

(РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, г. Алматы)

**ПАРАМИКСОВИРУС ПТИЦ СЕРОТИПА 2:  
СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ  
И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

**Аннотация**

В обзорной статье суммируются данные по распространению, биологическим свойствам и структурной организации парамиксовируса птиц серотипа 2. Делается вывод об антигенной изменчивости вирусов данной разновидности и их высокой эпизоотологической важности.

**Ключевые слова:** парамиксовirus, серотип 2, штамм, птица, семейство, отряд, геном, белок, моноклональное антитело, филогенез.

**Кілт сөздер:** парамиксовирус, серотүр 2, штамм, құс, тұқымдық, отряд, геном, ақуыз, моноклональды антидене, филогенез.

**Keywords:** paramiksovirus, serotype 2, strain, bird, family, group, genome, protein, monoclonal antibody, filogenez.

Семейство *Paramyxoviridae* входит в порядок *Mononegavirales*, представители которого имеют геном в виде единой (несегментированной) макромолекулы негативногенитевой РНК[1]. Оно разделяется на два подсемейства - *Pneumovirinae* и *Paramyxovirinae*, последнее включает 5 основных родов: *Rubulavirus*, *Respirovirus*, *Morbillivirus*, *Henipavirus* и *Avulavirus*[2]. Род авуловирусов образуют выделенные к настоящему времени парамиксовирусы птиц 11 серотипов (ПМВ-1 – ПМВ-11), которые поражают птиц 241 вида, относящихся к 27 отрядам авиафуны во всех регионах мира [3, 4]. Наиболее широко распространенным и достаточно хорошо изученным, со временем его выделения в 1926-1927 гг. в Индонезии и Великобритании [5, 6], является вирус болезни Ньюкасла представляющий ПМВ-1. Долгое время он оставался единственным патогенным агентом, вызывающим тяжелые заболевания многих видов птиц и наносящим большой экономический ущерб народному хозяйству. В 1956 г. в Калифорнии из трахеальных смывов цыплят больных ларинготрахеитом изолирован ПМВ Юкейпа, серологически отличающийся от вирусов болезни Ньюкасла и парагриппа[7], идентифицированный как ПМВ-2 [8].

M. Lipkind, E. Shihmanter[9] на основе результатов перекрестных реакций торможения гемагглютинации (РТГА) и подавления нейраминидазной активности разделили

известные на тот момент 9 серотипов ПМВ птиц на две подгруппы: в первую вошли ПМВ-2 и ПМВ-6, во вторую – ПМВ-1, ПМВ-3, ПМВ-4, ПМВ-7, ПМВ-8, ПМВ-9. О представителях ПМВ-5 до настоящего времени известно мало.

Насегодняшний день накоплено много данных о распространении ПМВ-2 в различных странах мира. Вирусы этого серотипа выделены от ряда диких и домашних птиц в США, Канаде, бывшей ГДР, Японии, Великобритании [10]. На территории РФ ПМВ-2 (цыпленок/Тула/6889/68) впервые изолирован в 1968 г. от цыплят с признаками респираторного заболевания [11].

В Казахстане М. Саятовым с сотр. [12] в период с 1987 по 1989 гг. от кур и индюшек изолировано 14 штаммов ПМВ-2, при этом антитела к ним обнаружены в 43,6% исследованных сывороток крови птиц.

У домашних птиц вирус Юкейпа вызывает респираторное заболевание различной степени тяжести. Инфекционные вспышки сопровождаются снижением яйценоскости, привесов, коньюктивитами, пневмониями с высокой (доходящей до 90 %) смертностью. У цыплят клиническая картина заболевания, вызванного вирусом Юкейпа, сходна с таковой у индюшек, но менее выражена. У диких птиц, инфицированных ПМВ-2, признаков заболевания не отмечалось. От экзотических импортируемых птиц вирус выделен уже после гибели и поэтому клиника заболеваний у них неизвестна [13].

S.-H.Kimetal. [14] изучили механизмы репликации и патогенность девяти серотипов ПМВ на культуре клеток и в организме цыплят и уток. Показано, что на клетках цыплят DF1 ПМВ-3 реплицировался также эффективно как ПМВ-1, вирусы серотипов 2 и 5 занимали по этому показателю промежуточное положение, репродукция остальных оказалась значительно ниже.

Представляют интерес сведения о чувствительности млекопитающих животных и человека к ПМВ-2. Показано, что при интраназальном заражении морских свинок у животных развиваются клинические признаки заболевания, подтвержденные паталогоанатомическими исследованиями. Инфекция сопровождалась выделением вируса в окружающую среду и образованием специфических антител в сыворотках крови [15]. S. K. Khattaretal. [16] при экспериментальном заражении мышей обнаружили, что вирусы всех серотипов индуцировали образование гуморальных антител и развитие клинических признаков заболевания, исключение составил лишь ПМВ-5, который вызывал минимальные проявления инфекции.

H.Fleuryetal. [17] получены серологические доказательства инфицирования людей вирусом Юкейпа. В 1,4% исследованных в Сенегале сывороток крови людей ими обнаружены антитела к штамму PLOC/Сенегал/273/77, изолированному в Западной Африке от диких птиц.

Геном вируса Юкейпа содержит шесть генов, кодирующих три белка оболочки: матриксный (M), слияния (F), гемагглютинин-нейраминидазу (HN), а также три сердцевинных полипептида. К последним относятся нуклеопротеин (NP), фосфопротеин (P) и легкий белок (L) [18]. В результате анализа антигенных взаимоотношений между различными серотипами ПМВ птиц и Юкейпа-подобными вирусами M. Lipkind, H. Rishe [19] сделали вывод об их слабых взаимосвязях. При изучении более тонких антигенных особенностей рядом авторов выявлено, что по белку HN прототипный штамм ПМВ-2/цыпленок/Калифорния/Юкейпа/56 в РТГА отличается от других референс-вариантов

ПМВ-2: ПМВ-2/вьюрок/Сев. Ирландия/Бангор/73, ПМВ-2/дрозд/Хидденс/19/75, ПМВ-2/Сенегал/PLOC/9/76 и ПМВ-2/манникин/Ханеда, Япония/35/76 [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26]. M. Lipkindetal. [27] в перекрестной РТГА исследовали 33 изолята ПМВ-2, выделенные Израиле в 1979-1982 гг., и показали их высокую антигенную вариабельность. При этом какой-либо корреляции между антигенными особенностями вирусов и временем их изоляции не обнаружено. Результаты этих исследований свидетельствуют о широкой распространенности ПМВ-2 и возможности социркуляции в локальных птичьих резервуарах различных штаммов, возникших в ходе мутаций первоначального варианта вируса.

Отчетливые различия по биологическим свойствам обнаружены среди штаммов ПМВ-2, изолированных в Южном Казахстане. Авторами изучены 14 изолятов ПМВ-2 и показаны различия по спектру гемагглютинирующей активности, термоустойчивости гемагглютинина, скорости элюции с нативных эритроцитов кур, при этом все они явились апатогенными для цыплят.

Важным направлением в области исследования антигенной структуры вирусов стало использование моноклональных антител (МКА). В отношении вируса Юкейпа одними из первых это осуществили I. Özdemiretal. [28]. В РТГА с тремя МКА, направленными к HN белку штамма PMV2/chicken/California/Yucaipa/56, они разделили 53 изолята ПМВ-2, выделенных от широкого круга хозяев в различных географических точках, на четыре группы включающие 34, 4, 2 и 13 вирусов. А. Черных и Н. Митин [29] при помощи моноклонов установили стабильность антигенных детерминант белка NP ПМВ-1 и ПМВ-2 внутри серотипа. Ввиду полного отсутствия перекрестных реакций между представителями различных серотипов авторы предложили использовать антитела к полипептиду NP для специфической идентификации ПМВ. A. Panshinetal. [30] для сравнительного анализа получили 12 анти-HN и шесть анти-FMKA к вирусу Юкейпа/56, и выявили в составе HN белка пять неперекрывающихся и три перекрывающихся сайта, а в составе F-белка три неперекрывающихся и два перекрывающихся сайта. Картирование показало, что антигенная структура этих белков близка к таковой у других ПМВ. Данная панель МКА применена в других работах по изучению антигенной вариабельности ПМВ птиц. Так, Y. Shihmanteretal [31] с их помощью дифференцировали семь референс- и 11 израильских вариантов ПМВ-2 1979-1980 гг. выделения и показали, что только три варианта отличались по связыванию с одним анти-HN моноклоном. И. Бутакова с сотр. [32] изучили взаимодействие тех же наборов МКА с 8 казахстанскими, двумя израильскими и четырьмя референсными вариантами ПМВ-2. Авторами обнаружена однородность казахстанских изолятов 1987-1988 гг. выделений, из которых лишь один не реагировал с тремя антителами к HN. В целом, экспериментальные данные, полученные с помощью МКА, подтвердили наличие у структурных белков ПМВ-2 определенных антигенных сайтов, а также вариабельность поверхностного HN-гликопротеида.

В последнее время для изучения естественной эволюции вирусов широко применяется непосредственное секвенирование генов вирусов с последующим сравнительным филогенетическим анализом и построением древ. M. Subbiahetal. в 2008 г. [33] определили полную последовательность нуклеотидов в геноме вируса Юкейпа. Показано, что он является самым маленьким у обнаруженных на сегодняшний день вирусов подсемейства Paramyxovirinae, состоит из 14904 нуклеотидов, что согласуется с "правилом шести".

Данная закономерность присуща большинству ПМВ и заключается в том, что полная длина генома почти всегда кратна шести. Биологический смысл этого объясняется связыванием информационной РНК с белком NP, при этом одна молекула белка ассоциирована с 6 нуклеотидами, и это обеспечивает эффективную репликацию генома. Как упоминалось выше, он состоит из шести неперекрывающихся генов расположенных в следующем порядке: 3'-NP-P-M-F-HN-L-5'. Функциональная роль белка HN заключается в прикреплении вируса к поверхности клетки, F – в проникновении внутрь клетки и образовании синцития. NP белок выполняет структурную роль, L – обеспечивает полимеразную активность и несет каталитические домены, P – выступает в роли полимеразного кофактора, M – выстилает внутреннюю поверхность вириона.

Каждый ген по обе стороны защищен высококонсервативными сигнальными последовательностями пуска и остановки, длина межгенных промежутков варьирует от 3 до 23 нуклеотидов. Геном содержит на 3'-конце 55 нуклеотидов в качестве лидирующей последовательности и 154 нуклеотида в виде хвостовой структуры на 5'-конце. Выравнивание и филогенетический анализ рассчитанной аминокислотной последовательности белков вируса Юкейпа с родственными полипептидами вирусов пяти родов семейства Paramyxoviridae показали, что он более тесно связан с ПМВ-6 нежели с ПМВ-1.

В дальнейшем M. Subbiahetal. [34] определили полную последовательность геномов трех штаммов ПМВ-2 (Бангор, Англия, Кения), длина которых составила 15024, 14904 и 14916 нуклеотидов. Хвостовая структура вируса Бангор представлена 173 нуклеотидами, в то время как у штаммов Англия, Кения и Юкейпа она состоит из 154 нуклеотидов. В целом, идентичность нуклеотидных последовательностей вирусов Англия и Кения, с одной стороны, и Юкейпа с другой оказалась равной 94.5 и 88%, сходство по аминокислотной последовательности составило 96 и 92%. В противоположность этому штамм Бангор характеризовался более низким процентом сходства как по нуклеотидам (70.4, 69.4, и 70.8%), так и по аминокислотам (75.3 76.2, и 76.3%) с вирусами Юкейпа, Англия и Кения. Более того, он имел в сайте расщепления белка слияния F одноосновные аминокислотные остатки (101TLPSAR↓F108), у трех других ПМВ-2 в этом месте располагаются двухосновные аминокислотные остатки (93DKPASR↓F100). В перекрестной РТГА и реакции нейтрализации авторы с помощью иммунной сыворотки цыплят установили антигенные родство вируса Бангор с другими ПМВ-2, но с 4-8 кратными различиями между гомологичными и гетерологичными титрами. Эти результаты указывают на принадлежность всех четырех вирусов к одному серотипу с двумя антигенными субгруппами, что подтверждается обнаруженным нуклеотидным и аминокислотным диморфизмом. В этом отношении ПМВ-2 имеют сходство с ПМВ-3 и ПМВ-6, у которых также выявлено разделение на две антигенные субгруппы.

Вызывает интерес большой процент гомологии белков F и HN вируса Юкейпа и выделенного в 1973 г. от обезьян ПМВMrV (86.6% и 75% аминокислотной последовательности). По этому показателю он оказался ближе, чем все другие ПМВ птиц, включая вирус болезни Ньюкасла. MrVсерологически не имеет никакой взаимосвязи с ПМВ млекопитающих, но перекрестно реагирует с ПМВ-2 [35]. Полученные данные свидетельствуют о том, что эти вирусы относятся к одной группе и MrV возник после инфицирования обезьян птичьим вирусом и его последующей адаптации. Вирус Юкейпа

является единственным представителем ПМВ птиц имеющим естественного хозяина из другого класса, и это обстоятельство, вместе с обнаруженной в эксперименте способностью заражать морских свинок, несомненно, повышает его потенциальную эпидемическую значимость. Таким образом, имеющаяся на сегодняшний день информация свидетельствуют о ПМВ-2 как об интересном с научной точки зрения, и актуальном в практическом плане возбудителе, заслуживает детального изучения.

## ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Каверин Н.В., Львов Д.К.Парамиксовирусы (*Paramyxoviridae*)// В кн.: Медицинская вирусология. 2008. Под ред. акад. РАМН Д.К. Львова. Медицинской информационное агентство. С.183-189.
- <sup>2</sup> Lamb R.A. et al.Family Paeamyxoviridae. In:Fauquet CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselberger U, Ball LA (eds). Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. Eight report of the International Committee for Taxonomy of Viruses. Academic Press.San Diego, CA. 2005. P. 655–668.
- <sup>3</sup> Alexander D.J. Newcastle disease and other avian paramyxoviruses // Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 2000. 19 (2). P. 443-462.
- <sup>4</sup> Briand F.X., Henry A., Massin P., Jestin V. Complete Genome Sequence of a Novel Avian Paramyxovirus// J. Virology Vol. 86 (14). p. 7710.
- <sup>5</sup> Kraneveld, F.C. A poultry disease in the Dutch East Indies //Nederlands-Indische Bladen voorDiergeneeskunde.1926. Vol. 38. P. 448-450.
- <sup>6</sup> Doyle, T.M. A hitherto unrecorded disease of fowls due to a filter-passing virus // J. Comparative Pathology and Therapeutics.1927. Vol.40. P. 144-169.
- <sup>7</sup> Bankowski R.A. et al. Isolation of an unidentified agent from the respiratory tract of chickens. Science, N.Y. 1960, Vol. 132. P. 292-293.
- <sup>8</sup> Dinter Z. et al. Studies on myxovirus Yucaipa: Its classification as a member of the paramyxovirus group // Virology. 1964. Vol. 22. P. 297-304.
- <sup>9</sup> Lipkind M., Shihmanter E. Antigenic relationships between avian paramyxoviruses. I. Quantitative characteristics based on hemagglutination and neuraminidase inhibition tests // Arch Virol. 1986. Vol. 89. P. 89–111.
- <sup>10</sup> Fleury H.J.A.,Alexander D.J. Paramyxovirus Yucaipa //Bulletin de l'Institut Pasteur. 1978. 76(2).p. 175-186.
- <sup>11</sup> Исаченко В.А., Яхно М.А., Осадзе Н.Г., Шеболдов А.В.Обнаружение миксовируса Юкейпа среди агентов, вызывающих респираторные заболевания диких птиц // «Экология вирусов». Сб. науч. тр. – М.: 1975. Т.3. С.67-72.
- <sup>12</sup> Саятов М.Х., Тер-Погосян В.Э., Даулбаева К.Д. и др. Изучение Юкейпа-подобных вирусов, выделенных в Казахстане в 1987-1989 гг.// Вопр. вирусол. 1992. №2. С.116-118.
- <sup>13</sup> Lang G., Gagnon A., Howell J. Occurrence of paramyxovirus Yucaipa in Canadian poultry // Can. Vet. J. 1975. Vol. 16.P. 233-237.
- <sup>14</sup> Kim S.-H., Xiao S., Shive H., Collins P.L., Samal S.K. Replication, Neurotropism, and Pathogenicity of Avian Paramyxovirus Serotypes 1–9 in Chickens and Ducks //PLoS ONE. 7(4). 2012.
- <sup>15</sup> Fleury H.J.A., Vincon J., Deminiere C. et al. Susceptibility of the guinea-pig to paramyxovirus Yucaipa // Ann. Virol. (Inst. Pasteur). 1979. 133E.P. 157-161.
- <sup>16</sup> Khattar S.K., Kumar S., Xiao S., Collins P.L., Samal S.K. Experimental Infection of Mice with AvianParamyxovirus Serotypes 1 to 9 //PLoS ONE. 6(2).e16776. doi:10.1371/journal.pone.0016776(2011)

<sup>17</sup> Fleury H.J.A., Bonnici J. F., Babin M. et al. Serological evidence of human infection with the paramyxovirus Yucaipa in Senegal, West Africa // Am. J. Trop. Med. Hyg. 1984. V. 33. P. 190-191.

<sup>18</sup> Alexander D.J. Newcastle disease and other avian Paramyxoviridae infections. In Diseases of poultry, 10th Ed. (B.W. Calnek with H.J. Barnes, C.W. Beard, L.R. McDougald & Y.M. Saif, eds) // Mosby-Wolfe. London, 1997. P. 541-570.

<sup>19</sup> Lipkind M., Riske N. Antigenic relationships between PMV. III. A mathematical model of antigenic drift and a computer-assisted approach for construction of a phylogenetic tree // Arch. Virol. 1988. Vol. 103. P.83-98.

<sup>20</sup> Subbiah M., Xiao S., Khattar S. K. et al. Pathogenesis of two strains of Avian Paramyxovirus serotype 2, Yucaipa and Bangor, in chickens and turkeys. Avian Dis. 2010 September.54(3). P. 1050–1057.

<sup>21</sup> McFerran J.B., Connor T.J., Allan G.M., Adair B. Studies on a paramyxovirus isolated from a finch // Arch. gesVirusforsch. 1974. Vol. 46. P.281-290.

<sup>22</sup> Alexander D.J. Avian paramyxoviruses // Vet. Bull. 1980. Vol. 50. P.737-752.

<sup>23</sup> Collings D., Fitton J., Alexander D. et al. Preliminary characterization of a paramyxovirus isolated from a parrot // Res. Vet. Sci. 1975.Vol. 19. P.219-221.

<sup>24</sup> Alexander D.J., Chettle N.J. Relationship of parakeet/Netherlands/449/75 virus to other avian paramyxoviruses // Res. Vet. Sci. 1978. Vol. 25.P.105-106.

<sup>25</sup> Kessler N., Aymard M., Calvet A. Study of a new strain of paramyxovirus isolated from wild ducks: antigenic and biological properties // J. Gen. Virol. 1979. - Vol. 43. P.273-282.

<sup>26</sup> Tumova B., Stumpa A., Janout V. et al. A further member of the Yucaipa group isolated from the common wren (*Troglodytes troglodytes*) //ActaVirol. 1979. Vol. 23. P.504-507.

<sup>27</sup> Lipkind M., Alexander D., Shihmanter Y. et al. Antigenic heterogeneity of avian paramyxoviruses of serotype 2 ("Yucaipa-like") isolated from domestic and wild birds in Israel // Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis. 1995.Vol. 18(3).P.189-207.

<sup>28</sup> Özdemir I., Russell P.H., Collier J., Alexander D.J., Manvell R.J. Monoclonal antibodies to avian paramyxovirus type 2. AvianPathol.1990. Vol. 19.P. 395-400.

<sup>29</sup> Черных А.А., Митин Н.И. Эпитопное картирование молекулы нуклеопротеина парамиксовирусов птиц 1 и 2-го серотипов с помощью моноклональных антител // Вопр. вет. вирусол., микробиол. И эпизоотол. // Матер.науч. конф. ВНИИ вет. вирусол. и микробиол., окт. 1992. Ч.2 Покров, 1992. С.155-156.

<sup>30</sup> Panshin A., Shihmanter E., Weisman Y. et al. Delineation of antigenic epitopes on the heamagglutinin-neuraminidase and fusion glycoproteins of APMV-2/Yucaipa virus by means of monoclonal antibodies //1st International Symposium on Turkey Disease. Berlin, 19-21 February 1998, Berlin-Stieglitz, 1998.p.14.

<sup>31</sup> Shihmanter Y., Panshin A., Orwell C. et al. Monoclonal antibody analysis of avian paramyxoviruses serotype 2 (Yucaipa-like) strains isolated from poultry in Israel //1st International Symposium on Turkey Disease. Berlin, 19-21 February 1998, Berlin-Stieglitz, 1998. P.75-80.

<sup>32</sup> Бутакова И.Ш., Даулбаева К.Д., Саятов М.Х. идр. Анализ антигенного состава казахстанских штаммов парамиксовируса птиц серотипа 2 // Поиск. – 2001. №2. С. 43-46.

<sup>33</sup> Subbiah M., Xiao S., Collins P. L., Samal S. K. Complete sequence of the genome of avian paramyxovirus type 2 (strain Yucaipa) and comparison with other paramyxoviruses // Virus Res. 2008 October. Vol. 137(1). P. 40–48.

<sup>34</sup> Subbiah M., Nayak S., Collins P. L., Samal S. K. Complete genome sequences of avian paramyxovirus serotype 2 (APMV-2) strains Bangor, England and Kenya: Evidence for the existence of subgroups within serotype 2 // Virus Res. 2010 September. Vol. 152(1-2). P. 85–95.

<sup>35</sup> Nishikawa F., Sugiyama T., Suzuki K. A new Paramyxovirus isolated from cynomolgus monkeys // JpnJ Med SciBiol 1977. Vol. 30.P. 191–204.

## REFERENCES

- 1 *Kaverin N.V., L'vov D.K.* Paramiksovirusy (Paramyxoviridae) // V kn.: Medicinskajavirusologija. 2008. Pod red. akad. RAMN D.K. L'vova. Medicinskojinformacionnoeagentstvo. S. 183-189.
- 2 *Lamb R.A. et al.* Family Paeamyxoviridae. In: Fauquet CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselberger U, Ball LA (eds). Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. Eight report of the International Committee for Taxonomy of Viruses. Academic Press. San Diego, CA. 2005. P. 655–668.
- 3 *Alexander D.J.* Newcastle disease and other avian paramyxoviruses // Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 2000. 19 (2). R. 443-462.
- 4 *Briand F.X., Henry A., Massin P., Jestin V.* Complete Genome Sequence of a Novel Avian Paramyxovirus // J. Virology Vol. 86 (14). p. 7710.
- 5 *Kraneveld, F.C.* A poultry disease in the Dutch East Indies // Nederlands-Indische Bladen voor Diergeneeskunde. 1926. Vol. 38. R. 448-450.
- 6 *Doyle, T.M.* A hitherto unrecorded disease of fowls due to a filter-passing virus // J. Comparative Pathology and Therapeutics. 1927. Vol. 40. P. 144-169.
- 7 *Bankowski R.A. et al.* Isolation of an unidentified agent from the respiratory tract of chickens. Science, N.Y. 1960, Vol. 132. P. 292-293.
- 8 *Dinter Z. et al.* Studies on myxovirus Yucaipa: Its classification as a member of the paramyxovirus group // Virology. 1964. Vol. 22. R. 297-304.
- 9 *Lipkind M., Shihmanter E.* Antigenic relationships between avian paramyxoviruses. I. Quantitative characteristics based on hemagglutination and neuraminidase inhibition tests // Arch Virol. 1986. Vol. 89. P. 89–111.
- 10 Fleury H.J.A., Alexander D.J. Paramyxovirus Yucaipa // Bulletin de l'Institut Pasteur. 1978. 76(2). p. 175-186.
- 11 *Isachenko V.A., Jahno M.A., Osidze N.G., Sheboldov A.V.* Obnaruzheniemiksovirusa Jukejpasiagentov, vyzvyajushhih respiratornyezabolevanijadikihptic // «Jekologijavirusov». Sb. nauch. tr. – M.: 1975. T.3. S. 67-72.
- 12 *Sajatov M.H., Ter-Pogosjan V.Je., Daulbaeva K.D. i dr.* Izuchenie Jukejpa-podobnyh virusov, vydelenyyh v Kazahstane v 1987-1989 gg. // Vopr. virusol. 1992. №2. S. 116-118.
- 13 *Lang G., Gagnon A., Howell J.* Occurrence of paramyxovirus Yucaipa in Canadian poultry // Can. Vet. J. 1975. Vol. 16. P. 233-237.

- 14 Kim S.-H., Xiao S., Shive H., Collins P.L., Samal S.K. Replication, Neurotropism, and Pathogenicity of Avian Paramyxovirus Serotypes 1–9 in Chickens and Ducks // PLoS ONE. 7(4). 2012.
- 15 Fleury H.J.A., Vincon J., Deminiere C. et al. Susceptibility of the guinea-pig to paramyxovirus Yucaipa // Ann. Virol. (Inst. Pasteur). 1979. 133E. P. 157-161.
- 16 Khattar S.K., Kumar S., Xiao S., Collins P.L., Samal S.K. Experimental Infection of Mice with Avian Paramyxovirus Serotypes 1 to 9 // PLoS ONE. 6(2). e16776. doi:10.1371/journal.pone.0016776(2011)
- 17 Fleury H.J.A., Bonnici J. F., Babin M. et al. Serological evidence of human infection with the paramyxovirus Yucaipa in Senegal, West Africa // Am. J. Trop. Med. Hyg. 1984. V. 33. P. 190-191.
- 18 Alexander D.J. Newcastle disease and other avian Paramyxoviridae infections. In Diseases of poultry, 10th Ed. (B.W. Calnek with H.J. Barnes, C.W. Beard, L.R. McDougald& Y.M. Saif, eds) // Mosby-Wolfe. London, 1997. P. 541-570.
- 19 Lipkind M., Riske N. Antigenic relationships between PMV. III. A mathematical model of antigenic drift and a computer-assisted approach for construction of a phylogenetic tree // Arch. Virol. 1988. Vol. 103. P.83-98.
- 20 Subbiah M., Xiao S., Khattar S. K. et al. Pathogenesis of two strains of Avian Paramyxovirus serotype 2, Yucaipa and Bangor, in chickens and turkeys. Avian Dis. 2010 September.54(3). P. 1050–1057.
- 21 McFerran J.B., Connor T.J., Allan G.M., Adair B. Studies on a paramyxovirus isolated from a finch // Arch. gesVirusforsch. 1974. Vol. 46. P. 281-290.
- 22 Alexander D.J. Avian paramyxoviruses // Vet. Bull. 1980. Vol. 50. P. 737-752.
- 23 Collings D., Fitton J., Alexander D. et al. Preliminary characterization of a paramyxovirus isolated from a parrot // Res. Vet. Sci. 1975.Vol. 19. P. 219-221.
- 24 Alexander D.J., Chettle N.J. Relationship of parakeet/Netherlands/449/75 virus to other avian paramyxoviruses // Res. Vet. Sci. 1978.Vol. 25. P. 105-106.
- 25 Kessler N., Aymard M., Calvet A. Study of a new strain of paramyxovirus isolated from wild ducks: antigenic and biological properties // J. Gen. Virol. 1979. - Vol. 43. P. 273-282.
- 26 Tumova B., Stumpa A., Janout V. et al. A further member of the Yucaipa group isolated from the common wren (*Troglodytes troglodytes*) // ActaVirol. 1979. Vol. 23. P. 504-507.
- 27 Lipkind M., Alexander D., Shihmanter Y. et al. Antigenic heterogeneity of avian paramyxoviruses of serotype 2 (“Yucaipa-like”) isolated from domestic and wild birds in Israel // Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis. 1995.Vol. 18(3). P. 189-207.
- 28 Özdemir I., Russell P.H., Collier J., Alexander D.J., Manvell R.J. Monoclonal antibodies to avian paramyxovirus type 2. Avian Pathol. 1990. Vol. 19. P. 395-400.

29 Chernyh A.A., Mitin N.I.

Jepitopnoekartirovaniemolekulynukleoproteinaparamiksovirusovptic 1 i 2-go serotipov s pomoshh'jumonoklonal'nyhantitel // Vopr. vet. virusol., mikrobiol. I jepizootol. // Mater. nauch. konf. VNII vet.virusol. imikrobiol., okt. 1992. Ch.2 Pokrov, 1992. S. 155-156.

30 Panshin A., Shihmanter E., Weisman Y. et al. Delineation of antigenic epitopes on the heamagglutinin-neuraminidase and fusion glycoproteins of APMV-2/Yucaipa virus by means of monoclonal antibodies // 1st International Symposium on Turkey Disease. Berlin, 19-21 February 1998, Berlin-Stieglitz, 1998.p.14.

31 Shihmanter Y., Panshin A., Orwell C. et al. Monoclonal antibody analysis of avian paramyxoviruses serotype 2 (Yucaipa-like) strains isolated from poultry in Israel // 1st International Symposium on Turkey Disease. Berlin, 19-21 February 1998, Berlin-Stieglitz, 1998. P. 75-80.

32 Butakova I. Sh., Daulbaeva K.D., Sajatov M.H. i dr. Analizantigenogosostavakazahstanskikh paramik sovirusapticserotipa 2 // Poisk. – 2001. №2. S. 43-46.

33 Subbiah M., Xiao S., Collins P. L., Samal S. K. Complete sequence of the genome of avian paramyxovirus type 2 (strain Yucaipa) and comparison with other paramyxoviruses // Virus Res. 2008 October. Vol. 137(1). P. 40–48.

34 Subbiah M., Nayak S., Collins P. L., Samal S. K. Complete genome sequences of avian paramyxovirus serotype 2 (APMV-2) strains Bangor, England and Kenya: Evidence for the existence of subgroups within serotype 2 // Virus Res. 2010 September. Vol. 152(1-2). P. 85–95.

35 Nishikawa F, Sugiyama T, Suzuki K. A new Paramyxovirus isolated from cynomolgus monkeys // Jpn J Med Sci Biol 1977. Vol. 30. P. 191–204.

## Резюме

*K.X. Жұматов, М.Х. Саятов, А.И. Қыдырманов*

(КР ФК ЕжФМ «Микробиология және вирусология институты», РМК, Алматы қ.)

## ҚҰСТАР ПАРАМИКСОВИРУСЫНЫҢ 2-СЕРОТИПІ: ШІКІ ҚҰРЫЛЫМЫ, ТАРАЛУЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІГІ

Шолу мақалада құстар парамиксовирусының 2-серотипінің таралуы, биологиялық ерекшелігі және ішкі құрылымы жөнінде мәліметтер жиынтығы келтіріледі. Аталған

вирус түрінің антигендік өзгергіштігі және олардың індеганулық маңызының жоғары екендігіне қорытынды жасалады.

**Кілт сөздер:** парамиксовирус, серотүр 2, штамм, құс, тұқымдастық, отряд, геном, ақуыз, моноклональды антидене, филогенез.

## Summary

*K. Kh. Zhumatov, M. Kh. Sayatov, A.I. Kydyrmanov*

(RSE “Institute of microbiology and virology” CS MES RK, Almaty)

### AVIAN PARAMYXOVIRUS OF SEROTYPE 2: STRUCTURAL ORGANIZATION, PREVALENCE AND BIOLOGICAL PROPERTIES

A review article summarizes data on the distribution, biological properties and the structural organization of avian paramyxovirus serotype 2. The conclusion about the antigenic variability of the viruses of this serotype and their high epidemiological importance is done.

**Keywords:** paramyxovirus, serotype 2, strain, bird, family, order, gene, protein, monoclonal antibody, phylogeny.

*Поступила 31.05.2013 г.*