

УДК 578.834:616.24-002.6

DOI: 10.31073/vet_biotech38-10

КРИВОШИЯ П.Ю., канд. вет. наук, ст. наук. сп., e-mail: p.kryvoshyua@gmail.com*Дослідна станція епізоотології Інституту ветеринарної медицини НААН***МУШТУК І.Ю.**, канд. вет. наук, ст. наук. сп., e-mail: mushtuk0104@gmail.com*Інститут ветеринарної медицини НААН***РУДЬ О.Г.**, канд. вет. наук, доц., e-mail: oleg.rud-rud1965@ukr.net*Рівненський державний гуманітарний університет*

КОРОНАВІРУСИ ТВАРИН ТА ЛЮДИНИ (оглядова стаття)

У статті проведено аналіз інформації щодо класифікації коронавірусів тварин та людей, будови, природніх господарів, клінічних ознак, стійкості до дії фізико-хімічних чинників, культивуванню, антигенного складу, гемаглютинуючих властивостей, діагностики. Розглядається біологічний зв'язок між коронавірусами тварин та людини. Встановлено передачу коронавірусу від тварин до людини, а також від одного виду тварин до інших, що експериментально підтверджено в дослідженнях. Існує потенційна небезпека інфікування людей коронавірусами тварин, що має важливе епідеміологічне значення, особливо в сільській місцевості.

Ключові слова: *коронавіруси, біологічні властивості, класифікація, клінічні ознаки, тварини, людина, стійкість, культивування, діагностика.*

Вступ. В зв'язку з пандемією COVID-19 у світі та зокрема в Україні, яка викликана коронавірусною інфекцією, стає досить актуальним розглянути класифікацію, спектр біологічних, антигенних, генетичних та інших відомостей про збудники даної родини, що допоможе зрозуміти та поглибити знання щодо коронавірусних захворювань тварин та людей. До початку XXI сторіччя про коронавіруси склалась думка, як актуальних ветеринарних патогенів, які не несуть небезпеки для людини. Ситуація суттєво змінилась в 2002 р., коли вірус важкого гострого респіраторного синдрому (SARS-CoV – Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus) (*Betacoronavirus, Sarbecovirus*) був ідентифікований, як етіологічний агент епідемії в провінціях Китаю. В період цієї епідемії, 01.11.2002–31.07.2003, на території Китаю летальність серед людей становила 9,2% (685/7429) [1–6].

Було встановлено, що люди інфікувались від гімалайських цивет (*Paguma larvata*) [7]. Подальше вивчення екології SARS-CoV дозволило встановити, що цей вірус є природно-вогнищевим, його природним резервуаром є летючі миші (*Chiroptera, Microchiroptera*) [1, 8, 9], які переносять інфекцію інапарантно, але виділяють вірус із слиною, сечею та фекаліями, інфікуючи дрібних ссавців, що

широко використовуються в країнах Південно-Східній Азії для потреб східної медицини та харчування.

На початку грудня 2019 року в китайській провінції Хубей були зареєстровані епідемічні спалахи, пов'язані з новим коронавірусом, здатним викликати у людей тяжкі та летальні випадки вірусної пневмонії. Перший випадок такої пневмонії був офіційно зареєстрований в м. Ухань 08.12.2019 р. [10], а вже 30.12.2019 року медичне управління міського комітету Уханя випустило «термінове повідомлення про появу пневмонії не встановленої етіології». На 03.01.2020 р. ВОЗ заявила про 44-х хворих, з яких 27 (61,4%) відвідували рибний базар Уханя, на якому продавалась велика кількість диких тварин. 07.01.2020 р. ізольований етіологічний агент захворювання був ідентифікований як представник *Coronaviridae* та отримав тимчасове позначення 2019-nCoV (novel coronavirus 2019) [11]. 12.01.2020 р. Був визначений геном нового коронавіруса, що дозволило розпочати розробку ОТ- ПЛР тест-систем і генно-інженерних препаратів [12, 13]. Захворювання пов'язане з 2019-nCoV, отримало назву COVID-2019 (Coronavirus Disease 2019) [14].

Геном 2019-nCoV виявився гомологічним MERS-CoV на 50%, SARS-CoV – 79%, BtRsCoV – 88%. Враховуючи особливості будови геному нового коронавірусу 2019-nCoV, ICTV перейменувало його у вірус гострого респіраторного синдрому 2-го типу (SARS-CoV-2 – Severe acute respiratory syndrome 2) та разом з SARSCoV та BtRsCoV включили в підрід *Sarbecovirus* (*Betacoronavirus*) [15]. SARS-CoV-2 є природно-вогнищевим з резервуванням вірусу в популяціях рукокрилих: найбільш близьким штамом від рукокрилих є RaTG13 (гомологія 96%), який може бути зведеним синонімом SARS-CoV-2.

Генетичні зміни коронавірусів забезпечуються високою частотою рекомбінацій РНК та здатністю їх геномів отримувати та втрачати домени [16–19]. Ці чинники дають можливість появі вірусів з новими властивостями, які здатні адаптуватись до нових господарів та екологічних ніш, що є інколи причиною виникнення епізоотій та епідемії.

У світовому інформаційному просторі є багато повідомлень присвячених значенню коронавірусів в інфекційній патології тварин та людини. Вони викликають різнобічну патологію: респіраторні та кишкові захворювання у людей [4, 5, 9, 11, 15, 18, 20–28], мавп [26], гострий гастроентерит у новонароджених телят [7], поросят та собак [6, 8], інфекційний перитоніт кішок та гепатит і енцефаліт у інфікованих мишей [12, 29], бронхіт у птиці [10]. У поєднанні з іншими респіраторними вірусами може бути клінічний прояв змішаної вірусної інфекції.

Серед питань, які мають важливе значення в епізоотологічному та екологічному аспекті є вивчення антигенного зв'язку між коронавірусами тварин та людини.

Мета роботи. Проаналізувати та узагальнити інформацію щодо родини коронавірусів, а саме: класифікацію, біологічні властивості, клінічні ознаки захворювання, стійкість, культивування, діагностику.

Матеріали і методи досліджень. Під час проведення досліджень використовували та опрацьовували доступні джерела: наукові посібники, довідники, статті в наукових виданнях, автореферати дисертаційних робіт, електронні ресурси мережі Інтернет.

Результати досліджень та їх обговорення. Коронавіруси належать до родини *Coronaviridae*, в яку входить дві підродини *Coronaviridna* (роди *Alphavirus*, *Betavirus*, *Deltacoronavirus*, *Gammavirus*) та *Nidovirales* (роди *Abnidovirineae*, *Arnidovirineae*, *Cornidovirineae*, *Cornidovirineae*, *Mesnidovirineae*, *Monidovirineae*, *Ronidovirineae*, *Tornidovirineae*), що включає нині багато видів вірусів, які є подібними за морфологією, розмноженням та біологічними властивостями. Назва родини походить від латинського Corona, оскільки під електронним мікроскопом оболонка вірусу вкрита своєрідними грушоподібними виступами завдовжки 12–20 нм. Коронавіруси мають круглу або овальну форму, для їхніх часток характерний помірний поліморфізм. Діаметр віріонів коливається від 60 до 200 нм (у середньому 80–160 нм), коефіцієнт седиментації становить 280–390S. В геном входить молекула одноланцюгової РНК, крихкої, схильної до фрагментарності. Молекулярна маса РНК штаму OC43 становить 6,1 кД, штаму 229E – 5,8 кД [18].

Білковий склад коронавірусів добре вивчений на моделі OC43. Виявлено 6 білків з молекулярною масою від 15 до 191 кД, найбільший з них – гліколіпопротеїн – глікопротеїди, інші два – поліпептиди. Доведено, що грушоподібні виступи, які формують «корону» вірусів, є глікопротеїдами і визначають їхню гемаглютинуючу активність. Штами коронавірусів людини OC43 та OC38 здатні викликати аглютинацію еритроців курей, щурів та мишей, коронавірус свиней аглютинуює еритроцити курей, морських свинок та великої рогатої худоби, а коронавірус птиці – лише еритроцити курей після відповідної обробки вірусу [15–18].

В залежності від природних господарів, характеристики геному та антигенних властивостей, наведемо класифікацію коронавірусів. Дані представлено в таблицях 1–2 [17].

Систематичне положення* родини *Coronaviridae* (*Cornidovirineae*, *Nidovirales*)

Рід Genus	Підрід Subgenus	Вид Species		Прототипні штами Prototype strains		
		сучасна назва** modern name**	аббревіатура abbreviation	позначення*** designation***	джерело ізоляції source of isolation	GenBank ID
1	2	3	4	5	6	7
Підродина <i>Letovirinae</i>						
<i>Alphaletovirus</i>	<i>Milecovirus</i>	Літовірус вужкоротих квакш 1-го типу <i>Microhyla letovirus 1</i>	ЛВУК-1 MLeV-1	MLeV-1	<i>Microhyla fissipes</i>	Відсутній на 29.02.2020
Підродина <i>Orthocoronavirinae</i>						
<i>Alphacoronavirus</i>	<i>Colacovirus</i>	Коронавірус летючих мишей CDPHE15 <i>Bat coronavirus CDPHE15</i>	КВЛМ- CDPHE15 <i>BtCoVCDPHE15</i>	USA-2006	<i>Myotis lucifugus</i>	NC_022103
	<i>Decacovirus</i>	Альфакоронавірус великих підковоносів HuB2013 <i>Rhinolophus ferrumequinum alphacoronavirus HuB2013</i> АКВБП- HuB2013 <i>BtRfAlphaCoV- HuB2013</i> BtRf-HuB2013 <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> NC_028814	АКВБП- HuB2013 <i>BtRfAlphaCoV- HuB2013</i>	BtRf-HuB2013	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	NC_028814
		Коронавірус летючих мишей HKU10 <i>Bat coronavirus HKU10</i>	КВЛМ- HKU10 <i>HCoV-HKU10</i>	HKU10/183A	<i>Rousettus leschenaultii</i>	NC_018871
	<i>Duvinacovirus</i>	Коронавірус людини 229E <i>Human coronavirus 229E</i>	КВЧ-229E <i>HCoV-229E</i>	Inf-1	<i>Homo sapiens sapiens</i>	NC_002645
	<i>Luchacovirus</i>	Коронавірус крис Лунцзянь Rn <i>Lucheng Rn rat coronavirus</i>	КВКЛ- Rn <i>LRNV</i>	Lucheng-19	<i>Rattus norvegicus</i>	NC_032730
	<i>Minacovirus</i>	Коронавірус норок 1-го типу <i>Mink coronavirus 1</i>	КВН-1 <i>MkCoV-1</i>	ECGV/WD1127	<i>Mustela vison</i>	NC_023760
		Коронавірус тхорів <i>Ferret coronavirus</i>	КВХ <i>FrCoV</i>	ECEV/FECV1 FSCV/FSCV6	<i>Mustela putorius furo</i> <i>Mustela putorius furo</i>	KX512809 KX512810
	<i>Minunacovirus</i>	Коронавірус довгокрилів 1-го типу <i>Miniopterus bat coronavirus 1</i>	КВДК-1 <i>BtMiCoV-1</i>	AFCD62	<i>Miniopterus magnater</i>	EU420138
		Коронавірус довгокрилів HKU8 <i>Miniopterus bat coronavirus HKU8</i>	КВДК- HKU8 <i>BtCoV-HKU8</i>	HKU8/AFCD77	<i>Miniopterus pusillus</i>	NC_010438
	<i>Myotacovirus</i>	Альфакоронавірус азіатських рибодних ночниць Sax-2011 <i>Myotis ricketti alphacoronavirus Sax2011</i>	АКВАРН- Sax- 2011 <i>BtMrAlphaCoV- Sax-2011</i>	BtMr-SAX2011	<i>Myotis ricketti</i>	NC_028811

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
Alphacoronavirus	<i>Nyctacovirus</i>	Альфакоронавірус китайських вечірниць SC2013 Nyctalus velutinus alphacoronavirus SC2013	АКВКВ-SC2013 BtNv-AlphaCoV-SC2013	BtNv-SC2013	<i>Nyctalus plancyi velutinus</i>	NC_028833
	<i>Pedacovirus</i>	Вірус епізоотичної діареї свиней Porcine epidemic diarrhea virus	ВЭДС PEDV	CV777	<i>Sus scrofa domestica</i>	KT323979
		Коронавірус домових гладконосів 512 Scotophilus bat coronavirus 512	КВ/ДГ-512 BtCoV-512	BtCoV/512/2005	<i>Scotophilus kuhlii</i>	NC_009657
	<i>Rhinacovirus</i>	Коронавірус підквоносів HKU2 Rhinolophus bat coronavirus HKU2	КВПН-HKU2 BtCoV-HKU2	HKU2/GD/430/2006	<i>Rhinolophus sinicus</i>	NC_009988
	<i>Setracovirus</i>	Коронавірус людини NL63 Human coronavirus NL63	КВЧ-NL63 HCoV-NL63	Amsterdam I	<i>Homo sapiens sapiens</i>	AY567487
		NL63-подібний коронавірус BtKYNL63-9b NL63-related bat coronavirus BtKYNL63-9b	NL63-ПКВ.ЛМ-9b NL63-rBtCoV-9b	BtKYNL63-9b	<i>Triaenops afer</i>	KY073745
	<i>Tegacovirus</i>	Альфакоронавірус 1-го типу Alphacoronavirus 1	АКВ-1 AlphaCoV-1	CCoV-1/259/01	<i>Canis lupus familiaris</i>	AF502583
				CCoV-2/Insavc-1		D13096
				PanCCoV/CB/05		KP981644
				FECV/RM	<i>Felis silvestris catus</i>	FJ938051
FIPV/79-1146				AY994055		
PRCV/ OH7269	<i>Sus scrofa domestica</i>	KR270796				
TGEV/Purdue		NC_038861				
<i>Incertae sedis</i>	Коронавірус кролів, що викликає кардіоміопатію Rabbit coronavirus provoking cardiomyopathy	КВК-КМП RbCoVCMF	Stockholm agent	<i>Oryctolagus cuniculus domesticus</i>	Відсутній на 29.02.2020	
Betacoronavirus	<i>Embecovirus</i>	Бетакоронавірус 1-го типу Betacoronavirus 1	БКВ-1 BetaCoV-1	LAMV/Longquan-343	<i>Apodemus agrarius</i>	KF294357
				BCoV/Mebus	<i>Bos taurus taurus</i>	BCU00735
				CRCoV/BJ232	<i>Canis lupus familiaris</i>	KX432213
				ECoV/NC99	<i>Equus ferus caballus</i>	EF446615
				HCoV-OC43/ATCC VR-759	<i>Homo sapiens sapiens</i>	AY391777
				RbCoV-HKU14	<i>Oryctolagus cuniculus domesticus</i>	NC_017083
				PHEV/CC14	<i>Sus scrofa domestica</i>	MF083115
		Коронавірус крис Китаю HKU24 China Rattus coronavirus HKU24	КВКК-HKU24 CRCoV-HKU24	HKU24-R05005I	<i>Rattus norvegicus</i>	NC_026011
		Коронавірус мишей Murine coronavirus	КВМ MCoV	MHV/JHM	<i>Mus musculus</i>	AC_000192
				LRLV/Longquan-370	<i>Rattus losea</i>	KF294371
RtCoV/Parker	<i>Rattus norvegicus</i>			NC_012936		
Коронавірус людини HKU1 Human coronavirus HKU1	КВЧ-HKU1 HCoV-HKU1	HKU1	<i>Homo sapiens sapiens</i>	NC_006577		

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
<i>Betacoronavirus</i>	<i>Embecovirus</i>	Бетакоронавірус 1-го типу Betacoronavirus 1	БКВ-1 BetaCoV-1	LAMV/Longquan-343	<i>Apodemus agrarius</i>	KF294357
				BCoV/Mebus	<i>Bos taurus taurus</i>	BCU00735
				CRCoV/BJ232	<i>Canis lupus familiaris</i>	KX432213
				ECoV/NC99	<i>Equus ferus caballus</i>	EF446615
				HCoV-OC43/ATCC VR-759	<i>Homo sapiens sapiens</i>	AY391777
				RbCoV-HKU14	<i>Oryctolagus cuniculus domesticus</i>	NC_017083
				PHEV/CC14	<i>Sus scrofa domesticus</i>	MF083115
	Коронавірус крис Китаю HKU24 China Rattus coronavirus HKU24	КВКК-HKU24 CRCoV-HKU24	HKU24-R05005I	<i>Rattus norvegicus</i>	NC_026011	
	Коронавірус мишей Murine coronavirus	КВМ MCoV	MHV/JHM	<i>Mus musculus</i>	AC_000192	
			LRLV/Longquan-370	<i>Rattus losea</i>	KF294371	
			RtCoV/Parker	<i>Rattus norvegicus</i>	NC_012936	
			PCoV	<i>Puffinus puffinus</i>	AJ544718	
	Коронавірус людини HKU1 Human coronavirus HKU1	КВЧ-HKU1 HCoV-HKU1	HKU1	<i>Homo sapiens sapiens</i>	NC_006577	
	<i>Hibecovirus</i>	Бетакоронавірус листоносів Прагга Zhejiang2013 Bat Hp- betacoronavirus Zhejiang2013	БКВ/ЛП-Zh13 BtHp-BetaCoV- Zh13	Zhejiang2013	<i>Hipposideros pratti</i>	NC_025217
	<i>Merbecovirus</i>	Коронавірус Близькосхідного респіраторного синдрому Middle East respiratory syndrome-related coronavirus	КВ-БВРС MERS-CoV	Jeddah/Camel-1	<i>Camelus dromedarius</i>	KF917527
				EMC/2012	<i>Homo sapiens sapiens</i>	JX869059
				Italy/206645-63/2011	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	MG596803
		Коронавірус їжаків 1 типу Hedgehog coronavirus 1	КВЕ-1 HdCoV-1	EriCoV	<i>Erinaceus europaeus</i>	MK679660
		Коронавірус клишоногих кажанів HKU4 Tylonycteris bat coronavirus HKU4	КВКК-HKU4 BtCoV-HKU4	HKU4/B04f	<i>Tylonycteris pachypus</i>	NC_009019
		Коронавірус нетопирей HKU5 Pipistrellus bat coronavirus HKU5	КВНП-HKU5 BtCoV-HKU5	HKU5/LMH03f	<i>Pipistrellus abramus</i>	NC_009020
	<i>Nobecovirus</i>	Коронавірус нічних криланів GCCDC1 Rousettus bat coronavirus GCCDC1	КВНК-GCCDC1 BtCoV-GCCDC1	GCCDC1/356	<i>Rousettus leschenaulti</i>	NC_030886
Коронавірус нічних криланів HKU9 Rousettus bat coronavirus HKU9		КВНК-HKU9 BtCoV-HKU9	HKU9/BF_005I	<i>Rousettus leschenaultii</i>	NC_009021	
Коронавірус пальмових криланів C704 Eidolon bat coronavirus C704		КВПК-C704 BtCoV-C704	KY24/2006	<i>Eidolon helvum</i>	KX285106	

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7		
Betacoronavirus	Sarbecovirus	Коронавірус китайських підковоносів <i>Rhinolophus sinicus</i> coronavirus	КВКП BtRscov	CoVZC45	<i>Rhinolophus sinicus</i>	MG772933		
				CoVZXC21	<i>Rhinolophus sinicus</i>	MG772934		
		Коронавірус тяжкого гострого респіраторного синдрому Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus	КВ-ТОРС SARS-CoV	GD01	<i>Homo sapiens sapiens</i>	AY278489		
				SZ3	<i>Paguma larvata</i>	AY304486		
				Rs672/2006	<i>Rhinolophus sinicus</i>	FJ588686		
		Коронавірус тяжкого гострого респіраторного синдрому 2-го типу Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2 КВ-ТОРС-2 SARS-CoV-2 Wuhan-Hu-1 <i>Homo sapiens sapiens</i> NC_045512 PaCoV-1420 <i>Manis javanica</i> Відсутній на 29.02.2020 RaTG13 <i>Rhinolophus affinis</i> MN996532	КВ-ТОРС-2 SARS-CoV-2	Wuhan-Hu-1	<i>Homo sapiens sapiens</i>	NC_045512		
				PaCoV-1420	<i>Manis javanica</i>	Відсутній на 29.02.2020		
				RaTG13	<i>Rhinolophus affinis</i>	MN996532		
		Deltacoronavirus	Andecovirus	Коронавірус світязей HKU20 Wigeon coronavirus HKU20	КВС- HKU20 WiCoV- HKU20	HKU20-9243	<i>Anas penelope</i>	NC_016995
			Buldecovirus	Дельтакоронавірус свиней Porcine deltacoronavirus	ДКВС PDCoV	HKU15-44	<i>Sus scrofa domesticus</i>	JQ065042
HKU15/IN2847	<i>Sus scrofa domesticus</i>					KJ569769		
SpCoV-HKU17	<i>Passer montanus</i>					NC_016992		
Коронавірус білоочок HKU16 White eye coronavirus HKU16	КВБГ- HKU16 WECoV- HKU16			HKU16-6847	<i>Zosterops palpebrosus</i>	NC_016991		
Коронавірус бульбюлей HKU11 Bulbul coronavirus HKU11	КВББ- HKU11 BuCoV- HKU11			HKU11-796	<i>Pycnonotus sinensis</i>	FJ376620		
Коронавірус муній HKU13 Munia coronavirus HKU13	КВА- HKU13 MuCoV- HKU13		HKU13-3514	<i>Lonchura striata</i>	NC_011550			
			MRCoV-HKU18	<i>Copsychus saularis</i>	NC_016993			
Herdecovirus	Коронавірус квакв HKU19 Night heron coronavirus HKU19		КВК- HKU19 NHCoV- HKU19	HKU19-6918	<i>Nycticorax nycticorax</i>	NC_016994		
Moordecovirus	Коронавірус камшиниць HKU21 Common moorhen coronavirus HKU21		КВК- HKU21 CMCoV- HKU21	HKU21-8295	<i>Gallinula chloropus</i>	NC_016996		
Gammacoronavirus	Cegacovirus	Коронавірус китообразних Cetacean coronavirus	КВКО CetCoV	SW1	<i>Delphinapterus leucas</i>	KF793826		
				HKU22	<i>Tursiops aduncus</i>	KF793826		
	Igacovirus	Коронавірус птахів Avian coronavirus	КВП ACoV	IBV/Connecticut	<i>Gallus gallus domesticus</i>	KF696629		
				IBV/Massachusetts	<i>Gallus gallus domesticus</i>	GQ504724		
				TCoV/MG10	<i>Meleagris gallopavo</i>	NC_010800		

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
	<i>Igacovirus</i>	Коронавірус птиць Avian coronavirus	КВП ACoV	КQ6	<i>Pavo cristatus</i>	AY641576
				PhCoV/10623/17	<i>Phasianus colchicus</i>	МК423877

Примітка: * Порядок чергування родів та підродів всередині кожного роду відповідає їх латинській назві, вірусів всередині кожного підроду – їх українській назві, прототипних штамів кожного вірусу – латинській назві їх виділення.

** Прототипні віруси кожного роду наведені в таблиці 2.

*** Коса лінія в даному стовбці використовується як необхідний елемент ідентифікації штама.

Основні форми захворювання етіологічно пов'язані з коронавірусами це респіраторний синдром та гастроентерит. Серед тварин широко розповсюджений ентерит собак (рід *Alphacoronavirus*, SCoV), з клінічними ознаками шлунково-кишкового геморагічного запалення, обезводненням та виснаженням організму [19]. Інфекційний перитоніт кішок (рід *Alphacoronavirus*, FCoV), проходить з ознаками діареї, блювоти, ураженням верхніх дихальних шляхів та органів зору [20]. Трансмисивний гастроентерит свиней з ознаками гастроентериту [21]. Коронавірусне захворювання великої рогатої худоби (*Betacoronavirus*) з діареєю, рінитом та кашлем [22]. Інфекційний бронхіт кур (*Gammacoronavirus*, IBV) з ознаками назорінотрахеального бронхіту, уремичним синдромом, ураженням гермітивних органів [23].

Таблиця 2

Сучасне систематичне положення* родин та родів *Nidovirales*

Підряд Suborder	Родина Family	Підродина Subfamily	Рід Genus	Прототипний вірус роду** Prototype virus for the genus	Господарі вірусів роду*** Hosts of the viruses from the genus
1	2	3	4	5	6
<i>Abnidovirineae</i>	<i>Abyssoviridae</i>	<i>Tiamatvirinae</i>	<i>Alphaabyssovirus</i>	Абісовірус морських зайців <i>Aplysia abyssovirus</i>	Червоногі молоски Gastropods
<i>Arnidovirineae</i>	<i>Arteriviridae</i>	<i>Crocarterivirinae</i>	<i>Muarterivirus</i>	Мюартерівірус африканських землерийок <i>Muarterivirus afrigant</i>	Ссавці Mammals
		<i>Equarterivirinae</i>	<i>Alphaarterivirus</i>	Альфаартерівірус коней <i>Alphaarterivirus equid</i>	Ссавці Mammals
		<i>Heroarterivirinae</i>	<i>Lambdaarterivirus</i>	Лямбдаартерівірус хом'якових шурів <i>Lambdaarterivirus afriporav</i>	Ссавці Mammals
		<i>Simarterivirinae</i>	<i>Deltaarterivirus</i>	Дельтаартерівірус геморагічної лихоманки мавп <i>Deltaarterivirus hemfev</i>	Ссавці Mammals
			<i>Epsilonarterivirus</i>	Епсілонартерівірус геморагічного енцефаліту мавм <i>Epsilonarterivirus hemcep</i>	Ссавці Mammals
			<i>Etaarterivirus</i>	Етаартерівірус угандійських червоних колобусів 1-го типу <i>Etaarterivirus ugarco 1</i>	Ссавці Mammals
			<i>Iotaarterivirus</i>	Йотакоронавірус червонохвостих мавп Кібале <i>Iotaarterivirus kibreg 1</i>	Ссавці Mammals

1	2	3	4	5	6
<i>Arnidovirineae</i>	<i>Arteriviridae</i>	<i>Smarterivirinae</i>	<i>Thetaarterivirus</i>	Тетаартерівірус жовтих бабуїнів Мікуми 1-го типу <i>Thetaarterivirus mikelba 1</i>	Ссавці Mammals
			<i>Zetaarterivirus</i>	Зетаартерівірус угандійських червоних колобусів 1-го типу <i>Zetaarterivirus ugarco 1</i>	Ссавці Mammals
		<i>Variarterivirinae</i>	<i>Betaarterivirus</i>	Бетаартерівірус свиней 1-го типу, або вірус репродуктивно-респіраторного синдрому свиней <i>Betaarterivirus suid 1</i>	Млекопитаючі Mammals
			<i>Gammaarterivirus</i>	Гамаартерівірус підвищення рівня лактатдегідрогенази мишей <i>Gammaarterivirus lacdeh</i>	Ссавці Mammals
			<i>Kappaarterivirus</i>	Капаартерівірус синдрому хиткості опосумів <i>Kappaarterivirus wobum</i>	Ссавці Mammals
<i>Cornidovirineae</i>	<i>Coronaviridae</i>	<i>Letovirinae</i>	<i>Alphaletovirus</i>	Летовірус вузькоротих квакш 1-го типу <i>Microhyla letovirus 1</i>	Земноводні Amphibia
		<i>Orthocoronavirinae</i>	<i>Alphacoronavirus</i>	Альфакоронавірус 1-го типу <i>Alphacoronavirus 1</i>	Ссавці Mammals
			<i>Betacoronavirus</i>	Коронавірус мишей <i>Murine coronavirus</i>	Ссавці Mammals
			<i>Deltacoronavirus</i>	Коронавірус бульбюлів НКU11 <i>Bulbul coronavirus HKU11</i>	Птахи, Ссавці Birds, mammals
			<i>Gammacoronavirus</i>	Коронавірус птаці <i>Avian coronavirus</i>	Птахи, Ссавці Birds, mammals
<i>Mesnidovirineae</i>	<i>Medioniviridae</i>	<i>Medionivirinae</i>	<i>Turrinivirus</i>	Нідовірус турітел 1-го типу <i>Turrinivirus 1</i>	Черевонігі молюски Gastropods
		<i>Tunicanivirinae</i>	<i>Bolenivirus</i>	Нідовірус темних колоніальних асцидій <i>Botrylloides leachii nidovirus</i>	Асцидії Sea squirts
	<i>Mesoniviridae</i>	<i>Hexponivirinae</i>	<i>Alphamesonivirus</i>	Альфамезонівірус 1-го типу <i>Alphamesonivirus 1</i>	Комахи Insects
<i>Monidovirineae</i>	<i>Mononiviridae</i>	<i>Mononivirinae</i>	<i>Alphamononivirus</i>	Нідовірус планарій 1-го типу <i>Planidovirus 1</i>	Війчасті черви Turbellarian worms
<i>Ronidovirineae</i>	<i>Euroniviridae</i>	<i>Ceronivirinae</i>	<i>Charybnivirus</i>	Нідовірус морських плаваючих крабів 1-го типу <i>Charybnivirus 1</i>	Вищі раки Malacostraca
		<i>Crustonivirinae</i>	<i>Paguronivirus</i>	Нідовірус рака-самітника 1-го типу <i>Paguronivirus 1</i>	Вищі раки Malacostraca
	<i>Roniviridae</i>	<i>Okanivirinae</i>	<i>Okavirus</i>	Нідовірус, що вражає зябри креветок <i>Gill-associated virus</i>	Вищі раки Malacostraca
<i>Tornidovirineae</i>	<i>Tobaniviridae</i>	<i>Piscanivirinae</i>	<i>Bafinivirus</i>	Нідовірус густер <i>White bream virus</i>	Риби Pisces
			<i>Oncotshavirus</i>	Нідовірус тихоокеанських лососів 1-го типу <i>Chinook salmon nidovirus 1</i>	Риби Pisces

1	2	3	4	5	6
<i>Tornidovirineae</i>	<i>Tobaniviridae</i>	<i>Remotovirinae</i>	<i>Bostovirus</i>	Нідовірус великої рогатої худоби 1-го типу <i>Bovine nidovirus 1</i>	Ссавці Mammals
		<i>Serpentovirinae</i>	<i>Infratovirus</i>	<i>Infratovirus 1</i>	Хроматореї Chromadorea
			<i>Pregotovirus</i>	Нідовірус королівських пітонів <i>Ball python nidovirus 1</i>	Плазуни Reptiles
			<i>Sectovirus</i>	<i>Sectovirus 1</i>	Хроматореї Chromadorea
			<i>Tiruvirus</i>	Нідовірус короткохвостого сцинку 1-го типу <i>Shingleback nidovirus 1</i>	Плазуни Reptiles
		<i>Torovirinae</i>	<i>Torovirus</i>	Торовірус коней <i>Equine torovirus</i>	Ссавці Mammals

Примітка: *Порядок слідування підрядів, родин всередині кожного підряду, підродин всередині кожної родини та родів всередині кожної підродини відповідає їх латинській назві.

** Назва вірусів, представляє бінарну номенклатуру, виділені курсивом, унікальні назви вірусів - жирним шрифтом.

*** Вказані класи потенційних господарів.

Коронавіруси помірно стійкі до дії фізико-хімічних чинників. Зберігають інфекційну активність впродовж кількох років у ліофілізованому стані за температури 4°C, у замороженому за температури – 70°C. В культуральній рідині або у вірусомісних мозкових суспензіях від інфікованих мишей є менш стабільними та втрачають свою інфекційність та гемаглютинуючі властивості через 2–3 місяці за 4°C, а за -20°C – впродовж року. Ультрафіолетове випромінювання інактивує за 10–15 хвилин, чутливі до жиророзчинників (ефір, хлороформ), але резистентні до дії протеаз (трипсин, пепсин, амілаза). Органічні розчинники та детергенти інактивують впродовж кількох хвилин. Коронавіруси термолабільні: наприклад, штам 229E цілком інактивується за температури 37°C впродовж години, за 33°C – 16 годин, прогрівання за температури 56°C впродовж 10 хвилин спричинює зниження інфекційного титру на кілька логарифмів. Для коронавірусів людини зона рН 7,0–7,5 є оптимальною, вони дуже чутливі до кислих значень рН. Зміна рН підтримуючого культурального середовища у кислий бік більш згубна для вірусів, ніж в лужну. Дія прямих сонячних променів спричиняє повільну інактивацію коронавірусів (впродовж 3 год за температури 37–38°C). Коронавіруси зберігають інфекційну активність у повітрі у вигляді аерозолі впродовж 8–10 год, у питній воді – до 9 діб, за температури 0–18°C поза приміщенням – до 4–11 діб, нижче за 0°C - до 33–44 діб [24].

Культивування коронавірусів – справа досить проблематична. Одні (B814, LP) здатні розмножуватися лише в органій культурі, інші адаптовані штами (OC38, OC43, 229E) репродукуються у первинній культурі клітин нирок мавп та у диплоїдній культурі легень ембріона людини, а також у первинній культурі клітин легень та нирок ембріона людини. Коронавірус свиней розмножується у

первинній культурі клітин сім'яників, шкіри, легень, щитовидної залози не викликаючи в перших пасажах цитопатичних змін. Вірус не розмножується на курячих ембріонах. Коронавірус курей культивується на курячих ембріонах та на первинній культурі клітин нирок та фібробластів курячого ембріона.

Адсорбція коронавірусів на чутливих клітинах триває 20–60 хвилин, екліпс-фаза (період впродовж якого відбувається проникнення, роздягання вірусу та синтез вірусспецифічних білків і нуклеїнових кислот) – 4–7 год. Віріони з'являються у цитоплазмі інфікованої клітини через 12 годин. Інтенсивна репродукція вірусу триває до 30 годин, після чого інфекційні титри поступово зменшуються. Оптимальна температура для репродукції коронавірусів – 33–35°C. Повний цикл репродукції відбувається у цитоплазмі, ядро залишається інтактним. Складання віріонів здійснюється на ендоплазматичних мембранах у навколоядерній зоні. Вони відбруньковуються в отвір ендоплазматичної сітки, крізь тубулярні цистерни пересуваються до краю клітини і виходять у навколклітинний простір, не модифікуючи плазмолему (клітинну мембрану).

Коронавіруси людини не розмножуються у курячих ембріонах та у перещеплюваних культурах клітин, які широко застосовуються у практичних лабораторіях. Два штами ОС38 і ОС43, вперше виділені від хворих, були здатні інфікувати 1–5-денних мишей-сисунів через зараження у мозок, спричиняючи у них енцефаліт із летальним наслідком. У дорослих мишей ці штами спричиняють безсимптомну інфекцію.

Залежно від клінічних проявів коронавірусної інфекції матеріалом для дослідження слугують змиви з носової частини глотки, слиз із носа та глотки, які збирають стерильними сухими ватними тампонами та поміщають в ізотонічний розчин натрію хлориду з додаванням антибіотиків (зберігають за температури – 40–70°C); секційні проби (шматочки трахеї, бронхів, легені) вміщують у флакони з фосфатним буфером (рН 7,5), куди входять 50% гліцерину (зберігають за температури 4°C або -20°C). У разі гастроентериту матеріалом для дослідження є кал, для серологічної діагностики використовують парні сироватки крові.

Експрес-діагностику респіраторної коронавірусної інфекції здійснюють за допомогою методу флюоресціюючих антитіл або електронної мікроскопії (ЕМ) та імуноелектронної мікроскопії (ІЕМ), досліджуючи клітини осаду змиви з носової частини глотки.

Методом флюоресціюючих антитіл виявляють флюоресценцію у цитоплазмі досліджуваних клітин, а ЕМ та ІЕМ, поодинокі віріони або їх агрегати з типовою для коронавірусів морфологією. У пробах калу виявляють матодом ЕМ.

Найчутливішою системою для виділення респіраторних коронавірусів є органа культура трахеї ембріона, яку готують так: фрагменти (кільця) трахеї від

ембріона або мертвнонародженого плода виймають, поміщають у розчин Хенкса з 10% сироваткою крові ембріонів телят та антибіотиками і зберігають за температури 4°C до 48 годин. Потім їх промивають стерильним розчином Хенкса та розрізають на кільця завширшки 1–2 мм. Кожне кільце вміщують на стінку стерильної пробірки, дають йому прилипнути, заливають 1 см³ середовища Ігла з глютаміном (рН середовища 7,4) та 0,2% сироватки ембріонів телят. Пробірки інкубують за температури 33–35°C, використовуючи барабан, що обертається. Культуру застосовують для зараження впродовж 24–36 годин після перевірки рухливості війок епітелію. Для зараження вносять у пробірки по 0,1–0,2 см³ досліджуваного матеріалу. Середовище змінюють через день, активність війок епітелію контролюють у світловому мікроскопі щодня. Індикацію респіраторного коронавірусу проводять, враховуючи втрату рухливості війок епітелію [24–26].

Ідентифікація ґрунтується на виявленні у цитоплазмі інфікованих клітин (у мазках-відбитках культури трахеї) коронавірусного антигена за допомогою МФА або на виявленні типових віріонів під час електронно-мікроскопічного дослідження препаратів із культуральної рідини, а також на виявленні у ній специфічних антигенів за допомогою РЗК.

Серологічна діагностика респіраторних коронавірусних інфекцій проводиться шляхом дослідження парних сироваток крові для виявлення сероконверсії у ІФА, РЗК, РН, РГГА та РНГА [24, 27, 28].

Коронавіруси здатні викликати різнобічний клінічний прояв захворювання: ураження респіраторних органів, нервової системи та шлунково-кишкового тракту у тварин та людини. [20–23, 29].

З впровадженням прогресивних методів досліджень вивчення вірусних білків та геному, а саме пептидного та олігонуклеотидного аналізу стало можливим вивчення генетичної та антигенної подібності між коронавірусами тварин та людини.

Присутність перехресної реактивності між деякими коронавірусами було встановлено з використанням методу флюоресціюючих антитіл, електронної мікроскопії (ЕМ) та імуоелектронної мікроскопії (ІЕМ), а також електрофорезу та імуоферментного методу (ІФА) [30, 31].

Доказом тісних біологічних взаємовідносин між коронавірусами тварин та людини було підтверджено на прикладі коронавірусів великої рогатої худоби та людини. Крім цього було встановлено взаємозв'язок передачі коронавірусної інфекції від телят людині [30].

В 1977 році було встановлено антигенну близькість коронавірусу інфекційного гастроентериту свиней з коронавірусом інфекційного перитоніту кішок, а також коронавірусом собак. В природніх умовах до коронавірусу свиней сприйнятливі не лише свині, але й собаки. Людина сприйнятлива до

коронавірусу курей та перебіг захворювання у неї проходить з легкими ознаками ураження верхніх дихальних шляхів. Експериментальна інфекція коронавірусу курей може бути відтворена на курчатах, мавпах *Macaca rhesus* та печерних летючих мишах [32, 33].

Порівняльне вивчення 4 основних білків (gp190, gp140, gp52 та gp26) штама ОС 43 людини та штама Мевіс великої рогатої худоби показало їх ідентичність [30].

При олігонуклеотидному аналізі штаму ОС 43 людини та бичачого коронавірусу встановлено, що 55% РНК обох вірусів виявляються у вигляді фрагменту з молекулярною масою 6,8 мегадальтон (МД). Рівень гомології їх РНК складав більше 96%.

Тісні родинні зв'язки коронавірусів, підтверджує той факт, що суттєвий прояв клінічних ознак захворювання проявляється в експериментальній перехресній передачі збудника від одного виду до іншого [30]. При експериментальній передачі коронавірусної інфекції іншому виду в основному відтворювалась клінічна картина захворювання, яка спостерігалась у природнього господаря. Проте, за інтрацеребрального зараження новонароджених мишей та хомяків, як правило, спостерігали енцефаліт.

Особливу цікавість мають повідомлення про передачу коронавірусної інфекції від телят людині та навпаки [34]. Описано випадок інфікування людини в природніх умовах від теляти хворого коронавірусним ентеритом (штам ВСУ Lu-138). У інфікованої людини спостерігали гастроентерит з діареєю, яка продовжувалась впродовж 4-ох днів. Вірус з проби фекалій виділити не вдалось, але при електронно-мікроскопічному дослідженні були встановлені племорфні вірусні частки, які мали оболонку з діаметром 80–130 нм. Віріони мали поверхневі виступи, характерні для коронавірусів. Спостерігали агрегацію вірусних часток під дією антисывороток людини та великої рогатої худоби.

Присутність спеціалізованих до ссавців підродів (табл. 1) є результатом розширення коронавірусами спектру їх потенційних господарів внаслідок високої екологічної пластичності. Та тут на перший план виходить епідемічний (та пандемічний) потенціал коронавірусів. Особливо небезпечні для людини коронавіруси входять в склад двох коронавірусних підродів: *Sarbecovirus* (SARS-CoV та SARS-CoV-2) і *Merbecovirus* (MERS-CoV). Зрозуміло, що віруси рукокрилих вже адаптовані до клітин ссавців, що дає змогу простіше проникати в популяцію людей, проте і коронавіруси птиці не можна виключати з контекстного аналізу: їх рецепторна специфічність до $\alpha 2'-3'$ -сіалозідам подібна до вірусів грипу А птиць та деяких варіантів епідемічних штамів, здатних уражати нижні відділи респіраторного тракту людини [35–37]. Приймаючи до уваги, міграційні можливості рукокрилих та особливо птиць, необхідно не тільки включати

коронавіруси в моніторингові програми, але суттєво розширювати масштаб та глибину еколого-вірусологічного моніторингу [1, 37–43] із залученням науковців, які здійснюватимуть комплексне вивчення біологічного різноманіття.

Таким чином, значна кількість повідомлень свідчить про широкі антигенні та біологічні взаємозв'язки між коронавірусами людини та деяких видів тварин (великої рогатої худоби, мавп, мишей), а також між різними видами тварин (свині, собаки, кішки), між респіраторними та ентеральними коронавірусами, а також про можливість в природних та експериментальних умовах інфікуватись вірусами різних господарів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Підводячи підсумок проведеного аналізу зібраних даних наукових досліджень та електронних ресурсів мережі Інтернет по коронавірусам тварин та людини можна зробити наступні висновки:

1. Проведено аналіз та узагальнено інформацію щодо родини коронавірусів, а саме: класифікацію, біологічні властивості, клінічні ознаки захворювання, стійкість, культивуацію та діагностику.

2. Результати наукових досліджень вказують на те, що коронавіруси досить легко долають міжвидові бар'єри, що дає можливість швидко поширюватись в навколишньому середовищі.

3. Встановлено передачу коронавірусу від тварин до людини та вільний перехід його від одного виду тварин до інших, що експериментально підтверджено в дослідженнях.

4. Висока частота рекомбінацій РНК в геномі коронавірусів забезпечує можливість появи вірусів з новими властивостями, які здатні адаптуватись до нових господарів та екологічних ніш, що інколи є причиною виникнення епізоотій та епідемій.

Подальша робота буде спрямована на проведення моніторингу діагностичних досліджень інфекційних захворювань у тварин та людей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных / ред. Д.К. Львов. – Москва: МИА, 2013. – 1200 с.
2. Пульмонология. Национальное руководство / ред. А.Г. Чучалин. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 800 с.
3. Сопиков П.М. Болезни птиц / П.М. Сопиков. – М–Л: Сельхозгиз, 1953. – 288 с.
4. Чучалин А.Г. Тяжелый острый респираторный синдром / А.Г. Чучалин // Архив патологии. – 2004. – № 3. – С. 5–11.
5. Щелканов М.Ю. Коронавирусы человека (*Nidovirales, Coronaviridae*): возросший уровень эпидемической опасности / М.Ю. Щелканов, Л.В. Колобухина, Д.К. Львов // Лечащий врач. – 2013. – № 10. – С. 49–54.
6. World Health Organization. Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003 (based on data as of the 31 December 2003) [Electronic

resource]. – Mode of access: https://www.who.int/csr/sars/country/table2004_04_21/en. – Title from the screen.

7. Guan Y. Isolation and characterization of viruses related to the SARS coronavirus from animals in southern China / Y. Guan, B.J. Zheng, Y.Q. He, X.L. Liu, Z.X. Zhuang. // *Science*. – 2003. – Vol. 302. – P. 276–278.

8. Bats are natural reservoirs of SARS-like coronaviruses / W. Li, Z. Shi, M. Yu [et al.] // *Science*. – 2005. – Vol. 310. – P. 676–679.

9. A SARS-like cluster of circulating bat coronaviruses shows potential for human emergence / V.D. Menachery, B.L. Youn, K.Jr. Debbink [et al.] // *Nat. Med.* – 2015. – Vol. 21, Is. 12. – P. 1508–1513.

10. Ryu S. An interim review of the epidemiological characteristics of 2019 novel coronavirus / S. Ryu, B.C. Chun // *Epid. Health*. – 2020. – Vol. 42. – e2020006.

11. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China / F. Wu, S. Zhao, B. Yu [et al.] // *Nature*. – 2020. – Vol. 579. – P. 265–269. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>.

12. Chen Y. Emerging coronaviruses: Genome structure, replication, and pathogenesis / Y. Chen, Q. Liu, D. Guo // *J. Med. Virol.* – 2020. – Vol. 92, Is. 4. – P. 418–423.

13. World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV). Situation Report 1 (21 January 2020) [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.who.int/who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf?sfvrsn=20a99c10_4. – Title from the screen.

14. World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV). Situation Report 22 (11 February 2020) [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200211-sitrep-22-ncov.pdf?sfvrsn=fb6d49b1_2. – Title from the screen.

15. Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: the species and its viruses – a statement of the Coronavirus Study Group / A.E. Gorbalenya, S.C. Baker, R.S. Baric [et al.] // *BioRxiv*. – 2020. – e937862. <https://doi.org/10.1101/2020.02.07.937862>.

16. De Groot R.J. Family *Coronaviridae*. / R.J. De Groot, M.J. Adams, E.B. Cartens // *Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. – San Diego, CA: Academic Press, 2012. – P. 806–828.

17. Masters P.S. The molecular biology of coronaviruses / P.S. Masters // *Adv. Virus Res.* – 2006. – Vol. 66. – P. 193–292.

18. Snijder E.J. Unique and conserved features of genome and proteome of SARS-coronavirus, an early split-off from the coronavirus group 2 lineage / E.J. Snijder // *J. Mol. Biol.* – 2003. – Vol. 331. – P. 991–1004.

19. Непоклонова И.В. Коронавирусный энтерит собак. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных / И.В. Непоклонова, Т.И. Алипер; ред. Д.К. Львов. – Москва: МИА, 2013. – С. 949–953.

20. Раев С.А. Инфекционный перитонит кошек. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных / С.А. Раев, И.В. Непоклонова, А.Н. Мухин; ред. Д.К. Львов. – Москва: МИА, 2013. – С. 971–975.

21. Алипер Т.И. Трансмиссивный гастроэнтерит свиней. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных / Т.И. Алипер, Е.А. Непоклонов; ред. Д.К. Львов. – Москва: МПА, 2013. – С. 846–848.

22. Верховский О.А. Коронавирусная инфекция крупного рогатого скота. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных / О.А. Верховский, Т.И. Алипер, А.Е. Верховская; ред. Д.К. Львов. – Москва: МИЛ, 2013. – С. 886–887.
23. Норкина С.Н. Инфекционный бронхит кур. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных / С.Н. Норкина, Т.В. Гребенникова, Т.И. Алипер; ред. Д.К. Львов. – Москва: МИА, 2013. – С. 1086–1088.
24. Посібник з медичної вірусології / В.М. Гирін, В.Г. Порохницький, С.Г. Вороненко [та ін.]; ред. В.М. Гирін. – Київ: Здоров'я, 1995. – С. 251–255.
25. Pyrc K. Culturing the unculturable: human coronavirus HKU1 infects, replicates, and produces progeny virions in human ciliated airway epithelial cell cultures / K. Pyrc, A.C. Sims, R. Dijkman // *Virology*. – 2010. – Vol. 84. – P. 11255-11263.
26. To K.K. From SARS coronavirus to novel animal and human coronaviruses / K.K. To, I.F. Hung, J.F. Chan, K.Y. Yuen // *J. Thorac. Dis.* – 2013. – Vol. 5(2). – 103–108.
27. Peiris J.S.M. Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome / J.S.M. Peiris, S.T. Lai, L.L.M. Poon // *The Lancet*. – 2003. [Electronic resource]. – Mode of access: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(03\)13077-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(03)13077-2/fulltext). – Title from the screen.
28. Netesov S.V. Severe acute respiratory syndrome (SARS) caused by coronavirus / S.V. Netesov, V.M. Blinov, T.Yu. Ivankina // *Pharmaceutical therapy*. – 2003. – Vol 1. – P. 30–36.
29. Chuchalmn A.G. Severe acute respiratory syndrome / A.G. Chuchalmn // *Arch. pat.* – 2004. – Vol. 3. P. 5–11.
30. Панченко Л.А. Коронавирусная кишечная инфекция (этиология, диагностика, клинико-эпидемиологические параллели у детей): дис... д-ра мед. наук: 03.00.06 / Панченко Людмила Александровна; Харьковский НИИ микробиологии и иммунологии им. И.И.Мечникова. – Харьков, 1994. – 187 с.
31. Онищенко Г.Г. Выделение и идентификация возбудителя тяжелого острого респираторного синдрома (ТОРС) от больного пневмонией / Г.Г. Онищенко, Н.Т. Васильев, В.А. Максимов // *ЖМЭИ*. – 2003. – № 5. – С. 109–112.
32. Syurin V.N. Private veterinary virology / V.N. Syurin, N.V. Fomina. – Moscow, 1979. – P. 408–425.
33. Syurin V.N. Diagnostics of viral diseases of animals: handbook / V.N. Syurin, R.V. Belousova, N.V. Fomina. – Moscow: Agropromizdat, 1991. – 528 p.
34. Панченко Л.А. Биологические взаимосвязи между коронавирусами человека и животных / Л.А. Панченко, Л.Г. Грунговская, С.И. Вовк // *Вопросы вирусологии*. – 1991. – Том 36. – № 1. – С.4–6.
35. Щелканов М.Ю. Грипп: история, клиника, патогенез / М.Ю. Щелканов, Л.В. Колобухина, Д.К. Львов // *Лечащий врач*. – 2011. – № 10. – С. 33–38.
36. Lvov D.K. Zoonotic viruses of Northern Eurasia. Taxonomy and Ecology / D.K. Lvov, M.Yu. Shchelkanov, S.V. Alkhovsky, P.G. Deryabin. – Academic Press, 2015. – 452 p.
37. Evolution of HPAI H5N1 virus in natural ecosystems of Northern Eurasia (2005–2008) / D.K. Lvov, M.Yu. Shchelkanov, A.G. Prilipov [et al.] // *Avian Dis.* – 2010. – Vol. 54. – P. 483–495.
38. Атлас распространения возбудителей природноочаговых вирусных инфекций на территории Российской Федерации / Д.К. Львов, П.Г. Дерябин, В.А. Аристова [и др.]. – Москва: Изд-во МЗ РФ, 2001. – 192 с.

39. Щелканов М.Ю. Новый субтип вируса гриппа А от летучих мышей и новые задачи экологовирусологического мониторинга / М.Ю. Щелканов, Д.К. Львов // Вопросы вирусологии. – 2012. – Пр. 1. – С. 159–168.

40. Shchelkanov M.Yu. Coronaviruses / M.Yu. Shchelkanov // Guide to Virology. Viruses and viral infections of humans and animals. – Moscow: MIL, 2013. – P. 211–218.

41. Pokrovsky V.V. Coronavirus SARS-CoV - the causative agent of atypical pneumonia / V.V. Pokrovsky, V.V. Maleev, O.I. Kiselev // Recommendations of WHO and SOS. – Moscow, 2003. – 35 p.

42. Rumel N.S. Seroepidemiological study of coronavirus infection in children and adults of St. Petersburg / N.S. Rumel, A.Ya. Muradyan, L.V. Osidak // Zh. microbiol. – 2004. – №. 4. – P. 26–31.

43. Zakstelskaya L.Ya. News / L.Ya. Zakstelskaya, A.V. Sheboldov // USSR Academy of Medical Sciences. – 1971. – № 2. – P. 64–69.

КОРОНАВИРУСЫ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА (обзорная статья) /
Кривошея П.Ю., Муштук И.Ю., Рудь О.Г.

В статье проведен анализ информации, относительно классификации коронавирусов животных и человека, их строения, естественных хозяев, клинических признаков, стойкости к действию физико-химических факторов, культивированию, антигенного состава, гемагглютинирующих свойств, диагностики. Рассматривается биологическая взаимосвязь между коронавирусами животных и человека. Установлено передачу коронавируса от животных к человеку, а также от одного виду животных к другим, что экспериментально подтвердилось в исследованиях. Существует потенциальная опасность заражения людей коронавирусами животных, что имеет важное эпидемиологическое значение, особенно в сельской местности.

Ключевые слова: коронавирусы, биологические свойства, систематика, клинические признаки, животные, человек, стойкость, культивирование, диагностика.

HUMAN AND ANIMAL CORONAVIRUSES (review) / Kryvoshyia P.Ju.,
Mushtuk I.Ju., Rud O.H.

Introduction. *Because of the COVID-19 pandemic in the world and in Ukraine in particular, caused by the coronavirus infection SARS-CoV-2, it becomes quite important to consider the range of biological, antigenic, genetic and other information about the pathogens of this family.*

The goal of the work. *Analyze and summarize information on the family of coronaviruses, namely: classification, biological properties, clinical signs of the disease, resistance, cultivation, diagnosis.*

Materials and methods. *During the research, such as available sources were used and processed: scientific manuals, reference books, articles in scientific publications, abstracts of dissertations, electronic resources of the Internet.*

Results of research and discussion. *Genetic changes in coronaviruses are provided by the high frequency of RNA recombination and the ability of their genomes to gain and lose domains. These factors allow the emergence of viruses with new properties that are able to adapt to new hosts and ecological niches, which sometimes are the cause of epizootics and epidemics. A*

significant number of reports indicate extensive antigenic and biological relationships between human coronaviruses and some animal species (cattle, monkeys, mice), as well as between different animal species (pigs, dogs, cats), between respiratory and enteral coronaviruses, as well as the possibility of natural and experimental infection with viruses from different hosts.

Conclusions and prospects for further research. Coronaviruses easily overcome interspecific barriers, which allows them to spread rapidly in the environment. The transmission of coronavirus from animals to humans and its free transition from one species to another has been established, which has been experimentally confirmed in studies.

The high frequency of RNA recombination in the genome of coronaviruses provides the possibility of the emergence of viruses with new properties that are able to adapt to new hosts and ecological niches, which sometimes is the cause of epizootics and epidemics.

Keywords: coronaviruses, biological properties, systematics, clinical features, animals, humans, resistance, cultivation, diagnosis.

REFERENCES

1. Lvov, D.K. (Ed.). (2013). *Rukovodstvo po virusologii. Virusy i virusnyye infektsii cheloveka i zhivotnykh* [Guide to virology. Viruses and viral infections of humans and animals]. Moscow: MIA [in Russian].
2. Chuchalya, A.H. (Ed.). (2016). *Pulmonologiya. Natsionalnoye rukovodstvo* [Pulmonology. National guidelines]. Moscow: GEOTAR-Media [in Russian].
3. Sopikov, P.M. (1953). *Bolezni ptits* [Diseases of birds]. Leningrad: Selkhozgiz [in Russian].
4. Chuchalin, A.G. (2004). Tyazhelyy ostryy respiratornyy sindrom [Severe acute respiratory syndrome]. *Arkhiv patologii – Archive of pathology*, 3, 5-11 [in Russian].
5. Shchelkanov, M.Yu., Kolobukhyna, L.V., & Lvov, D.K. (2013). Koronavirussy cheloveka (*Nidovirales, Coronaviridae*): vozrosshiy uroven epidemicheskoy opasnosti [Human coronaviruses (*Nidovirales, Coronaviridae*): increased level of epidemic danger]. *Lechashchiy vrach – The attending physician*, 10, 49-54 [in Russian].
6. World Health Organization. Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003 (based on data as of the 31 December 2003). (2004). *www.who.int*. Retrieved from https://www.who.int/csr/sars/country/table2004_04_21/en.
7. Guan, Y., Zheng, B.J., He, Y.Q., Liu, X.L., & Zhuang, Z.X. (2003). Isolation and characterization of viruses related to the SARS coronavirus from animals in southern China. *Science*, 302, 276-278.
8. Li, W., Shi, Z., Yu, M., Ren, W., Smith, C., Epstein, J.H., et al. (2005). Bats are natural reservoirs of SARS-like coronaviruses. *Science*, 310, 676-679.
9. Menachery, V.D., Youn, B.L., Debbink, K.Jr, Agnihothram, S., Gralinski, L.E., Plante, J.A., et al. (2015). A SARS-like cluster of circulating bat coronaviruses shows potential for human emergence. *Nat. Med.*, 21(12), 1508-1513.
10. Ryu, S., & Chun, B.C. (2020). An interim review of the epidemiological characteristics of 2019 novel coronavirus. *Epid. Health*, 42, e2020006.
11. Wu, F., Zhao, S., Yu, B., Chen, Y.M., Wang, W., Song Z.G., et al. (2020). A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*, 579, 265-269. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>.
12. Chen, Y., Liu, Q., & Guo, D. (2020). Emerging coronaviruses: Genome structure, replication, and pathogenesis. *J. Med. Virol.*, 92, 4, 418-423.

13. World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV). Situation Report 1. (2020). *www.who.int*. Retrieved from https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf?sfvrsn=20a99c10_4.
14. World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV). Situation Report 22. (2020). *www.who.int*. Retrieved from https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200211-sitrep-22-ncov.pdf?sfvrsn=fb6d49b1_2.
15. Gorbalenya, A.E., Baker, S.C., Baric, R.S., de Groot, R.J., Drosten, C., Gulyaeva, A.A., et al. (2020). Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: the species and its viruses – a statement of the Coronavirus Study Group. *BioRxiv*, e937862. Retrieved from <https://doi.org/10.1101/2020.02.07.937862>.
16. De Groot, R.J., Adams, M.J., & Cartens, E.B. (2012). Family *Coronaviridae*. *Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. San Diego, CA: Academic Press.
17. Masters, P.S. (2006). The molecular biology of coronaviruses. *Adv. Virus Res.*, 66, 193-292.
18. Snijder, E.J. (2003). Unique and conserved features of genome and proteome of SARS-coronavirus, an early split-off from the coronavirus group 2 lineage. *J. Mol. Biol.*, 331, 991-1004.
19. Nepoklonova, I.V., & Aliper, T.I. (2013). Koronavirusnyy enterit sobak [Coronavirus enteritis of dogs]. *Rukovodstvo po virusologii. Virusy i virusnyye infektsii cheloveka i zhyvotnykh – Guide to Virology. Viruses and viral infections of humans and animals*. D.K. Lvov. (Ed.). Moscow: MIA [in Russian].
20. Raev, S.A., Nepoklonova, I.V., & Mukhin, A.N. (2013). Infektsionnyy peritonit koshek [Infectious peritonitis of cats]. *Rukovodstvo po virusologii. Virusy i virusnyye infektsii cheloveka i zhyvotnykh – Guide to Virology. Viruses and viral infections of humans and animals*. D.K. Lvov. (Ed.). Moscow: MIA [in Russian].
21. Aliper, T.I., & Nepoklonov, E.A. (2013). Transmissivnyy gastroenterit sviney [Transmissible gastroenteritis of pigs]. *Rukovodstvo po virusologii. Virusy i virusnyye infektsii cheloveka i zhyvotnykh – Guide to Virology. Viruses and viral infections of humans and animals*. D.K. Lvov. (Ed.). Moscow: MIA [in Russian].
22. Verkhovskiy, O.A., Aliper, T.I., & Verkhovskaya, A.E. (2013). Koronavirusnaya infektsiya krupnogo rogatogo skota [Coronavirus infection in cattle]. *Rukovodstvo po virusologii. Virusy i virusnyye infektsii cheloveka i zhyvotnykh – Guide to Virology. Viruses and viral infections of humans and animals*. D.K. Lvov. (Ed.). Moscow: MIA [in Russian].
23. Norkina, S.N., Grebennikova, T.V., & Aliper, T.I. (2013). Infektsionnyy bronkhit kur [Infectious bronchitis of chickens]. *Rukovodstvo po virusologii. Virusy i virusnyye infektsii cheloveka i zhyvotnykh – Guide to Virology. Viruses and viral infections of humans and animals*. D.K. Lvov. (Ed.). Moscow: MIA [in Russian].
24. Porokhnytsky, V.G., Voronenko, S.G., et al. (1995). *Posibnyk z medychnoyi virusolohiyi [Book of medical virology]* V.M. Girin. (Ed.). Kyiv: Health [in Ukrainian].
25. Pyrc, K., Sims, A.C., & Dijkman, J.R. (2010). Culturing the unculturable: human coronavirus HKU1 infects, replicates, and produces progeny virions in human ciliated airway epithelial cell cultures. *Viol.*, 84, 11255-11263.
26. To, K.K., Hung, I.F., Chan, J.F., & Yuen, K.Y. (2013). From SARS coronavirus to novel animal and human coronaviruses. *J. Thorac. Dis.*, 5(2), 103-108.

27. Peiris, J.S.M., Lai, S.T., & Poon, L.L.M. (2003). Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome. *The Lancet*. Retrieved from [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(03\)13077-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(03)13077-2/fulltext).
28. Netesov, S.V., Blinov, V.M., & Ivankina, T.Yu. (2003). Severe acute respiratory syndrome (SARS) caused by coronavirus. *Pharmaceutical therapy*, 1, 30-36.
29. Chuchalmn, A.G. (2004). Severe acute respiratory syndrome. *Arch. pat.*, 3, 5-11.
30. Panchenko, L.A. (1994). Koronavirusnaya kischechnaya infektsiya (etiologiya, diagnostika, kliniko-epidemiologicheskiye paralleli u detey) [Coronavirus intestinal infection (etiology, diagnosis, clinical and epidemiological parallels in children)]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kharkov, I.I. Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology [in Russian].
31. Onishchenko, G.G., Vasiliev, N.T., & Maximov, V.A. (2003). Vydeleniye i identifikatsiya vzbudatelya tyazhelogo ostrogo respiratornogo sindroma (TORS) ot bolnogo pnevmoniyey [Isolation and identification of the causative agent of severe acute respiratory syndrome (SARS) from a patient with pneumonia]. *ZhMEI*, 5, 109-112 [in Russian].
32. Syurin, V.N., & Fomina, N.V. (1979). *Private veterinary virology*. Moscow [in Russian].
33. Syurin, V.N., Belousova, R.V., & Fomina, N.V. (1991). *Diagnostics of viral diseases of animals: handbook*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
34. Panchenko, L.A., Gruntovskaya, L.G., & Vovk, S.I. (1991). Biologicheskiye vzaimosvyazi mezhdru koronavirusami cheloveka i zhyvotnykh [Biological relationships between human and animal coronaviruses]. *Voprosy virusologii – Questions of Virology*, 36, 1, 4-6 [in Russian].
35. Shchelkanov, M.Yu., Kolobukhina, L.V., & Lvov, D.K. (2011). Gripp: istoriya, klinika, patogenez [Influenza: history, clinic, pathogenesis]. *Lechashchiy vrach – The attending physician*, 10, 33-38 [in Russian].
36. Lvov, D.K., Shchelkanov, M.Yu., Alkhovsky, S.V., & Deryabin, P.G. (2015). *Zoonotic viruses of Northern Eurasia. Taxonomy and Ecology*. Academic Press.
37. Lvov, D.K., Shchelkanov, M.Yu., Prilipov, A.G., Vlasov, N.A., Fedyakina, I.T., Deryabin, P.G., et al. (2010). Evolution of HPAI H5N1 virus in natural ecosystems of Northern Eurasia (2005–2008). *Avian Dis.*, 54, 483-495.
38. Lvov, D.K., Deryabin, P.G., & Aristova, V.A. (2001). *Atlas rasprostraneniya vzbuditeley prirodnoochagovykh virusnykh infektsiy na territorii Rossiyskoy Federatsii. Atlas of the spread of pathogens of natural focal viral infections in the Russian Federation*. Moscow [in Russian].
39. Shchelkanov, M.Yu., & Lvov, D.K. (2012). Novyy subtip virusa grippa A ot letuchikh myshey i novyye zadachi ekologovirusologicheskogo monitoringa [A new subtype of influenza A virus from bats and new tasks of ecological and virological monitoring]. *Voprosy virusologii – Questions of Virology*, 1, 159-168 [in Russian].
40. Shchelkanov, M.Yu. (2013). Coronavirus [Coronaviruses]. *Rukovodstvo po virusologii. Virusy i virusnyye infektsii cheloveka i zhyvotnykh – Guide to Virology. Viruses and viral infections of humans and animals*. D.K. Lvov. (Ed.). Moscow: MIA [in Russian].
41. Pokrovsky, V.V., Maleev, V.V., & Kiselev, O.I. (2003). Coronavirus SARS-CoV - the causative agent of atypical pneumonia. *Recommendations of WHO and SOS*. Moscow.
42. Rumel, N.S., Muradyan, A.Ya., & Osidak, L.V. (2004). Seroepideiologicheskoye issledovaniye koronavirusnoy infektsii u detey i vzroslykh v St. Petersburg. *Zh. microbol.*, 4, 26-31.
43. Zakstelskaya, L.Ya., & Sheboldov, A.V. (1971). News. *USSR Academy of Medical Science*, 2, 64-69.