонких зрізів хворих коловерток було встановлено, що вірус розмножується в цитоплазмі клітин. При цьому в ній спостерігались три типи включень:

1. Великі гранулярні електроннощільні включення;
2. Палочковидні включення
3. Паракристалічні упаковки віріонів розміром 1,5-2,0 мкм.

Вірус не розмножується в перевивних клітинах риб BF2 і RTG, які є високочутливими до інших аквабірнавїрусів. Він швидко втрачає інфекційність при заморожуванні та відтаюванні при температурі  $-35^{\circ}\text{C}$  та  $-180^{\circ}\text{C}$  - інфекційність вірусу в таких умовах зникає протягом доби. Проте, в організмі коловерток при цих же умовах його інфекційність зберігається протягом кількох місяців.

При вивченні фізико-хімічних властивостей вірусу було встановлено, що він володіє всіма характеристиками, притаманними для аквабірнавїрусів. Діаметр сферичних віріонів складає 59 нм, він має 4 структурних білки розміром 60К, 52К, 33 К, і 27К. Капсомери вірусу мають діаметр 7 нм, серед очищених віріонів зустрічаються, окрім звичайних сферичних часток, трубчаті структури діаметром 60 нм і довжиною 0,3-1,0 мкм, які побудовані із капсомерів діаметром 7 нм, розташованих під кутом  $60^{\circ}$  до осі трубки.

Бірнавїрус жовтохвоста виявили у риби *S. quinqueradiata* (жовтохвіст, або японська лакедра), яка використовується для виготовлення суші, сашімі та консервів. Основною патологією хворих риб є розвиток асцитів, тому вірус назвали «Асцитний вірус жовтохвоста» (YAV). Подібні віруси були ізольовані також із інших морських риб та молюсків.

Крім IPNV, YAV та RBV, до аквабірнавїрусів відносять TV-1 та TV-2, які були ізольовані із морських двостулкових молюсків *Tellina tenuis* [11]. Було підмічено, що в популяціях морських молюсків зустрічаються екземпляри з тонкою оболонкою. Травні залози таких молюсків мали жовтий колір замість звичайного темно-коричневого. В травних залозах таких молюсків за допомогою електронної мікроскопії були знайдені сферичні вірусні частки діаметром 54-70 нм. Вивчення біологічних властивостей бірнавїрусів молюсків показало, що вони мають багато спільних характеристик з IPNV. Обидва ці віруси вивчені недостатньо, в доступній літературі інформації про них мало.

**2. Авібірнавїруси** Вперше авібірнавїрус, вірус інфекційного бурситу кур, був виявлений у 1962 році під час спалаху захворювання у Гумбро, штат Делевер, США. У хворих птиць методом електронної мікроскопії було знайдено велику кількість віріонів, але впродовж

декількох років вірус був невірно діагностований як пікорно-, адено-, або реовірус [9]. Надалі, подібні спалахи хвороби отримали назву “Захворювання Гумбро”. Назву “інфекційний бурсит кур” (IBDV) вірус отримав від місця його масового накопичення, оскільки найбільше вражає Фабрицієву сумку птахів (бурсу).

Природним хазяїном для IBDV є кури та індички. Також вірус можна ізолювати із качок та інших свійських птахів. Механізм передачі вірусу горизонтальний, вектори невідомі. IBDV розповсюджений по всьому світі. Вірус вражає бурсу молодих курчат, спричиняючи В-клітинну недостатність. Смертність курчат настає у віці 3-10 тижнів, супроводжуючись запаленням Фабрицієвої сумки, формуванням імунних комплексів та порушенням згортання крові [9].

**3. Ентомобірнавіруси** Природним хазяїном DXV є муха *Drosophila melanogaster*. Механізм передачі вірусу горизонтальний, вектори невідомі. Він вперше був виявлений у Франції в 1979 році як контамінант в лінії плодової мушки *D.melanogaster*, котра підтримувалась протягом кількох років в лабораторії професора Ваго. Характерною ознакою цієї хвороби є чутливість інфікованих мух до CO<sup>2</sup> або N<sub>2</sub> - в атмосфері цих газів інфіковані мухи гинуть через 15 хв, не інфіковані мухи за цей час не гинуть. В залежності від дози вірусу, яку вводять мухам при визначенні інфекційного титру вірусу, останні гинуть через 5-15 днів після інфікування. Чутливість до вищезгаданих газів появляється у них за 3-4 дні до загибелі.

При контактному інфікуванні мухи гинуть не всі (всього 30 %) і їх загибель починається лише через 30-40 днів після інфікування. Вірус вражає мозок, трахеї і клітини яєчників.

DXV широко розповсюджений серед перевивних культур клітин дрозофіл. У світі майже 70 % перевивних ліній мух інфіковано цим вірусом. Вірус накопичується в перевивних клітинах у великих кількостях (10 млрд БУО / мл ) і викликає в них через 24 - 48 год. характерну ЦПД - інфіковані клітини немовби фрагментовані. Існуючі факти свідчать про можливість персистенції вірусу в перевивних клітинах дрозофіл. Окрім мух, DXV був ізолюований також із природних популяцій мокриць (*Culicoides spp.*) [14]. DBV був ідентифікований шляхом визначення послідовності нуклеотидів маленьких ділянок РНК, присутніх в культурі клітин *Drosophila melanogaster* [17].

Близьким до DXV є вірус *Espirito Santo* (ESV). Цей вірус був відкритий у минулому 2012 році як контамінант серед препаратів вірусу денге-2, ізолюваному від хворих пацієнтів у бразильському штаті *Espirito Santo*. У інших штамів вірусу денге його не виявляли. ESV розмножується тільки в перевивних клітинах комарів C6/36. Характерною особливістю цього вірусу є його повна залежність від коінфекції вірусом денге-2. В клітинах ссавців (Vero) ESV не розмножується. Послідовність нуклеотидів РНК-залежної РНК-полімерази ESV подібна до такої у DBV на 70% [16]. Ймовірно, цей вірус віднесуть до нового роду бірнавірусів.

**4. Блоснавірус** BSNV був ізолюований у Великобританії із культури клітин, виділеної з тропічних видів риб *Ch. Lucius*. За послідовністю нуклеотидів гену структурного білка, за молекулярними масами білків та за антигенними властивостями цей вірус відрізняється від інших представників аквабірнавірусів, тому його виділили в окремий рід. Риби *Ch. lucius* зовнішніх ознак захворювання не мають.

Нещодавно, в 2013 р., в Ірландії у рибки-лікаря *Garra rufa*, яка активно використовується в спа-салонах для пілінгу, був описаний новий бірнавірус, який схожий до блоснавірусів [15].

Таким чином, в останній час найбільше бірнавірусів було виділено із водних тварин, в основному із риб. Аналіз їх біологічних властивостей свідчить про унікальну природу цих вірусів і про перспективи розробок на їх основі вакцин для боротьби з вірусними хворобами риб.

1. **Birghan C.** A non-canonical lon proteinase lacking the ATPase domain employs the ser-Lys catalytic dyad to exercise broad control over the life cycle of a double-stranded RNA virus / Birghan C., Mundt E. and Gorbalenya A.E. // EMBO J. — 2000. — 19. — P. 114—123.
2. **Blake S.** Phylogenetic relationships of aquatic birnaviruses based on deduced amino acid sequences of genome segment A cDNA. / Blake S., Ma J.-Y., Caporale D.A., Jairath S. and Nicholson B.L. // Dis. Aquat Organ. — 2001. — 45. — P. 89—102.

3. **Comps M.** Biophysical and biochemical properties of an unusual birnavirus pathogenic for rotifers / Comps M., Mari J, Poisson F., and Bonami J-R. // *Journal of General Virology*. — 1991. — 72. — P. 1229—1236.
4. **Coulibaly F.** The birnavirus crystal structure reveals structural relationships among icosahedral viruses / Coulibaly F., Chevalier C., Gutsche I., Pous J., Navaza J., Bressanelli S., Delmas B. and Rey F // *Cell*. — 2005. — 120. — P. 761—722.
5. **Gorbalenya A.E.** The palm subdomain-based active site is internally permuted in viral RNA-dependent RNA polymerases of an ancient lineage / Gorbalenya A.E., Pringle F.M., Zeddam J.L., Luke B.T., Cameron C.E., Kalmakoff J., Hanzlik T.N., Gordon K.H. and Ward V.K // *J. Mol. Biol.* — 2002. — 324. — P. 47—62.
6. **Hong J-R.** Apoptosis Precedes Necrosis of Fish Cell Line with Infectious Pancreatic Necrosis Virus Infection / Hong J-R., Lin T-L., Hsu Y-L., and Wu J-L. // *Virology*. — 1998. — 250. — P. 76—84.
7. **Kordyban S.** Incomplete dsRNA Genomes in Purified Infectious Pancreatic Necrosis Virus / Kordyban S., Magyar G., Chung H. C., and Dobos P. // *Virology*. — 1997. — 239. — P. 62—70.
8. **Lombardo E.** VP1, the putative RNA – dependent RNA polymerase of infectious bursal disease virus, forms complexes with the capsid protein VP3, leading to efficient encapsidation into virus-like particles / Lombardo E., Maraver A., Caston J.R., Rivera J., Fernandez-Arias A., Serrano A., Carrascosa J.L. and Rodrigues J.F. // *J. Virol.* — 1999. — 73. — P. 6973—6983.
9. **Luque D.** Infectious bursal disease virus is an icosahedral polyploid dsRNA virus / Luque D., Rivas, G., Alfonso, C., Carrascosa J.L., Rodrigues J.F. and Caston J.R. // *Proc. Natl Acad. Sci.* — 2009. — 106. — P. 2148—2152.
10. **Mundt E.** Synthetic transcripts of double-stranded birnavirus genome are infectious / Mundt E. and Vakharia V.N. // *Proc. Natl Acad. Sci.* — 1996. — 93. — P. 1131—1136.
11. **Nobrion I.** Genome and polypeptides characterization of telline virus 1 reveals a fifth genetic cluster in the Birnaviridae family / Nobrion I., Galloux M., Henry C., Torhy C., Boudinot P., Lejal N., Da Costa B. and Delmas B // *Virology*. — 2008. — 371. — P. 350—361.
12. **Pan J.** The structural of a birnavirus polymerase reveals a distinct active site topology / Pan J., Vakharia V.N. and Tao Y.J. // *Proc. Natl Acad. Sci.* — 2007. — 104. — P. 7385—7390.
13. **Pedersen T.** VP3, a Structural Protein of Infectious Pancreatic Necrosis Virus, Interacts with RNA-Dependent RNA Polymerase VP1 and with Double-Stranded RNA / Pedersen T., Skjesol A., and Jorgensen J.B. // *Journal of Virology*. — 2007. — 12. — P. 6652—6663.
14. **Pous J.** Structure of birnavirus-like particles determined by combined electron cryomicroscopy and X-ray crystallography / Pous J., Chevalier C., Ouldali M., Navaza J., Delmas B., and Lepault J. // *Journal of General Virology*. — 2005. — 86. — P. 2339—2346.
15. **Ruane N.M.** Isolation of *Streptococcus agalactiae* and an aquatic birnavirus from doctor fish / Ruane N.M., Collins E.M., Geary M., Swords D., Hickey C., Geoghegan F. // *Irish Vet. Journal*. — 2013. — 66. — P. 16—19.
16. **Vancini R., Paredes A., Ribeiro M., Blackburn K., Ferreira D., Kononchik J.P., Hernandez R., Brown D.** Espirito Santos virus: a new birnavirus that replicates in insect cells. // *J. Virol.* — 2012. — 86(5). — P. 2390—2399.
17. **Wu Q.** Virus discovery by deep sequencing and assembly of virus-derived small silencing RNAs / Vancini R., Paredes A., Ribeiro M., Blackburn K., Ferreira D., Kononchik J.P., Hernandez R., Brown D. // *Proc. Natl Acad. Sci.* — 2010. — 107. — P. 1606—1611.

*М.И. Майстренко*

Киевский национальный университет им. Т.Г.Шевченко

#### БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВ БИРНАВИРУСОВ

Представлена характеристика биологических и физико-химических свойств бирнавирусов, инфицирующих рыб и других водных животных. Вирионы бирнавирусов имеют икосаэдрический тип симметрии, диаметр вирионов составляет 65 нм, они покрыты однослойной гексагональной оболочкой, состоящей из протеина VP2, объединенного в тримеры. Оболочка вирионов бирнавирусов содержит 260 капсомеров размером 4 нм, выступающих над поверхностью вирионов. Детальная характеристика генома бирнавирусов была изучена на модели вируса инфекционного бурсита птиц и вируса инфекционного панкреатического некроза форели. Бирнавирусы содержат в своем составе РНК, состоящую из двух линейных сегментов (А и В). Большой А сегмент имеет длину 3.1 – 3.6 т.п.н., сегмент В – меньший, его длина колеблется от 2.8 до 3.3 т.п.н. Геномная РНК бирнавирусов содержит 53 -

58 % пар G+C, за исключением Rotifer birnavirus (RBV) и Drosophila X virus (DXV), содержание пар G+C у которых составляет 44-47%. На основании подобия нуклеотидных последовательностей и результатов иммунологического анализа с использованием моноклональных антител семейство бирнавирусов сгруппировано в девять серотипов и шесть геногрупп.

*Ключевые слова:* бирнавирусы; классификация; морфология; нуклеиновая кислота; патогенез

**M.I. Maistrenko**

Kyiv National University named after Taras Shevchenko, Ukraine

#### **BIOLOGICAL PROPERTIES OF BIRNAVIRUSES**

Description of biological and physico-chemical properties of birnaviruses, that infect fishes and other aquatic animals are presented. The virions of birnaviruses have an icosahedral type of symmetry, the diameter of virions is 65 нм, they are covered by a monolayer hexagonal shell that consists of protein of VP2, united in trimers. The shell of virions of birnaviruses contains 260 capsomeres by the size of 4 нм, that come forward above the surface of virions. The detailed description to the genome of birnaviruses was studied on the model of virus of infectious bursitis and virus of infectious pancreatic necrosis. The genome of birnaviruses contain RNA that consists of two linear segments (A and B). Segment A has length of 3100 - 3600 bp. Length of segment B hesitates from 2800 to 3300 bp.. Genome of birnaviruses contains 53 -58 % pairs of G+C, except for Rotifer birnavirus (RBV) and Drosophila X virus (DXV), content of pairs of G+C in that presents 44-47%. On the basis of resemblance with nucleotide sequences and results of immunological analysis by monoclonal antibodies all birnaviruses were divided in nine serotypes and six genogroups.

**Keywords:** birnaviruses, classification; morphology; nucleic acid; pathogeny

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 12.09.2013