

eISSN 2957-5702

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

# БИОҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ БИОТЕХНОЛОГИЯ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**БИОБЕЗОПАСНОСТЬ  
И БИОТЕХНОЛОГИЯ**



THE SCIENTIFIC JOURNAL

**BIOSAFETY AND  
BIOTECHNOLOGY**

[www.biosafety.kz](http://www.biosafety.kz)

**2023 • 15**  
**25.09.23**





Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі  
«Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты»  
шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорыны

Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения  
«Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности»  
Министерство здравоохранения Республики Казахстан

The Republican Government Enterprise on the basis of economic control rights  
«Research Institute for Biological Safety Problems»  
Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan

Ғылыми журнал  
**БИОҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ  
БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Научный журнал  
**БИОБЕЗОПАСНОСТЬ И  
БИОТЕХНОЛОГИЯ**

The scientific journal  
**BIOSAFETY AND BIOTECHNOLOGY**

2020 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С 2020 ГОДА  
PUBLISHED SINCE 2020

#### Бас редакторы

**Закарья К.Д.**, б.ғ.д., профессор, Ресей жаратылыстану ғылымдары академиясының академигі, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, Қазақстан Республикасы Президентінің ғылым және инновациялар мәселелері жөніндегі кеңесшісі (Қазақстан)

#### Бас редакторының орынбасары

**Абдураимов Е.О.**, в.ғ.д., профессор, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, «QazBioPharm» ұлттық холдингі» АҚ (Қазақстан)

#### Редакция алқасы:

##### **Биологиялық қауіпсіздік және биологиялық қорғау**

**Faez Awad**, PhD (Ветеринария), *h-index: Scopus – 3*, Эпидемиология және халық денсаулығы бөлімі (Ливия)  
**Орынбаев М.Б.**, в.ғ.к., профессор, ҚР ҰҒА корр.-мүшесі, *h-index: WoS – 10, Scopus – 10*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

**Айтназаров Р.Б.**, PhD (Биология), *h-index: WoS – 6, Scopus – 6*, Ресей ғылым академиясының Сібір бөлімшесі, Цитология және генетика институты (Ресей)

**Сұлтанқұлова К.Т.**, б.ғ.к., профессор, *h-index: WoS – 8, Scopus – 9*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

**Кутумбетов Л.Б.**, в.ғ.д., профессор, *h-index: WoS – 8, Scopus – 9*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

##### **Микробиология**

**Еспембетов Б.А.**, PhD (Ветеринария), профессор, *h-index: WoS – 6, Scopus – 6*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

**Жүгінісов Қ.Д.**, PhD (Биотехнология), *h-index: WoS – 4, Scopus – 5*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

**Нұрғазиев Р.З.**, в.ғ.д., профессор, *h-index: Scopus – 4*, К.И.Скрябин атындағы Қырғыз ұлттық аграрлық университеті (Қырғызстан)

**Бұлатов Е.А.**, б.ғ.к., профессор, *h-index: WoS – 4, Scopus – 4*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

##### **Медициналық және ветеринариялық биотехнология**

**Risatti G.**, PhD (Ветеринария), профессор, *h-index: WoS – 29, Scopus – 29*, Коннектикут университеті (АҚШ)

**Қошембетов Ж.Қ.**, б.ғ.д., профессор, *h-index: WoS – 2, Scopus – 4*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

**Gorge O.**, PhD (Медицина), *h-index: WoS – 5, Scopus – 5*, Қарулы Күштердің биомедициналық ғылыми-зерттеу институты (Франция)

**Айқымбаев А.М.**, м.ғ.д., профессор, *h-index: WoS – 7, Scopus – 7*, М. Айқымбаев атындағы аса қауіпті инфекциялар Ұлттық ғылыми орталығы (Қазақстан)

**Червякова О.В.**, б.ғ.к., профессор, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

**Стукова М.А.**, PhD (Медицина), *h-index: WoS – 10, Scopus – 11*, А.А.Сморodinцев атындағы тұмау ғылыми-зерттеу институты (Ресей)

**Наханов А.Қ.**, б.ғ.к., *h-index: WoS – 4, Scopus – 5*, Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

##### **Фитопатология және өсімдіктер биотехнологиясы**

**Рсаилов А.С.**, PhD (Ауыл шаруашылығы), профессор, *h-index: WoS – 6, Scopus – 8*, «QazBioPharm» ұлттық холдингі» АҚ (Қазақстан)

**Гульятяева Е.И.**, б.ғ.д., доцент, *h-index: WoS – 9, Scopus – 11*, Бүкілресейлік өсімдіктерді қорғау ғылыми-зерттеу институты (Ресей)

Корректор: **Әмірханова Н.Т.**, PhD (Биология), Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ҒЗИ (Қазақстан)

Ғылыми журнал «Биоқауіпсіздік және Биотехнология»  
eISSN 2957-5702

Құрылтайшы: ҚР ДСМ «Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты»  
Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 20.11.2019 ж.  
**№KZ33V00017380** куәлікпен тіркелген  
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Редакцияның мекен-жайы 080409, Жамбыл облысы, Қордай ауданы, Гвардейский қтк.,  
Б. Момышұлы к-сі, 15. тел. (726-36) 7-22-28 [www: biosafety.kz](http://www.biosafety.kz),  
E- mail: [unots@biosafety.kz](mailto:unots@biosafety.kz)

© Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты, 2023

## Главный редактор

**Закарья К.Д.**, д.б.н., профессор, академик Российской академии естественных наук, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, Советник Президента Республики Казахстан по вопросам науки и инноваций (Казахстан)

## Заместитель главного редактора

**Абдураимов Е.О.**, д.в.н., профессор, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, АО «Национальный холдинг «QazBioPharm» (Казахстан)

## Редакционная коллегия:

### **Биологическая безопасность и биозащита**

**Faez Awad**, PhD (Ветеринария), *h-index: Scopus – 3*, Кафедра эпидемиологии и здоровья населения (Ливия)

**Орынбаев М.Б.**, к.в.н., профессор, член-корр. НАН РК, *h-index: WoS – 10, Scopus – 10*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

**Айтназаров Р.Б.**, PhD (Биология), *h-index: WoS – 6, Scopus – 6*, Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН (Россия)

**Султанкулова К.Т.**, к.б.н., профессор, *h-index: WoS – 8, Scopus – 9*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

**Кугумбетов Л.Б.**, д.в.н., профессор, *h-index: WoS – 8, Scopus – 9*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

### **Микробиология**

**Еспембетов Б.А.**, PhD (Ветеринария), профессор, *h-index: WoS – 6, Scopus – 6*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

**Жугунисов К.Д.**, PhD (Биотехнология), *h-index: WoS – 4, Scopus – 5*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

**Нургазиев Р.З.**, д.в.н., профессор, *h-index: Scopus – 4*, Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина (Кыргызстан)

**Булатов Е.А.**, к.б.н., профессор, *h-index: WoS – 4, Scopus – 4*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

### **Медицинская и ветеринарная биотехнология**

**Risatti G.**, PhD (Ветеринария), профессор, *h-index: WoS – 29, Scopus – 29*, Коннектикутский университет (США)

**Кошметов Ж.К.**, д.б.н., профессор, *h-index: WoS – 2, Scopus – 4*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

**Gorge O.**, PhD (Медицинская наука), *h-index: WoS – 5, Scopus – 5*, Биомедицинский научно-исследовательский институт вооруженных сил (Франция)

**Айкимбаев А.М.**, д.м.н., профессор, *h-index: WoS – 7, Scopus – 7*, Национальный научный центр особо опасных инфекций имени М. Айкимбаева (Казахстан)

**Червякова О.В.**, к.б.н., профессор, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

**Стукова М.А.**, PhD (Медицинская наука), *h-index: WoS – 10, Scopus – 11*, НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева (Россия)

**Наханов А.К.**, к.б.н., *h-index: WoS – 4, Scopus – 5*, НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

### **Фитопатология и биотехнология растений**

**Рсалиев А.С.**, PhD (Сельскохозяйственные науки), профессор, *h-index: WoS – 6, Scopus – 8*, АО «Национальный холдинг «QazBioPharm» (Казахстан)

**Гультяева Е.И.**, д.б.н., доцент, *h-index: WoS – 9, Scopus – 11*, Всероссийский НИИ защиты растений (Россия)

Корректор: **Амирханова Н.Т.**, PhD (Биология), НИИ проблем биологической безопасности (Казахстан)

**Научный журнал «Биобезопасность и Биотехнология»**  
eISSN 2957-5702

Учредитель: «Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности» МЗ РК

Зарегистрирован в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан свидетельством №**KZ33V00017380** от 20.11.2019 г.

Периодичность: 4 раза в год.

Адрес редакции 080409, Жамбылская область, Кордайский район, пгт. Гвардейский,  
Ул. Б. Момышулы, 15. тел. (726-36) 7-22-28  
[www: biosafety.kz](http://www.biosafety.kz), E-mail: [unots@biosafety.kz](mailto:unots@biosafety.kz)

© Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, 2023

## Editor-in-chief

**Zakarya K.D.**, D.B.Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, Advisor to the President of the Republic of Kazakhstan on Science and Innovation (Kazakhstan)

## Deputy Chief Editor

**Abduraimov Ye.O.**, D.V.Sci., Professor, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, JSC «National Holding «QazBioPharm» (Kazakhstan)

## Editorial board:

### **Biological safety and biosecurity**

**Faez Awad**, PhD (Veterinary Science), *h-index: Scopus – 3*, Department of Epidemiology and Population Health (Libya)

**Orynbayev M.B.**, PhD (Veterinary Science), Professor, Corr.-member of the NAS RK., *h-index: WoS – 10, Scopus – 1013*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

**Aitnazarov R.B.**, PhD (Biological Science), *h-index: WoS – 6, Scopus – 6*, Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Russia)

**Sultankulova K.T.**, PhD (Biological Science), Professor, *h-index: WoS – 8, Scopus – 9*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

**Kutumbetov L.B.**, D.V.Sci., Professor, *h-index: WoS – 8, Scopus – 9*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

### **Microbiology**

**Yespembetov B.A.**, PhD (Veterinary Science), Professor, *h-index: WoS – 6, Scopus – 6*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

**Zhugunisov K.D.**, PhD (Biotechnology), *h-index: WoS – 4, Scopus – 5*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

**Nurgaziev R.Z.**, D.V.Sci., Professor, *h-index: Scopus – 4*, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin (Kyrgyzstan)

**Bulatov Y. A.**, PhD (Biological Science), Professor, *h-index: WoS – 4, Scopus – 4*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

### **Medical and veterinary biotechnology**

**Risatti G.**, PhD (Veterinary Science), Professor, *h-index: WoS – 29, Scopus – 29*, University of Connecticut (USA)

**Koshmetov Zh.K.**, D.B.Sci., Professor, *h-index: WoS – 2, Scopus – 4*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

**Gorge O.**, PhD (Medical Science), *h-index: WoS – 5, Scopus – 5*, Armed Forces Biomedical Research Institute (France)

**Aikimbayev A.M.**, D.M.Sci., Professor, *h-index: WoS – 7, Scopus – 7*, National Scientific Center of Especially Dangerous Infections named after M.Aikimbayev (Kazakhstan)

**Chervyakova O.V.**, PhD (Biological Science), Professor, *h-index: WoS – 5, Scopus – 6*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

**Stukova M.A.**, PhD (Medical Science), *h-index: WoS – 10, Scopus – 11*, Research Institute of Influenza named after A.A. Smorodintsev (Russia)

**Nakhanov A.K.**, PhD (Biological Science), *h-index: WoS – 4, Scopus – 5*, Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

### **Phytopathology and plant biotechnology**

**Rsaliev A.S.**, PhD (Agricultural Science), Professor, *h-index: WoS – 6, Scopus – 8*, JSC «National Holding «QazBioPharm», (Kazakhstan)

**Gultyayeva E.I.**, D.B.Sci., Professor, *h-index: WoS – 11, Scopus – 13*, All Russian Institute of Plant Protection (Russia)

Proofreader: **Amirkhanova N.T.**, PhD (Biological Science), Research Institute for Biological Safety Problems (Kazakhstan)

**Scientific journal «Biosafety and Biotechnology»** eISSN 2957-5702

Founder: «Research Institute for Biological Safety Problems» of the Ministry of Health of the RK

Registered with the Information Committee of the Ministry of Information and Public Development of the RK with the Certificate №**KZ33V00017380** dated 20.11.2019

Frequency: 4 times a year.

Address of the editorial office 080409, Zhambyl region, Kordai district, Gvardeysky.

15 B. Momysuly str., Tel. (726-36) 7-22-28

[www: biosafety.kz](http://www.biosafety.kz), E-mail: [unots@biosafety.kz](mailto:unots@biosafety.kz)

© Research institute of biosafety problems, 2023

## МАЗМҰНЫ

<b>Кошеметов Ж.К., Сейсенбаева М.С., Оразымбетова Н.К., Умуралиев Б.К., Исахан Ә.А.</b> SARS-COV-2 ВИРУСЫНА ӘРТҮРЛІ КОМПАНИЯЛАРДЫҢ ИММУНОХРОМАТОГРАФИЯЛЫҚ СЫНАҚТАРЫНЫҢ ҚАЙТАЛАНУ МҮМКІНДІГІН АНЫҚТАУ	<b>6</b>
<b>Жаппарова Г.А., Мырзахметова Б.Ш., Бисенбаева К.Б., Мухамбетов М.Т., Кутумбетов Л.Б.</b> АФРИКАЛЫҚ ШОШҚА ОБАСЫ: ЭПИЗООТИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙҒА, ҚОЗДЫРҒЫШТЫҢ ЖӘНЕ ТУЫНДАЙТЫН АУРУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ ШОЛУ	<b>17</b>
<b>Фокина Е.В.</b> ZYZYRPHUS LUBUBA MILL ЗИЗИФУС ЖЕМІСТЕРІНДЕГІ С ДӘРУМЕНІ МЕН ЙОДТЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ	<b>35</b>
<b>Чоров М.Ж.</b> ҚЫРҒЫЗСТАНДАҒЫ ИСОДИД КЕНЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДАН ТАРАЛАТЫН КЕНЕ ИНФЕКЦИЯЛАРЫ	<b>50</b>
<b>Шыныбекова Г.О., Мухами Н.Н., Исабек А.У., Кожабергенев Н.С., Червякова О.В., Султанкулова К.Т.</b> КЕНЕДЕГІ WADDLIA CHONDROPHILA ХЛАМИДИЯ ТӘРІЗДІ МИКРООРГАНИЗМДІ АНЫҚТАУ	<b>62</b>
<b>Бармақ С.М.</b> S. ENTERICA БАКТЕРИЯСЫН АНЫҚТАУ ҮШІН НАҚТЫ УАҚЫТТАҒЫ ПОЛИМЕРАЗДЫ ТІЗБЕКТІ РЕАКЦИЯ ӘДІСІН ЖАСАУ	<b>72</b>
<b>АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТ</b>	<b>84</b>
<b>ЖУРНАЛДА ЖАРИЯЛАУ ҮШІН МАҚАЛАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР</b>	<b>86</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Кошеметов Ж.К., Сейсенбаева М.С., Оразымбетова Н.К., Умуралиев Б.К., Исахан Э.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИММУНОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ ТЕСТОВ РАЗНЫХ ФИРМ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЙ	<b>6</b>
<b>Жаппарова Г.А., Мырзахметова Б.Ш., Бисенбаева К.Б., Мухамбетов М.Т., Кутумбетов Л.Б.</b> АФРИКАНСКАЯ ЧУМА СВИНЕЙ: ОБЗОР ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ, ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЗБУДИТЕЛЯ И ВЫЗЫВАЕМОЙ БОЛЕЗНИ	<b>17</b>
<b>Фокина Е.В.</b> ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С И ЙОДА В ПЛОДАХ ЗИЗИФУС ZYZYRPHUS JUJUBA MILL	<b>35</b>
<b>Чоров М.Ж.</b> ИКСОДОВЫЕ КЛЕЩИ КЫРГЫЗСТАНА И ПЕРЕДАВАЕМЫЕ ИМИ КЛЕЩЕВЫЕ ИНФЕКЦИИ	<b>50</b>
<b>Шыныбекова Г.О., Мухами Н.Н., Исабек А.У., Кожаберженов Н.С., Червякова О.В., Султанкулова К.Т.</b> ВЫЯВЛЕНИЕ ХЛАМИДИЯ-ПОДОБНОГО МИКРООРГАНИЗМА WADDLIA CHONDRONILA У КЛЕЩЕЙ	<b>62</b>
<b>Бармак С.М.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ <i>S. ENTERICA</i>	<b>72</b>
<b>ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ</b>	<b>84</b>
<b>ТРЕБОВАНИЯ К НАУЧНЫМ СТАТЬЯМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ</b>	<b>86</b>

## CONTENTS

<b>Koshemetov Zh.K., Seisenbayeva M.S., Orazymbetova N.K., Umuraliev B.K., Isakhan A.A.</b> DETERMINATION OF THE REPRODUCIBILITY OF IMMUNOCHROMATOGRAPHIC TESTS OF DIFFERENT COMPANIES FOR THE SARS-COV-2 VIRUS	<b>6</b>
<b>Zhapparova G.A., Myrzakhmetova B.Sh., Bisenbaeva K.B., Mukhambetov M.T., Kutumbetov L.B.</b> AFRICAN SWINE FEVER: AN OVERVIEW OF THE EPIZOOTIC SITUATION, CHARACTERISTICS OF THE PATHOGEN AND THE DISEASE IT CAUSES	<b>17</b>
<b>Fokina Y.V.</b> STUDY OF THE CONTENT OF VITAMIN C AND IODINE IN THE FRUITS OF ZYZYPHUS JUJUBA MILL	<b>35</b>
<b>Chorov M.J.</b> IXODID TICKS IN KYRGYZSTAN AND TICK-BORNE INFECTIONS TRANSMITTED BY THEM	<b>50</b>
<b>Shynybekova G.O., Mukhami N.N., Isabek A.U., Kozhabergenov N.S, Chervyakova O.V., Sultankulova K.T.</b> DETECTION OF CHLAMYDIA-LIKE MICROORGANISM <i>WADDLIA CHONDROPHILA</i> IN TICKS	<b>62</b>
<b>Barmak S.M.</b> DEVELOPMENT OF A REAL-TIME POLYMERASE CHAIN REACTION METHOD FOR THE DETECTION OF <i>S. ENTERICA</i>	<b>72</b>
<b>AUTHORS' INFORMATION</b>	<b>84</b>
<b>AUTHOR INSTRUCTIONS TO THE JOURNAL</b>	<b>86</b>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИММУНОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ ТЕСТОВ РАЗНЫХ ФИРМ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЙ

Ж.К.Кошеметов , М.С.Сейсенбаева , Н.К.Оразымбетова\* ,  
Б.К.Умуралиев , Ә.А.Исахан 

РГП «Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности» МЗ РК,  
пгт. Гвардейский, Казахстан  
\*n.orazymbetova@biosafety.kz

**Аннотация.** COVID-19, ранее коронавирусная инфекция 2019-nCoV — потенциально тяжелая острая респираторная инфекция, вызываемая коронавирусом SARS-CoV-2 (2019-nCoV). Представляет собой опасное заболевание, которое может протекать как в форме острой респираторной вирусной инфекции лёгкого течения, так и в тяжёлой форме. Распространяется вирус воздушно-капельным путём через вдыхание распылённых в воздухе при кашле, чихании или разговоре капель с вирусом, а также через попадание вируса на поверхности с последующим занесением в глаза, нос или рот. К числу эффективных мер борьбы с данной опасной болезнью является своевременная, и быстрой постановка диагноза. Одним из эффективных средств диагностических методов является иммунохроматографический (ИХА) тест, которого можно использовать на местах в лабораторных и полевых условиях для постановки диагноза на COVID-19 [1-7]. В данной работе представлены результаты исследования по определению чувствительности ИХА тестов разных фирм. Опытным путем установлено, что данных методов можно использовать для диагностики COVID-19 в медицинских учреждениях.

**Ключевые слова:** SARS-CoV-2; COVID-19; иммунохроматографический анализ; чувствительность; антиген; диагностика.

### Введение

Лабораторная диагностика различных заболеваний в медицинской практике занимает основные позиции. Это базис, который помогает устанавливать диагноз и следить за динамикой патологического процесса в ходе лечения. Исследовать биоматериал (кровь, мочу, слюну, кал и другие) на специфические вещества можно не только классическими методами, но и с помощью иммунохроматографическими тестами. Данный вид диагностики просто неocenim, особенно в период пандемии.

Для борьбы с любой эпидемией колоссальное значение имеет своевременная диагностика, и пандемия COVID-19 не является исключением. За короткие сроки постановки диагноза на COVID-19, дает возможность принять все необходимые меры для обеспечения безопасности больных и их окружения.

Первая половина наступившего 2020 года ознаменовалось важными для всего человечества событиями в области общественного здравоохранения. 30 января 2020 года на втором заседании Чрезвычайного комитета ВОЗ пандемия, вызванная коронавирусом SARS-CoV-2, была признана «чрезвычайной ситуацией, имеющей международное

значение». Пандемия привлекла к себе внимание специалистов во всем мире, так как ранее коронавирусные инфекции у людей не выходили за пределы допустимого уровня биологического риска, однако последствия произошедших мутаций этих вирусов указывают на то, что трансформации последних могут приводить к непредвиденным последствиям.

Одним из важнейших направлений стратегии борьбы с новой инфекцией стала необходимость массового лабораторного скрининга групп населения с высоким риском заражения. Своевременная и качественная лабораторная диагностика пациентов, инфицированных SARS-CoV-2, стала основным приоритетом в ликвидации пандемии и введении карантинных мер. Таким образом, на сегодняшний день все более актуальным становится вопрос о необходимости своевременной высокоточной диагностики коронавирусной инфекции. Повсеместное внедрение диагностических тестов позволит не только уточнить эпидемиологическую ситуацию, но и сформировать целостное представление об основных патогенетических звеньях заболевания, а также повысить качество проводимых лечебных и профилактических мероприятий [1-3].

Целью данной работы является определение чувствительности иммунохроматографических тестов разных фирм при диагностике коронавируса.

### **Материалы и методы исследования**

Объектом исследования служили *ИХА-тест ESPLINE® SARS-CoV-2, производства Японии (Espline); ИХА-тест PANBIO™ COVID-19 Ag RAPID TEST DEVICE (NASAL), производства Germany; ИХА-тест CerTest SARS-CoV-2, Certest Biotec, Испания; ИХА-тест Humasis COVID-19 Ag Test, Germany; Экспресс-тест для обнаружения антигена вируса SARS-CoV-2, в мазках из носоглотки COVID-19 Ag (Казахстан), ECO Pharm KZ; Тест Covid-19 (SARS-CoV-2) Antigen Test Kit (Colloidal Gold), anhui, China; Тест SARS-CoV-2 Rapid Antigen Test, Южная Корея; Тест Cat antigen Covid Rapid Test, экспресс-тест на наличие антигена 2019-nCov для качественной оценки наличия антигена вируса SARS-CoV-2 в образцах мазков из носоглотки, Turkiye; Sars-CoV-2- Antigen Assay Kit (Colloidal Gold method) и Тест 2019-nCoV Antigen Rapid Test (Colloidal Gold, США).*

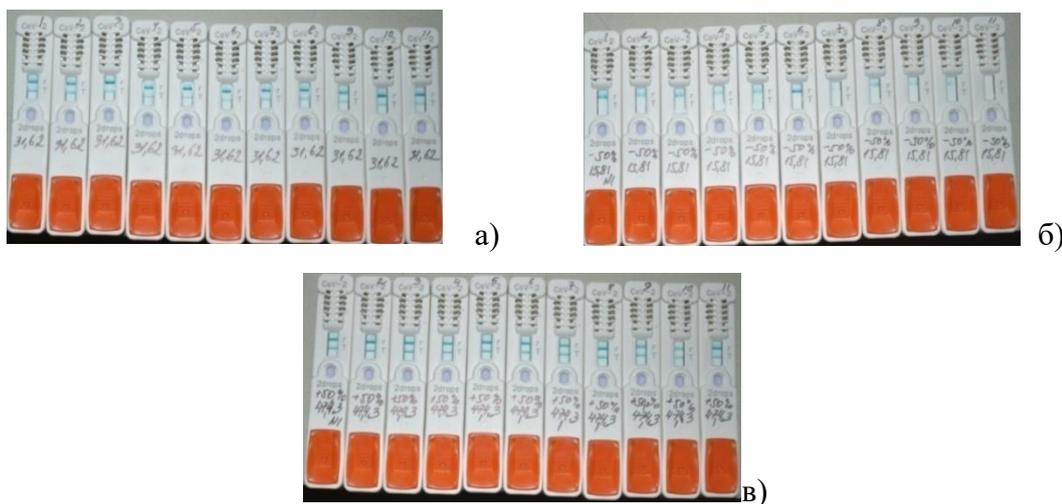
При оценке чувствительности ИХА-тестов в опытах использовали штамм «SARS-CoV-2/KZ\_Almaly/04.2020» вируса коронавирусной инфекции с биологической активностью 6,50 lg TCID<sub>50</sub>/мл.

Постановка тестов проводилась согласно наставлению производителя.

### **Результаты исследования**

Определение чувствительности метода *ESPLINE® SARS-CoV-2* (Япония), проверяли в одиннадцатой повторности с тремя дозами вируса.

Нанесенные на лунку пластинки исследуемых доз вируса инкубировали в течение 10-30 мин, затем производили учет результатов визуально. Результаты представлены на рисунке 1.

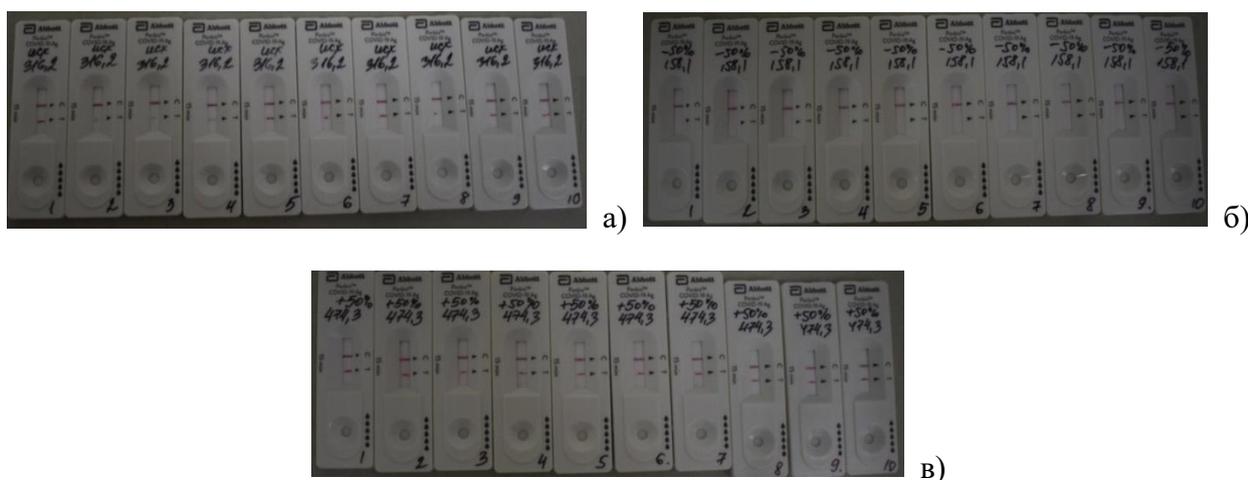


Примечание: а) доза вируса 31,62 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 15,81 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 47,43 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 1 - Чувствительность метода *ESPLINE*® *SARS-CoV-2*

По результатам исследования чувствительность метода составила – 31,62 TCID<sub>50</sub>/мл, однако в дозе вируса 15,81 TCID<sub>50</sub>/мл получен отрицательный результат.

Следующий тест, *ИХА-тест Panbio*™ *COVID-19 Ag Rapid Test Device*. Результаты исследований по изучению чувствительности ИХА-теста представлены на рисунке 2.

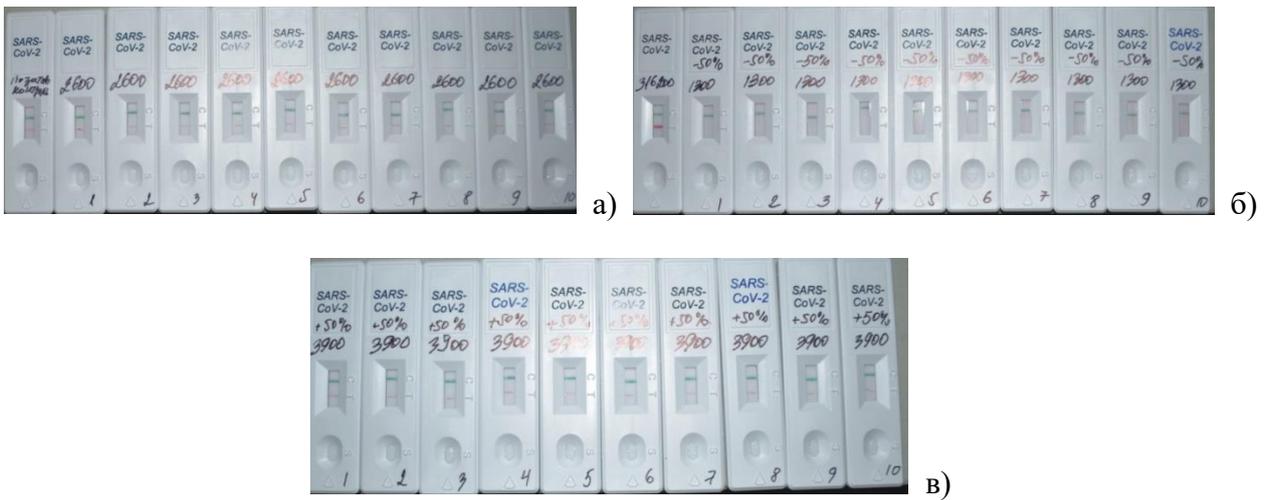


Примечание: а) доза вируса 316,2 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 158,1 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 474,3 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 2 - Чувствительность метода *Panbio*™ *COVID-19 Ag Rapid Test Device* с разными дозами вируса.

Опытным путем установлено, что чувствительность метода *Panbio*™ *COVID-19 Ag Rapid Test Device* составила 316,2 TCID<sub>50</sub>/мл.

Изучение чувствительности *ИХА-тест CerTest SARS-CoV-2* представлены на рисунке 3.

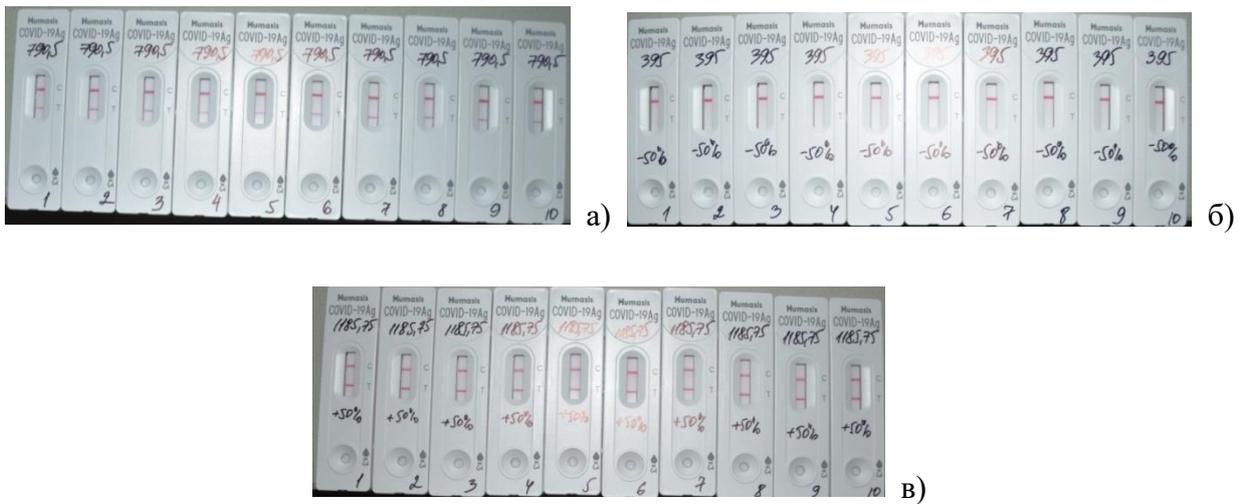


Примечание: а) доза вируса 2600 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 1300 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 3900 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 3 - Чувствительность метода *CerTest SARS-CoV-2*

Чувствительность метода *CerTest SARS-CoV-2* при обнаружении антигена вируса COVID-19 составила 2600 TCID<sub>50</sub>/мл.

Результаты проверки чувствительности ИХА-тест *Humasis COVID-19 Ag Test* представлены на рисунке 4.

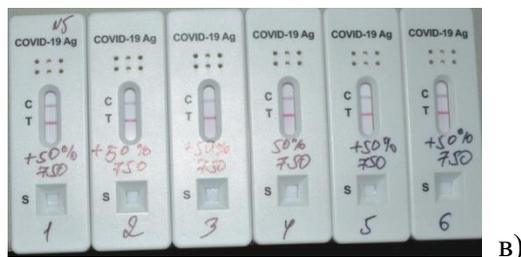
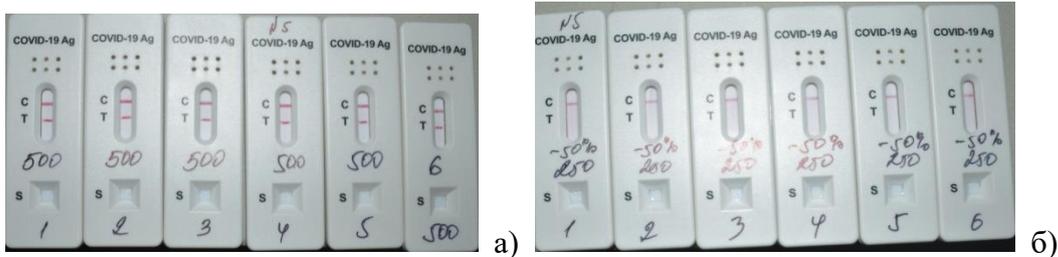


Примечание: а) доза вируса 790,5 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 395 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 1185,75 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 4 - Чувствительность метода *Humasis COVID-19 Ag Test*

Чувствительность метода *Humasis COVID-19 Ag Test* составила 790,5 TCID<sub>50</sub>/мл.

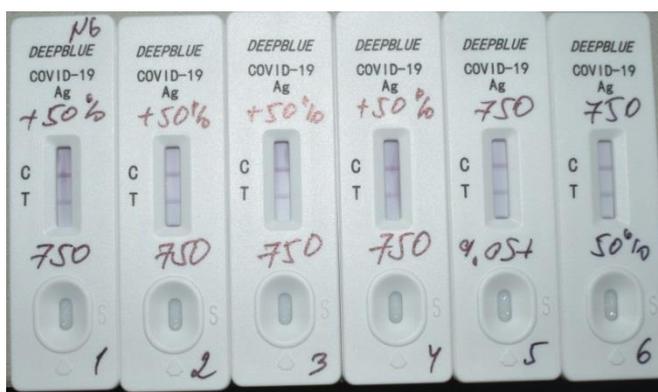
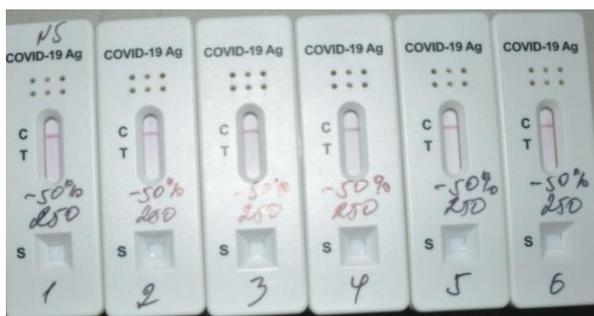
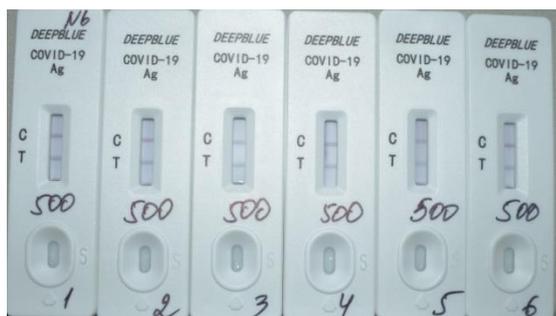
ИХА-экспресс тест для обнаружения антигена вируса *SARS-CoV-2 Ag (Казахстан), ECO Pharm KZ*. Результаты определения чувствительности ИХА теста представлены на рисунке 5.



Примечание: а) доза вируса 500 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 250 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup> (-50%); в) доза вируса 750 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup> (+50%)

Рисунок 5 – Чувствительность ИХА-теста SARS-CoV-2 Ag (Казахстан), ECO Pharm KZ  
Чувствительность данного ИХА-теста составила 500 TCID<sub>50</sub>/мл.

Результаты исследования чувствительности ИХА-теста COVID-19 (SARS-CoV-2) Antigen Test Kit представлены на рисунке б.

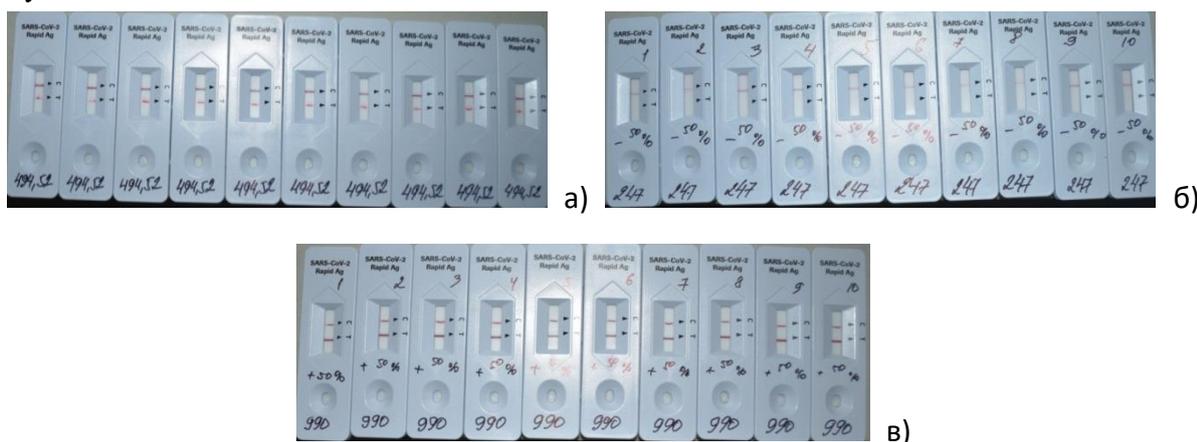


Примечание: а) доза вируса 500 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 250 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 750 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 6 - Чувствительность Набора Covid-19 (SARS-CoV-2) Antigen Test Kit

В результате чувствительность метода Covid-19 (SARS-CoV-2) Antigen Test Kit составила 500 TCID<sub>50</sub>/мл.

Результаты чувствительности *ИХА-тест SARS-CoV-2 Rapid Antigen Test* указаны на рисунке 7.



Примечание: а) доза вируса 494,52 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 247 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 990 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 7 - Чувствительность *Набора SARS-CoV-2 Rapid Antigen Test*

Чувствительность метода *SARS-CoV-2 Rapid Antigen Test* составляет 494,52 TCID<sub>50</sub>/мл.

Чувствительность метода *Cat antigen Covid Rapid Test* при исследовании коронавируса с разными дозами представлены на рисунке 8.



Примечание: а) доза вируса 790,5 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 395,25 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 1185,75 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 8 - Чувствительность метода *Cat antigen Covid Rapid Test*

Качество *ИХА-теста Cat antigen COVID Rapid Test* вызывает сомнения, так как с помощью набора доза вируса 1185,75 TCID<sub>50</sub>/мл выявлена в одной плате, а во второй плате получены отрицательный результат.

Чувствительность *ИХА-теста SARS-Cov-2 Antigen Assay Kit* представлены на рисунке 9.





в)

Примечание: а) доза вируса 2600 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 1300 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 3900 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 9 - Чувствительность набора *SARS-Cov-2 Antigen Assay Kit*

Чувствительность данного ИХА-теста составляет 2600 TCID<sub>50</sub>/мл (по наставлению чувствительность – 70 TCID<sub>50</sub>/мл).

Результаты исследований чувствительности *ИХА-тесты 2019-nCoV Antigen Rapid Test* представлены на таблице 10.



а)



б)



в)

Примечание: а) доза вируса 316,2 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; б) доза вируса 158,1 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>; в) доза вируса 474,3 ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>

Рисунок 10 - Чувствительность метода *2019-nCoV Antigen Rapid Test*

Чувствительность метода *2019-nCoV Antigen Rapid Test* составила 790,5 TCID<sub>50</sub>/мл (по наставлению чувствительность – 3,84 x 10<sup>5</sup> TCID<sub>50</sub>/мл).

### Обсуждение

Как известно, для выявления микроорганизмов, и для качественного реагирования на вспышку нового, неизученного заболевания, центральную роль играют различные лабораторные диагностические тесты. Как только ситуация с COVID-19 приняла серьёзный оборот были оперативно разработаны методы диагностики, такие как, полимеразная цепная реакция (ПЦР) различной модификации, иммуноферментный анализ и др. Несмотря на их чувствительность, данные тесты не способны справиться с общим наплывом проб пациентов, которые будут исследованы лабораторных, самые главные полевых условиях.

Эволюция молекулярно-генетических методов лабораторной диагностики связана с развитием аналитических платформ идентификации нуклеиновых кислот, которые стали быстрыми и надёжными инструментами для прямой индикации вирусов [11-14]. В статье *Katsuhito Kashiwagi* и соавторов описано оценка экспресс-иммунохроматографического теста на выявление антигена тяжелого острого респираторного коронавируса 2 (SARS-CoV-2) с использованием 16 образцов слюны, собранных у 6 госпитализированных пациентов с COVID-19, и обнаружили N-антиген в 4 из 7 положительных образцов ОТ-ПЦР [15]. Аналогичный случай описан *Sayed R.H.* и соавторами при разработке метода на основе иммуноанализа бокового свечения нанозолота (тест на антиген *LFI-COVID-19*) для обнаружения белков нуклеокапсида SARS-CoV-2. Разработанный тест *LFI-COVID-19 Ag* был проверен на предел обнаружения (LOD), перекрестную реактивность и мешающие вещества, а также эффективность. Установлено, что эффективность разработанного теста на антиген *LFI-COVID-19* при его оценке методом *RT-qPCR* составила 95, 98 и 97% по чувствительности, специфичности и точности соответственно. Это соответствует рекомендациям ВОЗ. Был сделан вывод, что разработанный тест на антиген *LFI-COVID-19* является альтернативой современным лабораторным методам, особенно *RT-qPCR*. Он обеспечивает простой, быстрый (в течение 20 минут) инструмент диагностики инфекции COVID-19 на месте [16].

В настоящее время для быстрого определения вируса *COVID-19* необходима специфичная, чувствительная, универсальная тест-система, которую можно использовать в полевых условиях для постановки диагноза. Таковой является ИХА тест-система.

В наших опытах проведены сравнительные анализы по проверке чувствительности ИХА-тестов для выявления антигена COVID-19 10 наборов отечественных и зарубежных фирм.

Опытным путем установлены, что среди исследованных тестов высокочувствительными являются *ИХА-тест ESPLINE® SARS-CoV-2, производства Японии (Espline)* - 31,62 TCID50/мл, *ИХА-тест Panbio™ COVID-19 Ag Rapid Test Device, производства Germany* - 316,2 TCID50/мл), *ИХА-экспресс тест для обнаружения антигена вируса SARS-CoV-2 Ag (Казахстан), ECO Pharm KZ* - 500 TCID50/мл, *ИХА-тест COVID-19 (SARS-CoV-2) Antigen Test Kit(Colloidal Gold), anhui, China* - 500 TCID50/мл, *ИХА-тест SARS-CoV-2 Rapid Antigen Test, Южная Корея* - 494,52 TCID50/мл.

### **Заключение**

Сравнительный анализ ИХА тестов показал, что чувствительность тестов колеблется от 31,62 до 2600 TCID50/мл.

По результатам можно заключить, что данных ИХА-тестов можно использовать как экспресс диагностики для выявления антигена COVID-19 в лабораторных и полевых условиях.

**Благодарности:** Работа выполнена в рамках НТП «Биологическая безопасность Республики Казахстан: оценка угроз, научно-технические основы их предупреждения и ликвидации» на 2021-2023 годы.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## Литература

1. Акиншина Ю.А., Марданлы С.С., Киселева В.А. Иммунохроматографический тест для дифференцированного выявления антител классов М и G к коронавирусу SARS-CoV-2 / Ю.А. Акиншина, С.С. Марданлы, В.А. Киселева // *Russian clinical laboratory diagnostics*. 2020. - 65 (11). - С. 688 – 692.
2. Горбунов А.А., Сорокина Л.Е., Чегодарь Д.В., Кубышкин А.В., Фомочкина Н.Н. Диагностика Covid-19: Современное состояние проблемы и перспективы в отрасли / А.А. Горбунов, Л.Е. Сорокина, Д.В. Чегодарь, А.В. Кубышкин, Н.Н. Фомочкина // *Крымский журнал экспериментальной клинической медицины*. 2020. - Т. 10. - № 2. - С. 69-72.
3. Андрюков Б.Г., Ляпун И.Н. Лабораторные стратегии диагностики Covid-19: современные технологии и тенденции развития (обзор литературы) / Б.Г. Андрюков, И.Н. Ляпун // *Микробиология// Клиническая лабораторная диагностика*. 2020. - 65 (12). - С. 757-766.
4. Novel coronavirus (2019-nCoV) (англ.). *WHO/Europe*. WHO (9 марта 2020). Дата обращения: 9 марта 2020. Архивировано 18 апреля 2020 года.
5. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) - Symptoms, diagnosis and treatment | *BMJ Best Practice* (англ.). *BMJ Best Practices*. Дата обращения: 19 ноября 2021. Архивировано 19 ноября 2021 года.
6. Коронавирусная инфекция 2019-nCoV внесена в перечень опасных заболеваний // Минздрав России. — 2020. — 2 февраля. — Дата обращения: 28.11.2021.
7. David L. Heymann, Nahoko Shindo. COVID-19: what is next for public health? (англ.) / L. David Heymann, Nahoko Shindo. // *The Lancet*. — Elsevier, 2020. — 13 February. — ISSN 1474-547X 0140-6736, 1474-547X. — doi:10.1016/S0140-6736(20)30374-3.
8. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации. *Минздрав России* (3 марта 2020). Дата обращения: 5 мая 2022. Архивировано 25 декабря 2021 года.
9. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (2019-nCoV) infection is suspected: interim guidance, 28 January 2020 (англ.). *WHO* (28 января 2020). Дата обращения: 28 ноября 2021. Архивировано 25 ноября 2021 года.
10. Вопросы и ответы о COVID-19. *ВОЗ*. Дата обращения: 10 августа 2020. Архивировано 25 апреля 2020 года.
11. Ахмадеева Л.Р., Бредихина Н.С., Уразбахтина Ю.О. Современные диагностические тесты для выявления новой коронавирусной инфекции Covid-19 / Л.Р. Ахмадеева, Н.С. Бредихина, Ю.О. Уразбахтина // *Medical & pharmaceutical JOURNAL "PULSE"* 2022. - Vol. -24. №4 - С. 58-63.
12. Pfefferle S., Reucher S., Nörz D., Lütgehetmann M. Evaluation of a quantitative RT-PCR assay for the detection of the emerging coronavirus SARS-CoV-2 using a high throughput system / S. Pfefferle, S. Reucher, D. Nörz, M. Lütgehetmann // *Euro Surveill*. 2020. - 25(9): 2000152. Doi: 10.2807/1560-7917. ES.2020.25.9.2000152.
13. Андрюков Б.Г., Ляпун И.Н. Лабораторные стратегии диагностики Covid-19: Современные технологии и тенденции развития (обзор литературы) / Б.Г. Андрюков, И.Н. Ляпун // *Клиническая лабораторная диагностика*. 2020. - 65 (12).

14. Сыров А.В., Стуров Н.В., Колупаев В.Е. Диагностика COVID-19 амбулаторных условиях / А.В. Сыров, Н.В. Стуров, В.Е. Колупаев // Трудный пациент №5, 2020. – Т. 18. - С. 6-9.

15. Katsuhito Kashiwagi, Yoshikazu Ishii, Kotaro Aoki, Shintaro Yagi, Tadashi Maeda, Taito Miyazaki, Sadako Yoshizawa, Katsumi Aoyagi, Kazuhiro Tateda. Immunochromatographic test for the detection of SARS-CoV-2 in saliva / Katsuhito Kashiwagi, Yoshikazu Ishii, Kotaro Aoki, Shintaro Yagi, Tadashi Maeda, Taito Miyazaki, Sadako Yoshizawa, Katsumi Aoyagi, Kazuhiro Tateda. // National Library of Medicine. 2020. - Dec. 23. - P. 384-386.

16. Sayed RH, Abousenna MS, Elsaady SA, Soliman R, Saad MA. Development of Lateral Flow Immunochromatographic Test for Rapid Detection of SARS-CoV-2 Virus Antigens in Clinical Specimens./ RH Sayed, MS Abousenna, SA Elsaady, R Soliman, MA. Saad // National Library of Medicine. 2022. - Jul 19. -12 (14):2477.

## **SARS-COV-2 ВИРУСЫНА ӘРТҮРЛІ КОМПАНИЯЛАРДЫҢ ИММУНОХРОМАТОГРАФИЯЛЫҚ СЫНАҚТАРЫНЫҢ ҚАЙТАЛАНУ МҮМКІНДІГІН АНЫҚТАУ**

**Ж.К.Кошеметов , М.С.Сейсенбаева , Н.К.Оразымбетова\* ,  
Б.К.Умуралиев , Ә.А.Исахан **

ҚР ДСМ «Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институты»,  
Гвардейский қтк, Қазақстан  
\*n.ozymbetova@biosafety.kz

**Аннотация.** COVID-19, бұрын 2019-ncov коронавирустық инфекциясы — SARS-CoV-2 (2019-nCoV) коронавирусынан туындаған ықтимал ауыр жедел респираторлық инфекция. Бұл қауіпті ауру, ол жедел респираторлық вирустық инфекция түрінде де, ауыр түрінде де болуы мүмкін. Вирус жөтелгенде, түшкіргенде немесе сөйлескенде ауаға шашыраған тамшыларды ингаляциялау арқылы, сондай-ақ вирус көзге, мұрынға немесе ауызға ену арқылы таралады. Осы қауіпті аурумен күресудің тиімді шараларының қатарына уақтылы және тез диагноз қою жатады. Диагностикалық әдістердің тиімді құралдарының бірі иммунохроматографиялық тесттер (ИХТ) болып табылады, оны зертханалық және дала жағдайларында диагноз қою үшін қолдануға болады [1-7]. Бұл жұмыста әртүрлі фирмалардың сынақтарының сезімталдығын анықтау бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Бұл әдістерді медициналық мекемелерде COVID-19 диагностикасы үшін тиімді пайдалануға болатындығы тәжірибелік түрде анықталды.

**Түйін сөздер:** SARS-CoV-2; COVID-19; иммунохроматографиялық талдау; сезімталдық; антиген; балау.

# DETERMINATION OF THE REPRODUCIBILITY OF IMMUNOCHROMATOGRAPHIC TESTS OF DIFFERENT COMPANIES FOR THE SARS-COV-2 VIRUS

Zh.K.Koshemetov , M.S.Seisenbayeva , N.K.Orazymbetova\* ,  
B.K.Umuraliev , A.A.Isakhan 

RSE "Research Institute of Biological Safety Problems" of the Ministry of Health of the Republic  
of Kazakhstan, Gvardeysky, Kazakhstan

\*n.orazymbetova@biosafety.kz

**Annotation.** COVID-19, formerly coronavirus infection 2019-nCoV is a potentially severe acute respiratory infection caused by the coronavirus SARS-CoV-2 (2019-nCoV). It is a dangerous disease that can occur both in the form of acute respiratory viral infection of mild course and in severe form. The virus is spread by airborne droplets through inhalation of droplets sprayed in the air when coughing, sneezing or talking with the virus, as well as through contact with the virus on the surface, followed by entry into the eyes, nose or mouth. Among the effective measures to combat this dangerous disease is timely and rapid diagnosis. One of the effective means of diagnostic methods is immunochromatographic (IHA) tests, which can be used locally in laboratory and field conditions to diagnose COVID-19 [1-7]. This paper presents the results of a study to determine the sensitivity of IHA tests of different firms. It has been experimentally established that these methods can be effectively used for the diagnosis of COVID-19 in medical institutions.

**Keywords:** SARS-CoV-2; COVID-19; immunochromatographic analysis; sensitivity; antigen; diagnostics.

## АФРИКАНСКАЯ ЧУМА СВИНЕЙ: ОБЗОР ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ, ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЗБУДИТЕЛЯ И ВЫЗЫВАЕМОЙ БОЛЕЗНИ

Г.А. Жаппарова\* , Б.Ш. Мырзахметова , К.Б. Бисенбаева ,  
М.Т. Мухамбетов , Л.Б. Кутумбетов 

РГП «Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности»

МЗ РК, пгт. Гвардейский, Казахстан

\*gulzhan1003@mail.ru

**Аннотация.** Африканская чума свиней (АЧС) – вирусное геморрагическое заболевание с исключительно высокой летальностью среди домашних свиней и диких кабанов. По данным МЭБ за последние 5 лет зона распространения заболевания охватывает огромную площадь. Число стран и территории, затронутых АЧС, за последние годы увеличилось, с учетом нотификаций, полученных из стран Африки к югу от Сахары, из Европы и Азии, территории Российской Федерации. Основными факторами, повышающими риск распространения заболевания, являются системы управления животноводством с неправильными мерами по обеспечению биобезопасности и поведение людей. Многим странам приходится бороться за эффективное осуществление мер по борьбе с заболеваниями домашнего скота из-за недостатков ветеринарных служб. Во многих случаях это связано с отсутствием долгосрочных инвестиций, неправильным учетом точек зрения различных заинтересованных сторон и политикой, основанной на недостаточных стратегиях управления кризисами, что не позволяет эффективно реализовывать, координировать и поддерживать необходимые мероприятия и ресурсы. Невозможность и неспособность адаптироваться к различным эпизоотическим ситуациям повышает важность научных исследований, методических разработок, которые помогут лучше контролировать АЧС или откроют новые подходы к решению проблем в давно существующих энзоотических очагах. В данной статье основное внимание уделяется современным знаниям и достижениям в области вирусологии АЧС, клинических проявлений при заражении современными штаммами, эпидемиологии, диагностике и борьбе.

**Ключевые слова:** африканская чума свиней; вирус африканской чумы свиней; возбудитель; эпидемиология; эпизоотическая ситуация; геморрагическая лихорадка; вспышка.

### Введение

Африканская чума свиней - высококонтагиозное заболевание домашних свиней и диких кабанов, вирусной этиологии, характеризующееся острой геморрагической лихорадкой, которая может привести к 100% летальному исходу [1].

Несмотря на ограниченный круг хозяев, его социально-экономическое влияние огромное. Вспышки АЧС, с высокой частотой возникающие в различных странах мира оказывают влияние на развитие отрасли свиноводства и наносят значительные убытки,

складывающиеся из недополученной прибыли, расходов на ликвидацию и профилактику болезни, а в ряде государств могут поставить под угрозу продовольственную безопасность населения [2, 3].

Из-за высокой трансмиссивности и серьезных социально-экономических последствий болезни Всемирная организация по охране здоровья животных (МЭБ) отнесла АЧС к списку болезней, подлежащих регистрации [4].

Данная болезнь была впервые обнаружена в Восточной Африке в начале 1900-х годов как заболевание, вызывающее высокую смертность среди домашних свиней. Было установлено, что резервуарами вируса являются бородавочники, кустарниковые и дикие свиньи, клещи рода *Ornithodoros*. Люди не восприимчивы к вирусу и могут выступать лишь механическим переносчиком вируса [5-7].

Первые случаи АЧС впервые отмечены в Южной Африке в 1903 году, а в 1921 году болезнь подробно описана Монтгомери. В середине прошлого века, зафиксировано первое глобальное распространение инфекции с африканского континента в страны Европы, Южной и Центральной Америки, а в 1977 году и в Советский Союз. Однако, в результате предпринятых со стороны правительств беспрецедентных мер вспышки, эпизоотии/энзоотии АЧС в этих регионах были ликвидированы (эндемичные районы Африки и о. Сардиния (Италия)). В начале 2007 года болезнь официально зарегистрирована в Грузии, с последующим распространением, что кардинальным образом изменило эпизоотическую ситуацию в Европе и мире [8-10]. Ряд других Европейских стран, т.е. Армения, Азербайджан, Иран, Россия, Украина, Беларусь, Польша и Литва, пострадали от АЧС в период с 2007 по 2014 год [11-13].

Описанное расширение ареала болезни, вероятно, произошло из-за не правильной утилизации отходов африканской свинины в Грузии и, похоже, распространилась дальше на запад Европы вместе с движением зараженных диких кабанов и/или незаконной перевозкой свинины или продуктов свиноводства [14].

При этом, ведущим фактором, способствующим распространению вируса на большие расстояния, является транспортировка инфицированных свиней и продукции свиноводства. В случаях присутствия и/или заноса вируса в популяцию дикого кабана эпизоотическая ситуация может характеризоваться энзоотичностью и диффузным распространением. Важно отметить, что, в отличие от Европы, где кабанам отводится ведущая роль в распространении инфекции, в России ведущим фактором в расширении эпизоотии АЧС является хозяйственная деятельность человека [15-17].

Африканская чума свиней является трансграничной экономически значимой болезнью, ущерб от которой в мире исчисляется миллиардами долларов. Занос и распространение АЧС в Китайскую Народную Республику в августе 2018 года и во многие регионы Юго-Восточной Азии, подчеркивает важность болезней животных в экономике и торговле [18, 19].

КНР выращивает около 50% свиней в мире стоимостью более 128 миллиардов долларов. Здесь свиная промышленность является важнейшим компонентом национальной экономики и источником средств к существованию. Текущие оценки показывают, что по крайней мере 25% и, возможно, до 55% национального поголовья КНР было потеряно из-за болезни и выбраковки с момента ее появления. Его воздействие на средства к существованию и продовольственную безопасность в соседних странах столь же катастрофично. Например, во Вьетнаме наблюдается столь же высокий уровень потери. На основании имеющихся данных

оценены прямые производственные затраты на потери АЧС, замену племенного поголовья, а упущенные доходы в КНР и соседних странах, вероятно, составят около 55–130 миллиардов долларов [20].

На восстановление стада и промышленности полностью потребуются годы, а поскольку болезнь теперь стала фактически эндемической, проблемы останутся, по крайней мере, до тех пор, пока не станет доступной эффективной вакцины [21].

Ущерб, наносимый АЧС, носит социальный и экономический характер и выражается в запрете экспорта свиней и продуктов свиноводства, массовом убое здоровых и больных животных, экономической компенсации хозяйствам, затратах на санитарные и ветеринарные мероприятия, таких как создание карантинных зон, проведение массовых лабораторных исследований и т.д. [22, 23].

По состоянию на 2022 год возбудитель АЧС присутствует на Африканском, Европейском и Азиатском континентах, Малайском архипелаге, странах Океании и Карибского бассейна. Стабильно появляются новые неблагополучные страны, так в течение 2021-2022 гг. зарегистрированы первые, в современной эпизоотии, случаи болезни в Доминиканской Республике, Гаити, Малайзии, Северной Македонии, в Италии за пределами острова Сардиния, а также в Германии среди домашних свиней, где до недавнего времени случаи болезни регистрировались исключительно среди диких кабанов [24, 25].

Глобальная ситуация по АЧС продолжает ухудшаться, так на данный момент болезнью поражено более 50 стран, в том числе Российская Федерация, территория которой на большом расстоянии сопредельная с территорией Республики Казахстан. Ухудшение эпизоотической ситуации в этой стране увеличивает угрозу проникновения болезни в нашу страну. Поэтому целью наших аналитических исследований являлась оценка надвигающегося биологического риска и описание особенностей его этиологического агента, эпизоотологии и др. [26, 27].

*Возбудитель африканской чумы свиней.* Вирус АЧС относится к группе крупных ДНК-содержащих вирусов семейства *Asfarviridae*, род *Asfivirus*. Он является единственным вирусом из названного семейства, передающийся переносчиками – членистоногими [28].

Вирус представляет собой икосаэдрическую многослойную структуру диаметром 200 нм, содержащую набор полипептидов, характеристики которых в значительной степени неизвестно [29]. Это большой и сложный ДНК-вирус, состоящий из пяти слоев (рисунк 1). Самый внешний слой - это внешняя оболочечная мембрана, похожая на плазматическую мембрану в соответствии с процессом почкования. Независимо от существования этой внешней оболочки, вирус АЧС заразен. Таким образом, существование этой внешней оболочки не только защищает этот крупный вирус, но и усложняет процесс инвазии и почкования. Под внешней оболочкой находится слой капсида. Строение капсида было детально изучено, выявлено около 2800 капсомеров, имеющих вид шестиугольных призм. Кроме того, он имеет максимальный диаметр 250 нм. Под капсидом находится внутренняя мембрана, которая, представляет собой однолипидную двухслойную структуру толщиной 70 Å и происходит из эндоплазматической сети. Остальные слои состоят из ядра-оболочки и внутреннего ядра. Ядро оболочки определяется как независимый домен вируса диаметром 180 нм и в основном состоит из полипротеина 220 (pp220) и полипротеина 62 (pp62), оба из которых могут расщепляться протеазой pS273R. Таким образом, pp62 может образовывать p8, p15 и p35, а pp220 превращается в p5, p14, p34, p37 и p150. Кроме того, внутреннее ядро представляет собой слой нуклеоида, содержащий геном, окруженный

толстым слоем белка (ядерной оболочкой), с гистоноподобным белком pA104R. Как мы видим, вирус АЧС имеет несколько сложных слоев, каждый из которых содержит разные виды белков. Помимо структурных белков внутри слоев, существует большое количество неструктурных белков [30-36]. Подавляющее большинство белков вируса АЧС еще ждут своего изучения.

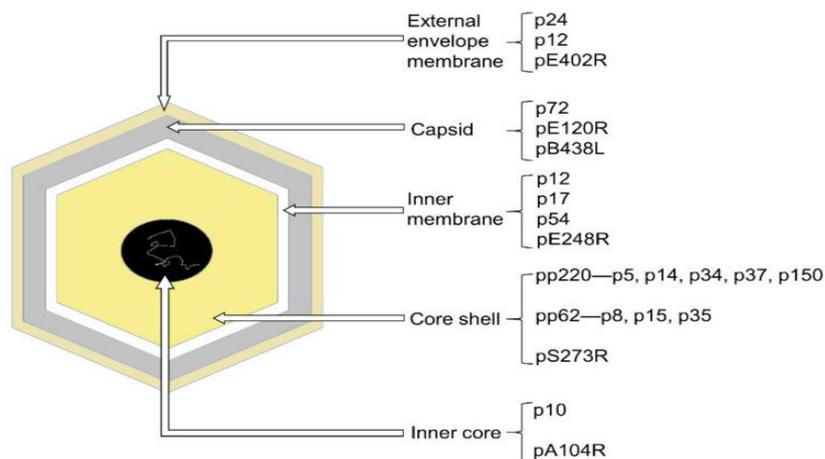


Рисунок 1 – Вирус АЧС и примеры белков в каждом слое. Вирус АЧС состоит из пяти слоев: внешней оболочки (бледно-желтого цвета), капсида (серого цвета), внутренней мембраны (белого цвета), ядра оболочки (желтого цвета) и внутреннего ядра (черного цвета) [37].

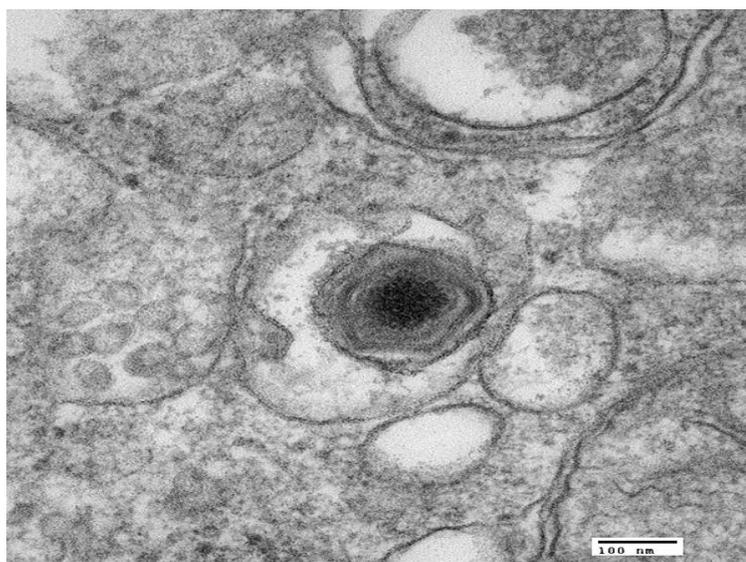


Рисунок 2 - Электронная микрофотография вируса АЧС, показано многослойное строение вириона на тонком срезе.

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:African\\_swine\\_fever\\_piadc.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:African_swine_fever_piadc.png))

Ранние исследования показали, что внешняя белковая оболочка вириона представляет собой икосаэдрический капсид, собранный главным образом вирусным геном *B646L*, кодируемый белок p72. Главный капсидный белок p72 является наиболее доминирующим структурным компонентом вириона и составляет около 31-33% от общей массы вириона, что делает его одним из основных антигенов, обнаруживаемых у инфицированных свиней. Было показано, что моноклональные антитела, распознающие p72, нейтрализуют вирулентные изоляты вируса АЧС [38].

*Текущая ситуация и эпидемиология.* После завезения АЧС в Грузию в 2007 году заболевание распространилось в страны Закавказья и Российскую Федерацию, экзотическая болезнь стала ощутимой угрозой для промышленности свиней Евросоюза и популяции диких кабанов. На сегодняшний день поражены несколько европейских стран, и вирус распространился в Азию, где он сеет хаос с осени 2018 года. В настоящее время затронуты следующие страны ЕС: Бельгия, Болгария, Эстония, Греция, Венгрия, Латвия, Литва, Польша, Румыния, Сербия и Словакия. Более того, Украина, Молдова и Россия по-прежнему сообщают о вспышках. К началу апреля в 2020 году АЧС была зарегистрирована в следующих азиатских странах: Китай, Гонконг, Северная Корея, Южная Корея, Лаос, Вьетнам, Мьянма, Камбоджа, Индонезия, Филиппины, Тимор-Лешти, Папуа-Новая Гвинея и Индия (рисунок 3) [39].

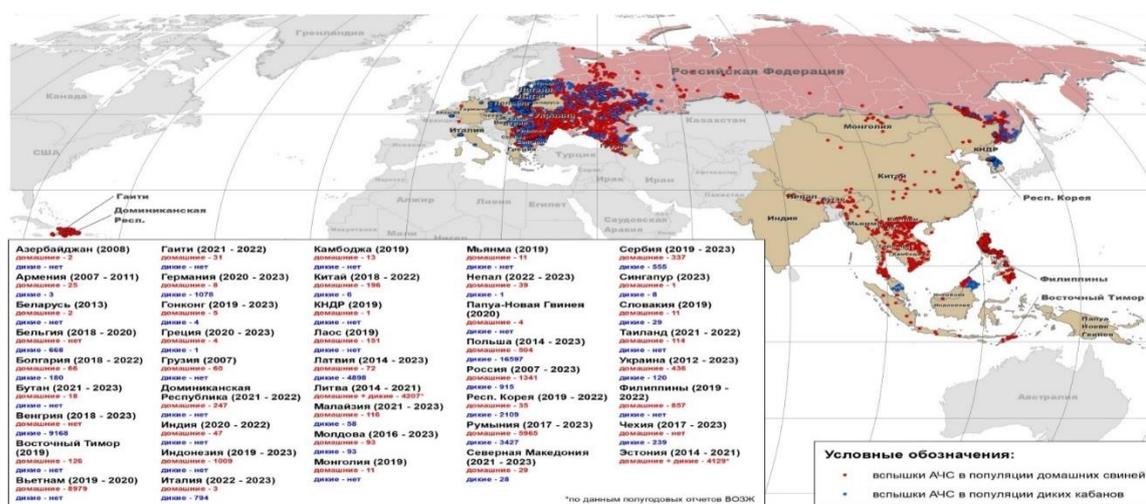


Рисунок 3- Эпизоотическая ситуация по АЧС в РФ, странах Европы, Азии и Америки за 2007-2023 гг. (по данным ВОЗЖ).

По сведениям МЭБ в период с 2005 по май 2020 года вспышки АЧС присутствовали в большинстве стран Африки: Кот-д'Ивуар, Кения, Намибия, Нигерия, Сьерра-Леоне, Южная Африка, Замбия и Зимбабве. В странах Азии был зарегистрирован с августа 2018 года: Китай, Монголия, Вьетнам, Камбоджа, Корейская Народно-Демократическая Республика, Лаосская Народно-Демократическая Республика, Мьянма, Филиппины, Республика Корея, Тимор-Лешти, Индонезия, Папуа-Новая Гвинея, Индия, Малайзия, Бутан, Таиланд, Непал и Сингапур [40, 41].

За последнее 6 лет (2018-2023гг.), по данным Россельхознадзора, заболевание присутствует более чем в 20 странах Европы и Азии, а также в 2 континентах Америки (таблица 1).

Таблица 1 – Количество неблагополучных стран по АЧС за 2018-2023 гг.

№ п/п	Континенты	Страны	Кол-во вспышек							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	свиньи	кабаны
1	Европа	20	12	14	15	14	14	10	8 617	36 260

									44 877	
2	Азия	20	1	12	8	8	9	2	11 716	2 174
									13 890	
3	Америка	2	0	0	0	2	2	0	278	0
	Итого	42	13	26	23	24	25	12	278	

Как видно из таблицы, наибольшее количество вспышек АЧС наблюдается в странах Европы. Общее количество очагов за последнее 6 лет составило 44 877. Вторым по количеству заболеваемости стоит Азия, здесь количество очагов составило 13 890. В странах Южной и Северной Америки вспышки АЧС отмечались только в 2021-2022 гг. и количество очагов составило 278.

На рисунках 4 и 5 приведена динамика количества эпизоотических вспышек АЧС в Южной Африке, Южной Корее, России, Сербии, Украины, Польши, Румынии, Латвии, Германии, Италии, Молдовы и Китая среди домашних свиней и диких кабанов за 2019-2023 годы. Данные были получены с источников Международного Эпизоотического Бюро (МЭБ), Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО) и Россельхознадзора.

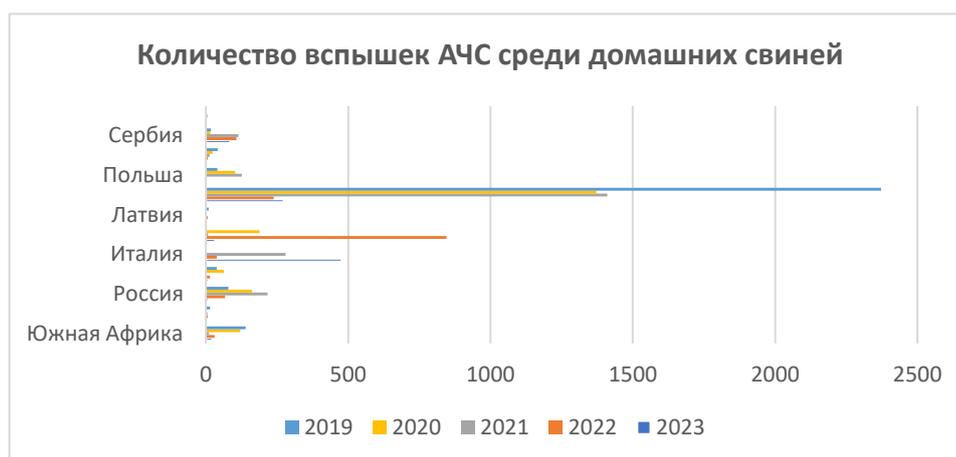


Рисунок 4 - Страны, неблагополучные по АЧС в 2019-2023 гг. среди домашних свиней

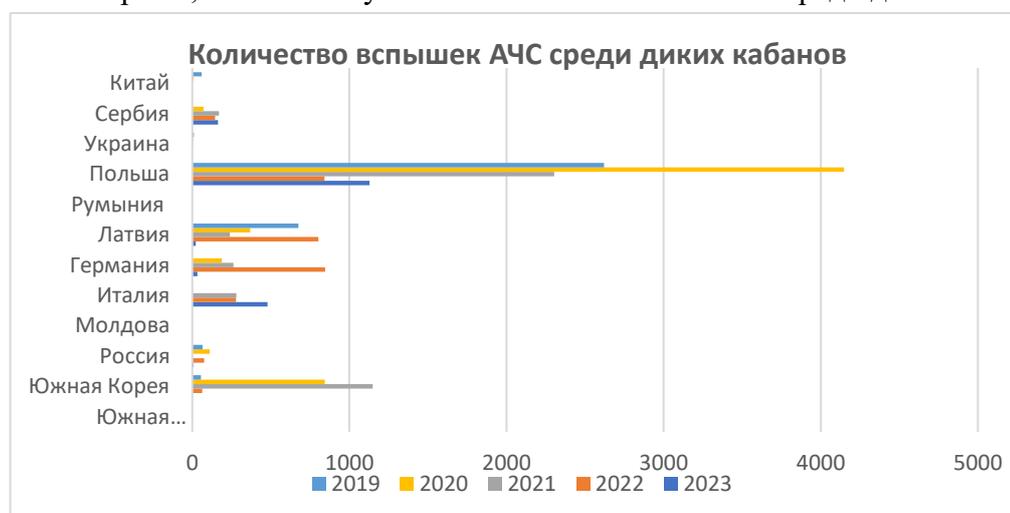


Рисунок 5 - Страны, неблагополучные по АЧС в 2019-2023 гг. среди диких кабанов

Анализ полученных данных из источников Международного Эпизоотического Бюро (МЭБ), Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО) и Россельхознадзора (рисунок 4 и 5), показывают что в 2019-2020 годы наиболее высокое количество случаев АЧС отмечалось в Румынии только у домашних свиней (2372 очагов в 2019 г., 1372 очагов в 2020 г. и 1411 очагов в 2021 г.), в эти же годы высокая заболеваемость среди диких кабанов было зарегистрировано в Польше (2620 очагов в 2019 г., 4149 очагов в 2020г. и 2034 очагов в 2021г.). Стоит отметить, что в Румынии вспышки регистрируются исключительно среди домашних свиней, а в дикой фауне зарегистрированных случаев за последние 5 лет не отмечается.

В Южной Африке (325 очагов за 2019-2023 гг.), так же, как и в Румынии очаги происходят только среди домашних свиней. В Южной Корее большое количество вспышек отмечалось среди диких кабанов (2111 очагов), незначительное количество были зарегистрированы у домашних свиней (27 очагов за 2019-2023 гг.). С 2021 года отмечается снижение вспышек АЧС. Помимо этого, по наибольшему количеству очагов АЧС среди домашних свиней зарегистрированные с 2021 по 2023 год относятся страны Европы: Россия (297), Молдова (27), Италия (796), Германия (886), Украина (20) и Сербия (193).

В России ситуация по африканской чуме свиней эндемическая. За весь период неблагополучия с 2016 по 2022 год на территории РФ зарегистрировано 1062 вспышки АЧС в популяции свиней. В 2021-2023 годах отмечалось снижение вспышек – это было связано со снижением общего поголовья свиней. Самая неблагоприятная территория по России на 2022 год - Калининградская область. Там было зарегистрировано 16 вспышек АЧС, из них 9 вспышек было зафиксировано среди диких кабанов. Из-за вспышки АЧС «Прибалтийская мясная компания три» вынуждена была убить 24 786 свиней [42].

Согласно последним данным, опубликованным ФАО, в первом квартале 2023 года в ЕС было зарегистрировано 55 вспышек АЧС среди домашних свиней и 2799 среди диких кабанов. Как и в предыдущие годы, Польша продолжает оставаться страной с наибольшим количеством вспышек среди диких кабанов. В 2021 и 2022 годах было зарегистрировано 3221 и 1266 вспышек соответственно. С января по март этого года было зарегистрировано 1020 вспышек, что указывает на тенденцию к росту. С другой стороны, в 2023 году в стране не было зарегистрировано ни одной вспышки среди домашних свиней [43].

*Клинические признаки.* Инфекция, вызываемая вирусом АЧС, у домашних свиней часто приводит к летальному исходу и характеризуется лихорадкой, кровоизлияниями, атаксией и тяжелым общим состоянием. Однако течение инфекции варьирует в зависимости от особенностей организма-хозяина и конкретного штамма вируса. Африканская чума свиней встречается в нескольких формах, от молниеносных до субклинических. Острые формы АЧС, ассоциированные с высоковирулентными штаммами АЧС, характеризуются лихорадкой, пурпурным окрашиванием кожи, множественными кровоизлияниями, расстройством дыхательной системы, нарушением координации движений и смертью через 3 - 7 дней после заражения. Выживает лишь небольшой процент животных. Подострые и хронические формы болезни характеризуются высокой температурой тела, нарушением координации движений при ходьбе, кашлем, диареей, пурпурным окрашиванием кожи и смертью через 20 - 45 дней после заражения. При этих формах доля выживших животных более высока [44].

Клинические признаки АЧС крайне непостоянны и зависят от различных факторов: вирулентности вируса, породы свиней, пути передачи, от инфицирующей дозы и эндемичности данного района (таблица 1).

Таблица 1 - Клинические признаки и патологоанатомические поражения, наблюдаемые при различном течении АЧС

Клинические признаки	Течение болезни			
	Сверхострое	Острое	Подострое	Хроническое
Температура тела	Высокая	Высокая	Умеренная	Нерегулярная или отсутствует
Тромбоцитопения	Отсутствует	Отсутствует или незначительная (поздняя)	Преходящая	Отсутствует
Кожа	Эритема	Эритема	Эритема	Некротические участки
Лимфатические узлы	-	Желудочно-печеночные и почечные, мраморный вид	Большинство лимфатических узлов напоминают сгустки крови	Опухшие
Селезенка	-	Гиперемированная спленомегалия	Частично гиперемированная спленомегалия или очаговый инфаркт	Увеличенная, нормального цвета
Почки	-	Точечные кровоизлияния (петехии), преимущественно в коре	Точечные кровоизлияния в корковом слое, медуллярном веществе и почечной лоханке; перирентальный отек	-
Легкие	-	Тяжелый альвеолярный отек	-	Пневмония и плеврит
Желчный пузырь	-	Точечные кровоизлияния	Отеки стенки	-
Сердце	-	Кровоизлияния в эпикарде и	Кровоизлияния в эпикарде и	Фибринозный перикардит

		эндокарде; гидроперикард	эндокарде; гидроперикард	
Миндалины	-	-	-	Некротические очаги
Репродуктивные изменения	-	-	Аборт	Аборт

В основном штаммы возбудителя, встречающиеся в Европе и Азии, относятся к генотипу П, тесно связаны между собой и демонстрируют высокую вирулентность как для домашних свиней, так и для европейских диких кабанов в экспериментальных условиях. Высоковирулентные штаммы вызывают острое или сверхострое заболевание с летальностью до 100 % в течение 7-10 дней. Клинические признаки часто неспецифичны и включают высокую температуру тела, анорексию, расстройства дыхания и пищеварения, цианоз, атаксию и быструю смерть. У супоросных свиноматок происходят выкидыши из-за тяжелой болезни и высокой температуры тела. Гуморальный иммунный ответ, вызванный заражением высоковирулентными штаммами вируса, не проявляется по меньшей мере до 7-14 дня после заражения, что может затруднить раннее обнаружение и создавать проблему для программ эпиднадзора [45].

За 15 лет циркуляции АЧС в России, учеными выделено и изучено множество изолятов вируса, полученных из различных регионов страны от домашних и диких свиней, которые различаются по своим биологическим свойствам. На настоящий момент известны как высоковирулентные, так и со сниженной вирулентностью варианты вируса, вызывающие в т.ч. бессимптомную форму течения болезни [46-48]. Исходя из чего, можно предположить о наличии различий в их генетических кодах.

Таким образом, клинические признаки АЧС сильно варьируют и зависят от вирулентности штамма, возраста и иммунного статуса животных. Помимо острых заболеваний, напоминающих геморрагическую лихорадку, возможно хроническое и субклиническое течение.

*Специфическая профилактика.* На сегодняшний день не существует коммерческих вакцин или методов лечения вируса АЧС, несмотря на то, что вирус был обнаружен в прошлом веке. Единственный эффективный способ борьбы с болезнью в случае вспышки - изоляция больного поголовья свиней или вынужденный их убой.

Вакцина против АЧС кажется осуществимой, поскольку свиньи, выздоровевшие от инфекции, защищены при заражении близкородственным штаммом. Однако разработка универсальной вакцины была сложной задачей из-за ограниченной перекрестной защиты между различными штаммами вируса. В настоящее время известно 24 генотипа вируса АЧС, связанные с различными географическими регионами Африки, которые были идентифицированы путем секвенирования гена основного белка капсида р72 [49].

Перспективным и более безопасным подходом к вакцинации является создание штаммов, лишенных генов вирулентности. В январе 2020 года в сотрудничестве с Министерством сельского хозяйства США (USDA) исследователи разработали экспериментальную вакцину, которая была на 100% эффективна против штамма вируса АЧС, вызвавшего вспышку в Джорджии в 2007 году. Исследователи удалили ген под названием

11771, который отвечал за высокую вирулентность вируса и, вероятно, влиял на иммунную систему свиней. Животные, инокулированные модифицированным штаммом, были защищены от вирулентного штамма при контрольном заражении через 28 дней и не проявляли выделения вируса или виремии. Инфицированные животные также продемонстрировали сильный вирусспецифический гуморальный ответ, что свидетельствует о возможности нейтрализации вируса антителами. Поскольку эта вакцина от АЧС ожидает коммерциализации, срочно необходимы дальнейшие усилия по идентификации генов-кандидатов вирулентности и пониманию коррелятов иммунной защиты против вируса АЧС, чтобы контролировать растущее число вспышек АЧС в различных частях мира [50, 51].

Таким образом, до настоящего времени в мире не разработан коммерчески доступный вакцинный препарат, эффективно и безопасно защищающий от АЧС. В связи с этим, на сегодняшний день, единственным способом борьбы с инфекцией является проведение комплекса профилактических мероприятий, направленных на повышение уровня биозащищенности хозяйств, ранняя диагностика с использованием современных и высокоточных методов, проведение бескровного убоя инфицированных и находящихся в зоне риска животных с введением строгих ограничительных мероприятий [52, 53].

### **Заключение**

В последние годы АЧС привела к массовым потерям поголовья свиней и серьезным экономическим последствиям. В настоящее время болезнь поражает несколько регионов по всему миру, и отсутствие эффективной вакцины препятствует не только здоровью и благополучию животных, но также оказывает пагубное действие на биоразнообразие и средства к существованию фермеров.

Африканская чума свиней является трансграничной экономически значимой болезнью, ущерб от которой в мире исчисляется миллиардами долларов. Результаты анализа, полученные из различных источников показали, что прямые затраты АЧС в КНР, где производится около половины мирового производства свиней, и соседних странах могут достигать 130 миллиардов долларов. Большая часть бремени непропорционально ложится на мелких землевладельцев, что угрожает ростом бедности, уязвимости и отсутствия продовольственной безопасности.

Клинические признаки АЧС сильно варьируют и зависят от вирулентности штамма, возраста и иммунного статуса животных. Помимо острых заболеваний, напоминающих геморрагическую лихорадку, возможно хроническое и субклиническое течение.

По состоянию на 2022 год возбудитель АЧС присутствует на Африканском, Европейском и Азиатском континентах, Малайском архипелаге, странах Океании и Карибского бассейна. Стабильно появляются новые неблагополучные страны, так в течение 2021-2022 гг. зарегистрированы первые, в современной эпизоотии, случаи болезни в Доминиканской Республике, Гаити, Малайзии, Северной Македонии, в Италии за пределами острова Сардиния, а также в Германии среди домашних свиней, где до недавнего времени случаи болезни регистрировались исключительно среди диких кабанов.

Наличие и существенная распространенность АЧС в сопредельных странах, таких как Российская Федерация и Китай, биологическую угрозу для Республики Казахстан обуславливает высокой степени вероятной. Недопущение проникновения болезни из-за

пределов страны требует пристального внимания ветеринарной службы и науки в области обеспечения биологической безопасности.

### Литература

1. Carola S.L., Franz J.C., Carolina P., Ulrike B. and et all. African Swine Fever in Wild Boar in Europe-A Review. *Viruses*. 2021 Aug 30; 13(9):1717. doi: 10.3390/v13091717
2. Penrith M.L., Thomson G.R., Bastos A.D., Phiri O.C., Lubisi B.A., Du Plessis E.C., Macome F., Pinto F., Botha B., Esterhuysen J. An investigation into natural resistance to African swine fever in domestic pigs from an endemic area in southern Africa. *Rev. Sci. Tech.* 2004; 23:965-977. doi: 10.20506/rst.23.3.1533.
3. Alonso C., Borca M., Dixon L., Revilla Y., Rodriguez F., Escribano J.M. ICTV Virus Taxonomy Profile: Asfarviridae. *J. Gen. Virol.* 2018; 99:613–614. doi: 10.1099/jgv.0.001049.
4. <https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/animal-diseases/old-classification-of-diseases-notifiable-to-the-oie-list-a/>
5. Африканская чума свиней: обнаружение и диагностика / BeltránAlcrudo D. [et al.] //FAO Animal Production and Health. Manual (Russian ed.). – FAO. – № 19. – 2017
6. Пособие по подготовке чрезвычайных планов действий на случай эпидемии африканской чумы свиней: подготовленные: Мари-Луиз Пенрит [и др.] Пособие FAO по здравоохранению и воспроизводству животных. – № 8. Рим. – 2009. –75 с.
7. Epidemiology of African swine fever virus / S. Costard [et al.] // *Virus research*. – 2013. – Vol. 173. – №. 1. – P. 191-197.
8. Африканская чума свиней в России: распространение и клинкоанатомическое проявление / К.Н. Груздев, А.С. Иголкин, А.М. Рахманов [и др.] // *Ветеринария сегодня*. – 2014. – №. 4. – С. 10-24.
9. Бакулов И.А., Макаров В.В. Проблемы современной эволюции африканской чумы свиней // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1990. – №. 3. – С. 46-55.
10. Макаров, В.В. Африканская чума свиней // *Российский ветеринарный журнал*. – 2018. – №. 6. – С. 15-19.
11. Rahimi P., Sohrabi A., Ashrafihelan J., Edalat R., Alamdari M., Masoudi M., Mostofi S., Azadmanesh K. 2010. Emergence of African Swine Fever Virus, Northwestern Iran. *Emerging Infectious Diseases* 16: 1946-1948.
12. P.J. Sánchez-Cordón, M. Montoya, A.L. Reis, and L.K. Dixon. African swine fever: A re-emerging viral disease threatening the global pig industry. *Vet J.* 2018 Mar; 233: 41-48. doi: 10.1016/j.tvjl.2017.12.025: 10.1016/j.tvjl.2017.12.025
13. Woźniakowski G., Kozak E., Kowalczyk A., Łyjak M., Pomorska-Mól M., Niemczuk K., Pejsak Z. 2016. Current status of African swine fever virus in a population of wild boar in eastern Poland (2014–2015). *Archives of Virology* 161:189-195.
14. Sánchez-Vizcaíno J.M., Mur L., Sánchez-Matamoros A., Martínez-López B. 2014. African swine fever: new challenges and measures to prevent its spread. Paper presented at the 82nd General Session of the World Assembly of OIE, 25–30 May 2014, Paris, France. [www.oie.int/doc/ged/D13786](http://www.oie.int/doc/ged/D13786).
15. Эпизоотия африканской чумы свиней 2007–2017 гг. часть 1. общие тренды АЧС на территории Российской Федерации и Евразии / А.С. Оганесян, М.А. Шибаяев, Н.Е. Баскакова [и др.] // *Ветеринария сегодня*. – 2018. – №. 2. – С. 18-25.

16. А.А. Глазунова, Т.А. Севских, Д.А. Лунина, И.С. Ткачева. Анализ рисков распространения африканской чумы свиней в Самарской области // *Ветеринария*. – 2021. – № 9. – С. 16-22.
17. C. Gallardo, J. Fernández-Pinero, M. Arias. African swine fever (ASF) diagnosis, an essential tool in the epidemiological investigation // *Virus research*. – 2019. – Vol. 271. – P. 197676.
18. Макаров, В.В. Африканская чума свиней: эпизоотический полиморфизм и контроль. Часть 3. Экономика и экстраполяция на РФ / В.В. Макаров, В.А. Грубый // *Ветеринария сегодня*. – 2013. - №4. – С. 8-11.
19. Gale, J., H. Dormido, and A. Leung. 2019. African Swine Fever Is Spreading Fast and Eliminating It Will Take Decades.
20. ASF Outbreak Reaches Beyond China. *World Grain*. 2019, - 3 October. <https://www.world-grain.com/articles/12689-asf-outbreak-reaches-beyond-china>.
21. Mackenzie, D. 2019. A Quarter of All Pigs Have Died This Year due to African Swine Fever. *New Scientist*. 5 November. <https://www.newscientist.com/article/2222501-a-quarter-of-all-pigs-havedied-this-year-due-to-african-swine-fever/>.
22. Гулѐнкин, В.М. Оценка экономического ущерба от африканской чумы свиней / В.М. Гулѐнкин, Н.С. Бардина, А.А. Шевцов // *Ветеринария*. – 2011. - №10. – С. 10-12.
23. Изотова, О.Г. Африканская чума свиней как угроза отечественному свиноводству / О.Г.Изотова, М.М. Горячева // *Современные проблемы инновационного развития науки. Сборник статей Международной научно-практической конференции*. – Уфа: ОМЕГА–САЙНС, 2017. – С. 274-276.
24. Груздев К. Н., Караулов А. К., Иголкин А. С. Опыт борьбы с африканской чумой свиней в Российской Федерации и его значение для других стран // *Ветеринария сегодня*. – 2020. – № 1. – С. 38-43.
25. Animal disease events / ОИЕ. – URL: <https://wahis.oie.int/#/events>. – (06.02.2022).
26. Прогноз по африканской чуме свиней в Российской Федерации на 2020 год / О.Н. Петрова, Ф.И. Коренной, А.К. Караулов [и др.]. - URL: [https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/iac/asf/publications/asf\\_prognoz2020.pdf](https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/iac/asf/publications/asf_prognoz2020.pdf). – (дата обращения: 11.03.2021).
27. Evaluation of seven commercial African swine fever virus detection kits and three Taq polymerases on 300 well-characterized field samples / M. E. Schoder [et al.] // *Journal of Virological Methods*. – 2020. – Vol. 280. – P. 113874.
28. Beltrán - Alcrudo D. [et al.] // *FAO Animal Production and Health. Manual (Russian ed.)*. – FAO. – № 19. – 2017.
29. Alejo A., Matamoros T., Guerra M., Andrés G. A Proteomic Atlas of the African Swine Fever Virus Particle. *J. Virol.* 2018; 92: e01293-18. doi: 10.1128/JVI.01293-18.
30. Wang N., Zhao D., Wang J., Zhang Y., Wang M., Gao Y., Li F., Wang J., Bu Z., Rao Z., et al. Architecture of African swine fever virus and implications for viral assembly. *Science*. 2019; 366:640–644. doi: 10.1126/science.aaz1439.
31. Liu S., Luo Y., Wang Y., Li S., Zhao Z., Bi Y., Sun J., Peng R., Song H., Zhu D., et al. Cryo-EM Structure of the African Swine Fever Virus. *Cell Host Microbe*. 2019; 26:836-843.e833. doi: 10.1016/j.chom.2019.11.004.
32. Breese S.S., Jr., DeBoer C.J. Electron microscope observations of African swine fever virus in tissue culture cells. *Virology*. 1966; 28:420–428. doi: 10.1016/0042-6822(66)90054-7.

33. Hawes P.C., Netherton C.L., Wileman T.E., Monaghan P. The envelope of intracellular African swine fever virus is composed of a single lipid bilayer. *J. Virol.* 2008; 82:7905-7912. doi: 10.1128/JVI.00194-08.
34. Andrés G., García-Escudero R., Simón-Mateo C., Viñuela E. African Swine Fever Virus Is Enveloped by a Two-Membraned Collapsed Cisterna Derived from the Endoplasmic Reticulum. *J. Virol.* 1998; 72:8988–9001. doi: 10.1128/JVI.72.11.8988-9001.1998.
35. Andres G., Simon-Mateo C., Vinuela E. Assembly of African swine fever virus: Role of polyprotein pp220. *J. Virol.* 1997; 71:2331–2341. doi: 10.1128/jvi.71.3.2331-2341.1997.
36. Reis A.L., Netherton C., Dixon L.K. Unraveling the Armor of a Killer: Evasion of Host Defenses by African Swine Fever Virus. *J. Virol.* 2017; 91:e02338-16. doi: 10.1128/JVI.02338-16.
37. G.Wang, M.Xie, Wei Wu and Zh.Chen. Structures and Functional Diversities of ASFV Proteins// *Viruses* 2021, 13(11), 2124; <https://doi.org/10.3390/v13112124>.
38. Qi Liu, Bingting Ma, Nianchao Qian, Fan Zhang, Xu Tan, Jianlin Lei and Ye Xiang. Structure of the African swine fever virus major capsid protein p72 // *Cell Research* (2019) 29:953-955. <https://doi.org/10.1038/s41422-019-0232-x>.
39. S.Blome, K.Franzke, M.Beer. African swine fever – A review of current knowledge// *Virus Research* 287 (2020) 198099.
40. <https://rr-africa.woah.org/en/projects/gf-tads-for-africa/african-swine-fever/>
41. <https://www.fao.org/animal-health/situation-updates/asf-in-asia-pacific/en>
42. Бальчунас Е.С., Глазунов Ю.В. Обзор состояния проблемы африканской чумы свиней (АЧС) в России на 2022 год. Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2022 – № 2 (37). – С. 12-22.
43. <https://www.fao.org>
44. Zhaoyao Li, Wenxian Chen, Zilong Qiu, Yuwan Li, Jindai Fan, Keke Wu, Xiaowen Li, Mingqiu Zhao, Hongxing Ding, Shuangqi Fan, and Jinding Chen . African Swine Fever Virus: A Review // *Life (Basel)*. 2022 Aug; 12(8): 1255
45. <https://www.star-idaz.net/report/gara-gap-analysis-report-2018>
46. Биологические свойства и молекулярно-генетическая характеристика вируса африканской чумы свиней, выделенного в 2016-2017 гг. в различных регионах Российской Федерации / М.Е. Власов, А.Р. Иматдинов, И.А. Титов [и др.] // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2018. – № 4. – С. 54-57.
47. Жуков, И.Ю. Биологические свойства изолятов вируса африканской чумы свиней и особенности течения болезни при экспериментальном заражении: дисс. канд. биол. наук: 03.02.02 / Жуков Иван Юрьевич. – Владимир, 2017. – 145 с.
48. Клинические и патологоанатомические изменения у диких европейских кабанов и домашних свиней при заражении вирусом 141 африканской чумы свиней / С.Г. Ремыга, А.С. Першин, И.В. Шевченко [и др.] // *Ветеринария сегодня*. – 2016. – № 3 (18). – С. 46–51.
49. <https://asm.org/Articles/2022/March/African-Swine-Fever-Virus-Is-A-Global-Concern>
50. Hongliang Zhang, Saisai Zhao, Haojie Zhan et al. Vaccines for African swine fever: an update // *Front. Microbiol.*, 27 April 2023 Sec. Infectious Agents and Disease Vol. 14. – 2023/ <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1139494>
51. Ana Catarina and Fernando Ferreira. African swine fever control and prevention: an update on vaccine development/ *Emerg Microbes Infect.* 2022; 11(1): 2021–2033. Published online 2022 Aug 25. doi: 10.1080/22221751.2022.2108342

52. Груздев К. Н., Караулов А. К., Иголкин А. С. Опыт борьбы с африканской чумой свиней в Российской Федерации и его значение для других стран // Ветеринария сегодня. – 2020. – №. 1. – С. 38-43.

53. Galindo I., Alonso C. African swine fever virus: a review // *Viruses*. – 2017. – Vol 9. – №. 5. – P. 103.

## References

1. Carola S.L., Franz J.C., Carolina P., Ulrike B. and et al. African Swine Fever in Wild Boar in Europe-A Review. *Viruses*. 2021 Aug 30; 13(9):1717. doi: 10.3390/v13091717

2. Penrith M.L., Thomson G.R., Bastos A.D., Phiri O.C., Lubisi B.A., Du Plessis E.C., Macome F., Pinto F., Botha B., Esterhuysen J. An investigation into natural resistance to African swine fever in domestic pigs from an endemic area in southern Africa. *Rev. Sci. Tech.* 2004; 23:965-977. doi: 10.20506/rst.23.3.1533.

3. Alonso C., Borca M., Dixon L., Revilla Y., Rodriguez F., Escribano J.M. ICTV Virus Taxonomy Profile: Asfarviridae. *J. Gen. Virol.* 2018; 99:613–614. doi: 10.1099/jgv.0.001049.

4. <https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/animal-diseases/old-classification-of-diseases-notifiable-to-the-oie-list-a/>

5. African swine fever: detection and diagnosis / BeltránAlcrudo D. [et al.] //FAO Animal Production and Health. Manual (Russian ed.). – FAO. – № 19. – 2017

6. A manual for preparing contingency plans for an African swine fever epidemic: prepared by: Marie-Louise Penrith [et al.] FAO Manual on Animal Health and Reproduction. – No. 8. Rome. – 2009. – 75 p.

7. Epidemiology of African swine fever virus / S. Costard [et al.] // *Virus research*. – 2013. – Vol. 173. – №. 1. – P. 191-197.

8. African swine fever in Russia: distribution and clinical-anatomical manifestation / K.N. Gruzdev, A.S. Igolkin, A.M. Rakhmanov [and others] // *Veterinary medicine today*. – 2014. – No. 4. – pp. 10-24.

9. Bakulov I.A., Makarov V.V. Problems of modern evolution of African swine fever // *Bulletin of Agricultural Science*. – 1990. – No. 3. – pp. 46-55.

10. Makarov, V.V. African swine fever // *Russian Veterinary Journal*. – 2018. – No. 6. – pp. 15-19.

11. Rahimi P., Sohrabi A., Ashrafihelan J., Edalat R., Alamdari M., Masoudi M., Mostofi S., Azadmanesh K. 2010. Emergence of African Swine Fever Virus, Northwestern Iran. *Emerging Infectious Diseases* 16: 1946-1948.

12. P.J. Sánchez-Cordón, M. Montoya, A.L. Reis, and L.K. Dixon. African swine fever: A re-emerging viral disease threatening the global pig industry. *Vet J.* 2018 Mar; 233: 41-48. doi: 10.1016/j.tvjl.2017.12.025: 10.1016/j.tvjl.2017.12.025

13. Woźniakowski G., Kozak E., Kowalczyk A., Łyjak M., Pomorska-Mól M., Niemczuk K., Pejsak Z. 2016. Current status of African swine fever virus in a population of wild boar in eastern Poland (2014–2015). *Archives of Virology* 161:189-195.

14. Sánchez-Vizcaíno J.M., Mur L., Sánchez-Matamoros A., Martínez-López B. 2014. African swine fever: new challenges and measures to prevent its spread. Paper presented at the 82nd General Session of the World Assembly of OIE, 25–30 May 2014, Paris, France. [www.oie.int/doc/ged/D13786](http://www.oie.int/doc/ged/D13786).

15. Epizootic of African swine fever 2007–2017. part 1. general trends of ASF on the territory of the Russian Federation and Eurasia / A.S. Oganessian, M.A. Shibaev, N.E. Baskakova [and others] // *Veterinary medicine today*. – 2018. – No. 2. – pp. 18-25.
16. A.A. Glazunova, T.A. Sevskikh, D.A. Lunina, I.S. Tkachev. Analysis of the risks of the spread of African swine fever in the Samara region // *Veterinary Medicine*. – 2021. – No. 9. – P. 16-22.
17. C. Gallardo, J. Fernández-Pinero, M. Arias. African swine fever (ASF) diagnosis, an essential tool in the epidemiological investigation // *Virus research*. – 2019. – Vol. 271. – P. 197676.
18. Makarov, V.V. African swine fever: epizootic polymorphism and control. Part 3. Economics and extrapolation to the Russian Federation / V.V. Makarov, V.A. Rough // *Veterinary Medicine Today*. – 2013. - No. 4. – P. 8-11.
19. Gale, J., H. Dormido, and A. Leung. 2019. African Swine Fever Is Spreading Fast and Eliminating It Will Take Decades. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/graphics/2019-eliminating-african-swinefever/>.
20. World Grain. 2019. ASF Outbreak Reaches Beyond China. 3 October. <https://www.world-grain.com/articles/12689-asf-outbreak-reaches-beyond-china>.
21. Mackenzie, D. 2019. A Quarter of All Pigs Have Died This Year due to African Swine Fever. *New Scientist*. 5 November. <https://www.newscientist.com/article/2222501-a-quarter-of-all-pigs-havedied-this-year-due-to-african-swine-fever/>.
22. Gulenkin, V.M. Assessment of economic damage from African swine fever / N.S. Bardina, A.A. Shevtsov // *Veterinary medicine*. – 2011. - No. 10. – pp. 10-12.
23. Izotova, O.G. African swine fever as a threat to domestic pig farming / O.G. Izotova, M.M. Goryacheva // *Modern problems of innovative development of science. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference*. – Ufa: OMEGA-SCIENCE, 2017. – pp. 274-276.
24. Gruzdev K.N., Karaulov A.K., Igolkin A.S. Experience in combating African swine fever in the Russian Federation and its significance for other countries // *Veterinary Science Today*. – 2020. – No. 1. – P. 38-43.
25. Animal disease events / OIE. – URL: <https://wahis.oie.int/#/events>. – (06.02.2022).
26. Forecast for African swine fever in the Russian Federation for 2020 / O.N. Petrova, F.I. Korenny, A.K. Karaulov [and others]. - URL: [https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/iac/asf/publications/asf\\_prognoz2020.pdf](https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/iac/asf/publications/asf_prognoz2020.pdf). – (дата обращения: 11.03.2021).
27. Evaluation of seven commercial African swine fever virus detection kits and three Taq polymerases on 300 well-characterized field samples / M. E. Schoder [et al.] // *Journal of Virological Methods*. – 2020. – Vol. 280. – P. 113874.
28. Beltrán - Alcrudo D. [et al.] // *FAO Animal Production and Health. Manual (Russian ed.)*. – FAO. – № 19. – 2017.
29. Alejo A., Matamoros T., Guerra M., Andrés G. A Proteomic Atlas of the African Swine Fever Virus Particle. *J. Virol.* 2018; 92: e01293-18. doi: 10.1128/JVI.01293-18.
30. Wang N., Zhao D., Wang J., Zhang Y., Wang M., Gao Y., Li F., Wang J., Bu Z., Rao Z., et al. Architecture of African swine fever virus and implications for viral assembly. *Science*. 2019; 366:640–644. doi: 10.1126/science.aaz1439.
31. Liu S., Luo Y., Wang Y., Li S., Zhao Z., Bi Y., Sun J., Peng R., Song H., Zhu D., et al. Cryo-EM Structure of the African Swine Fever Virus. *Cell Host Microbe*. 2019; 26:836-843.e833. doi: 10.1016/j.chom.2019.11.004.

32. Breese S.S., Jr., DeBoer C.J. Electron microscope observations of African swine fever virus in tissue culture cells. *Virology*. 1966; 28:420–428. doi: 10.1016/0042-6822(66)90054-7.
33. Hawes P.C., Netherton C.L., Wileman T.E., Monaghan P. The envelope of intracellular African swine fever virus is composed of a single lipid bilayer. *J. Virol.* 2008; 82:7905-7912. doi: 10.1128/JVI.00194-08.
34. Andrés G., García-Escudero R., Simón-Mateo C., Viñuela E. African Swine Fever Virus Is Enveloped by a Two-Membraned Collapsed Cisterna Derived from the Endoplasmic Reticulum. *J. Virol.* 1998; 72:8988–9001. doi: 10.1128/JVI.72.11.8988-9001.1998.
35. Andres G., Simon-Mateo C., Vinuela E. Assembly of African swine fever virus: Role of polyprotein pp220. *J. Virol.* 1997; 71:2331–2341. doi: 10.1128/jvi.71.3.2331-2341.1997.
36. Reis A.L., Netherton C., Dixon L.K. Unraveling the Armor of a Killer: Evasion of Host Defenses by African Swine Fever Virus. *J. Virol.* 2017; 91:e02338-16. doi: 10.1128/JVI.02338-16.
37. G.Wang, M.Xie, Wei Wu and Zh.Chen. Structures and Functional Diversities of ASFV Proteins// *Viruses* 2021, 13(11), 2124; <https://doi.org/10.3390/v13112124>.
38. Qi Liu, Bingting Ma, Nianchao Qian, Fan Zhang, Xu Tan, Jianlin Lei and Ye Xiang. Structure of the African swine fever virus major capsid protein p72 // *Cell Research* (2019) 29:953-955. <https://doi.org/10.1038/s41422-019-0232-x>.
39. S.Blome, K.Franzke, M.Beer. African swine fever – A review of current knowledge// *Virus Research* 287 (2020) 198099.
40. <https://rr-africa woah.org/en/projects/gf-tads-for-africa/african-swine-fever/>
41. <https://www.fao.org/animal-health/situation-updates/asf-in-asia-pacific/en>
42. Balchunas E.S., Glazunov Yu.V. Review of the state of the problem of African swine fever (ASF) in Russia for 2022. *Bulletin of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals.* – 2022 – No. 2 (37). – P. 12-22.
43. <https://www.fao.org>
44. Zhaoyao Li, Wenxian Chen, Zilong Qiu, Yuwan Li, Jindai Fan, Keke Wu, Xiaowen Li, Mingqiu Zhao, Hongxing Ding, Shuangqi Fan, and Jinding Chen . African Swine Fever Virus: A Review // *Life (Basel)*. 2022 Aug; 12(8): 1255
45. <https://www.star-idaz.net/report/gara-gap-analysis-report-2018>
46. Biological properties and molecular genetic characteristics of the African swine fever virus isolated in 2016-2017. In various regions of the Russian Federation / M.E. Vlasov, A.R. Imatdinov, I.A. Titov [et al.] // *Russian agricultural science.* – 2018. – No. 4. – P. 54-57.
47. Zhukov, I.Yu. Biological properties of African swine fever virus isolates and features of the course of the disease during experimental infection: dissertation. Ph.D. biol. Sciences: 03.02.02 / Zhukov Ivan Yurievich. – Vladimir, 2017. – 145 p.
48. Clinical and pathological changes in wild European wild boars and domestic pigs when infected with African swine fever virus 141 / S.G. Remyga, A.S. Pershin, I.V. Shevchenko [and others] // *Veterinary medicine today.* – 2016. – No. 3 (18). – pp. 46–51.
49. <https://asm.org/Articles/2022/March/African-Swine-Fever-Virus-Is-A-Global-Concern>
50. Hongliang Zhang, Saisai Zhao, Haojie Zhan et al. Vaccines for African swine fever: an uptade // *Front. Microbiol.*, 27 April 2023 Sec. Infectious Agents and Disease Vol. 14. – 2023/ <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1139494>

51. Ana Catarina and Fernando Ferreira. African swine fever control and prevention: an update on vaccine development/ Emerg Microbes Infect. 2022; 11(1): 2021–2033. Published online 2022 Aug 25. doi: 10.1080/22221751.2022.2108342

52. Gruzdev K.N., Karaulov A.K., Igolkin A.S. Experience in combating African swine fever in the Russian Federation and its significance for other countries // Veterinary Science Today. – 2020. – No. 1. – pp. 38-43.

53. Galindo I., Alonso C. African swine fever virus: a review // Viruses. – 2017. – Vol 9. – №. 5. – P. 103.

## АФРИКАЛЫҚ ШОШҚА ОБАСЫ: ЭПИЗООТИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙҒА, ҚОЗДЫРҒЫШТЫҢ ЖӘНЕ ТУЫНДАЙТЫН АУРУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ ШОЛУ

Г.А. Жаппарова\*<sup>ID</sup>, Б.Ш. Мырзахметова<sup>ID</sup>, К.Б. Бисенбаева<sup>ID</sup>,  
М.Т. Мухамбетов<sup>ID</sup>, Л.Б. Кутумбетов<sup>ID</sup>

ҚР ДСМ «Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты»,  
Гвардейский қтк, Қазақстан  
\*gulzhan1003@mail.ru

**Аннотация.** Африкалық шошқа обасы (АЖО) - үй шошқалары мен жабайы шошқалар арасында өте жоғары өлім-жітімді вирустық геморрагиялық ауру. Дүниежүзілік жануарлар денсаулығын қорғау ұйымының (ДЖДҰ) деректері бойынша соңғы 5 жылда аурудың таралу аймағы орасан зор аумақты қамтиды. Сахараның оңтүстігіндегі Африкадан, Еуропа мен Азиядан және Ресей Федерациясының аумағынан алынған хабарламаларды ескере отырып, соңғы жылдары АЖО зардап шеккен елдер мен аумақтардың саны артты. Аурудың таралу қаупін арттыратын негізгі факторлар биоқауіпсіздік шаралары мен адам мінез-құлқы нашар мал шаруашылығын басқару жүйесі болып табылады. Көптеген елдер ветеринариялық қызметтегі кемшіліктерге байланысты мал ауруларына қарсы шараларды тиімді жүзеге асыру үшін күресуде. Көптеген жағдайларда бұл ұзақ мерзімді инвестициялардың жетіспеушілігінен, қажетті іс-шаралар мен ресурстарды тиімді жүзеге асыруға, үйлестіруге және қолдауға кедергі келтіретін дағдарысты басқарудың жеткіліксіз стратегияларына негізделген әртүрлі мүдделі тараптардың пікірлерін және саясаттарын тиісті түрде ескермеумен байланысты. Әртүрлі эпизоотиялық жағдайларға бейімделудің қабілетсіздігі ғылыми зерттеулердің маңыздылығын арттырады, АЖО жақсырақ бақылауға көмектеседі немесе бұрыннан бар энзоотиялық ошақтардағы мәселелерді шешудің жаңа тәсілдерін ашады. Бұл мақала АЖО вирусологиясы саласындағы қазіргі білім мен жетістіктерге, заманауи штаммдармен инфекцияның клиникалық көріністеріне, эпидемиологияға, диагностикаға және бақылауға бағытталған.

**Түйін сөздер:** африкалық шошқа обасы; Африкалық шошқа обасы вирусы; қоздырғыш; эпидемиология; эпизоотиялық жағдай; геморрагиялық қызба; індет таралуы.

# AFRICAN SWINE FEVER: AN OVERVIEW OF THE EPIZOOTIC SITUATION, CHARACTERISTICS OF THE PATHOGEN AND THE DISEASE IT CAUSES

G.A. Zhapparova\*<sup>ID</sup>, B.Sh. Myrzakhmetova<sup>ID</sup>, K.B. Bisenbaeva<sup>ID</sup>,  
M.T. Mukhambetov<sup>ID</sup>, L.B. Kutumbetov<sup>ID</sup>

«Research institute for biological safety problems» of the Ministry of Health of the Republic of  
Kazakhstan, Gvardeysky, Kazakhstan

\*gulzhan1003@mail.ru

**Abstract.** African swine fever (ASF) is a viral hemorrhagic disease with extremely high mortality among domestic pigs and wild boars. According to OIE data for the last 5 years, the disease has spread over a vast area. The number of countries and territories affected by ASF has increased in recent years, with notifications received from sub-Saharan Africa, Europe and Asia, and the territory of the Russian Federation. The main factors that increase the risk of disease spread are livestock management systems with inappropriate biosafety measures and human behavior. Many countries struggle to effectively implement livestock disease control measures due to deficiencies in veterinary services. In many cases, this is due to a lack of long-term investment, inappropriate consideration of the perspectives of different stakeholders, and policies based on inadequate crisis management strategies that do not effectively implement, coordinate and sustain the necessary interventions and resources. The impossibility and inability to adapt to different epizootic situations increases the importance of scientific research, methodological developments that will help to better control ASF or open new approaches to solving problems in long-standing enzootic foci. This article focuses on current knowledge and advances in ASF virology, clinical manifestations of infection with modern strains, epidemiology, diagnosis and control.

**Keywords:** african swine fever; African swine fever virus; pathogen; epidemiology; epizootic situation; hemorrhagic fever; outbreak.

## ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С И ЙОДА В ПЛОДАХ ЗИЗИФУС *ZYZYPHUS JUJUBA MILL*

Е.В. Фокина 

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт биомедицинских систем и биотехнологий  
Высшая школа биотехнологий и пищевых производств, г. Санкт-Петербург, Россия  
elizabeth\_fox@mail.ru

**Аннотация.** В данной исследовательской работе проведено изучение содержания витамина С и йода в плодах зизифуса *Zyzyphus jujuba Mill* нового селекционного сорта «Конфетный». Установлено, что данный плод богат биоактивными веществами, проявляющими антиоксидантную, противовоспалительную, противовирусную, антимикробную и прочие активности. Плод этого фрукта является источником каротиноидов, флавоноидов и других биоактивных соединений, перспективных для применения в пищевой, медицинской промышленности. Так же плод богат по содержанию макро- и микроэлементов, таких как витамин С и йод.

На основании анализа имеющихся методов по определению биологически активных веществ были выбраны простые в использовании методы: титриметрический, оптический и хроматографический.

Результаты исследований по определению содержания витамина С и йода в плодах *Zyzyphus jujuba Mill* селекционного сорта «Конфетный» могут быть использованы при разработке рецептурных композиций сладкой консервной продукции для функционального питания.

**Ключевые слова:** биологические активные вещества; микроэлементы; витамин С; йод; зизифус.

### Введение

Фрукты – источник биологически активных веществ. Биологически активные вещества (БАВ) – химические или биологические вещества природного или синтетического происхождения, оказывающие влияние на процессы, протекающие в живом организме [1].

Фрукты как элементы питания являются источником биологически активных веществ. Биологически активные вещества фруктов представлены различными классами химических соединений (полифенолы, витамины и микроэлементы) и обладают антиоксидантными, противовоспалительными, антимикробными, кардиопротекторными и нейропротекторными свойствами [2, 3, 4, 5].

В связи с этим, фрукты являются функциональными продуктами питания. Экстракты из фруктов могут стать основой фармацевтических препаратов для предотвращения и/или лечения некоторых хронических осложнений.

**Витамины** – это низкомолекулярные органические соединения с различными химическими свойствами, которые ускоряют различные химические реакции, регулируют процессы, которые происходят в живом организме. Для нормальной жизнедеятельности

организма человека потребность в витаминах небольшая, но витамины синтезируются в не большом количестве или не синтезируются совсем. Поэтому они должны поступать в него с пищей [6]. Известно более 30 различных соединений, которые относят к витаминам. Большой интерес представляет витамин С.

Витамин С представляет собой водорастворимый витамин, который присутствует в некоторых продуктах, добавляется в другие и доступен в виде пищевой добавки. Организм человека не способен синтезировать самостоятельно витамин С, поэтому он является важным диетическим компонентом [7].

Витамин С необходим для синтеза коллагена, L-карнитина и некоторых нейромедиаторов; витамин С также участвует в белковом обмене [8, 7]. Коллаген является важным компонентом соединительной ткани, который играет жизненно важную роль в заживлении ран. Витамин С также является важным физиологическим антиоксидантом [9], и было показано, что он регенерирует другие антиоксиданты в организме, включая альфа-токоферол (витамин Е) [10]. Текущие исследования изучают, может ли витамин С, ограничивая разрушительное воздействие свободных радикалов благодаря своей антиоксидантной активности, помочь предотвратить или отсрочить развитие некоторых видов рака, сердечно-сосудистых заболеваний и других заболеваний, причиной которых является окислительный стресс [11]. В дополнение к своим биосинтетическим и антиоксидантным функциям витамин С играет важную роль в иммунной функции [10] и улучшает усвоение негемового железа [12], формы железа, присутствующей в растительных продуктах. Недостаточное потребление витамина С вызывает цингу, которая характеризуется утомляемостью или вялостью, распространенной слабостью соединительной ткани и ломкостью капилляров [8, 10, 7].

*Микроэлементы.* Немаловажную роль в обмене веществ играют микроэлементы. При этом содержание их в организме человека колеблется в пределах  $10^{-3}$ - $10^{-12}$  %. Обмен белков, жиров, углеводов, теплообмен, кроветворение и ряд других процессов невозможны без участия микроэлементов [13]. Серьезные заболевания организма могут стать следствием нехватки микроэлементов.

Одним их основных микроэлементов является йод. Он является важным компонентом гормонов щитовидной железы. Заболевания, связанные с йододефицитом, диагностируют у 30 % населения [14]. Проблема дефицита йода остается актуальной как для развивающихся стран, так и промышленно развитых регионов мира [15]. Норма суточного потребления йода определяется возрастом человека и колеблется от 90 до 250 мкг [16].

Решением в борьбе с йододефицитом стало употребление в пищу йодированной соли. При этом до 90 % населения должно употреблять йодированную соль на постоянной основе. Фактически потребление йодированной соли не достигает целевого показателя и составляет порядка 30 % [17]. В связи с этим практически на всей территории России диагностируется йодная эндемия [18]. Отсутствие йода в потребляемой пище, или низкое его содержание, вызывает нарушения в работе щитовидной железы, как у детей, так и у взрослых [19], и является причиной патологий различной степени тяжести (в том числе нарушения умственного и физического развития, гипотиреоз, злокачественные образования щитовидной железы и др.) [20].

Восполнить йододефицит в организме можно введением в рацион продуктов, богатых йодом. В связи с этим, важно оценивать содержание биологически активных веществ и микроэлементов в продуктах и добавления их в пищевой рацион.

*Зизифус* – растение, которое было окультурено много лет назад и в настоящее время практически неизвестно в дикой природе. Существует две версии происхождения зизифуса. По одной версии, данное растение родом из Китая, откуда и произошло название «китайский финик», по другой – зизифус происходит из Африки. В настоящее время зизифус выращивают в регионах с субтропическим и тропическим климатом: Индия, Ближний Восток, Северная Африка, страны Средиземноморья, а также южный Китай и Япония. Введено в культуру в США, Австралии, Южной Америке.

Плоды зизифуса (*Zyzyphus jujuba* Mill) – излюбленная и здоровая пища, источник биоактивных веществ необходимых для организма человека, в том числе углеводов, белков, пищевых волокон, ненасыщенных жирных кислот, витаминов и минералов [21].

Плоды зизифуса особенно богаты витамином С, который при переработке плодов сохраняется на 60 % [22]. Содержание витамина С отличается у различных сортов и колеблется от 317,0 до 627,3 мг/100 г. Повышенное содержание витамина С отмечается у сортов зизифуса селекции Никитинского ботанического сада, достигая 627,3 мг/100 г.

*Методы определения йода в растительном сырье.* Предложено много методов определения йода в растительном сырье, но особенности химических свойств йода делает их трудоемкими и сложными. Можно выделить несколько методов для определения йода.

Для определения йода в воде, поваренной соли были разработаны титриметрические методы, которые не требуют специальной аппаратуры и просты в постановке. Многостадийность, необходимость введения нескольких окислителей и восстановителей, а также невысокая чувствительность ( $10^{-3}$ - $10^{-4}$  моль/л) являются недостатками данных методов [23].

Оптические методы более специфичны, используются для определения йода в биологических жидкостях, пищевых продуктах растительного и животного происхождения, в кормах и растениях, например, в картофеле, моркови, яблоках, молоке, морских продуктах, чае, сладостях и др. Они характеризуются довольно высокой чувствительностью и низким пределом обнаружения. Предел обнаружения йода в среднем составляет в фотометрических методах –  $10^{-1}$  мг/л, экстракционно-фотометрических или флуориметрических –  $10^{-2}$  мг/л, спектрофотометрических –  $10^{-2}$  мг/л [24].

Хроматографические методы. Метод газожидкостной хроматографии чувствителен, используется для объектов с малым содержанием йода, предел обнаружения составляет  $10^{-3}$  мг/л. Использование хроматографических методов требует сложно пробоподготовки [25].

Можно отметить еще ряд чувствительных методов определения йода. Однако они требуют сложного оборудования и являются мало доступными [26, 27]. Обширный набор методов количественного анализа йода свидетельствует о поиске учеными эффективных, высокоточных и доступных методов, позволяющих определять йод в различных объектах с целью решения проблемы йододефицита.

## Материалы и методы

Основным объектом исследования являлись плоды зизифуса настоящего (*Ziziphus jujuba* Mill), нового сорта «Конфетный» Крымской селекции.

### *Определение содержания витамина С*

Содержания витамина С в экстрактах плодов проводили в соответствии с ГОСТ 24556-89 [28].

#### *Приготовление экстрагирующего раствора:*

В качестве экстрагирующего раствора использовали раствор соляной кислоты с массовой долей 2 %.

#### *Приготовление стандартных растворов аскорбиновой кислоты:*

Для приготовления раствора аскорбиновой кислоты концентрации 1,0 г/дм<sup>3</sup> взвешивали 0,1000 г аскорбиновой кислоты с погрешностью не более 0,0001 г, навеску растворяли в экстрагирующем растворе в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup>, объем доводили до метки тем же раствором и перемешивали.

Для приготовления раствора с концентрацией 0,1 г/дм<sup>3</sup> вносили пипеткой 10 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты с концентрацией 1,0 г/дм<sup>3</sup> в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, объем доводили до метки экстрагирующим раствором и перемешивали.

Растворы аскорбиновой кислоты неустойчивы, поэтому их готовили перед проведением испытания.

#### *Приготовление раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия и определение его титра:*

Навеску 0,05 г 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия растворяли приблизительно в 150 см<sup>3</sup> горячей воды, предварительно прокипяченной в течение 30 мин или содержащей 0,042 г двууглекислого натрия, охлаждали до комнатной температуры, доводили до объема 200 см<sup>3</sup> той же охлажденной водой, перемешивали и фильтровали в темную склянку. Раствор хранили в холодильнике не более 10 дней.

Титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия устанавливали по стандартному раствору аскорбиновой кислоты с концентрациями 1,0 и 0,1 г/дм<sup>3</sup> в день проведения испытания.

Для этого в две колбы вместимостью 50 или 100 см<sup>3</sup>, в которые предварительно прибавлено по 9 см<sup>3</sup> воды, вносили пипеткой по 1 см<sup>3</sup> раствора аскорбиновой кислоты и быстро титровали раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до светло-розовой окраски, не исчезающей в течение 15-20 с.

Одновременно проводили контрольное испытание. Для этого в колбу вместимостью 50 или 100 см<sup>3</sup> вносили 1 см<sup>3</sup> экстрагирующего раствора, 9 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и титровали раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия.

Титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия в граммах аскорбиновой кислоты, эквивалентного одному кубическому сантиметру раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, вычисляли по формуле:

$$T = \frac{m}{V_1 - V_2}, \quad (3)$$

где  $m$  - масса аскорбиновой кислоты, содержащаяся в 1 см<sup>3</sup> стандартного раствора, г;

$V_1$  - объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на титрование стандартного раствора аскорбиновой кислоты, см<sup>3</sup>;

$V_2$  - объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на контрольное испытание, см<sup>3</sup>

*Проведение испытания (экстрагирование и титрование):*

Навеску исследуемой пробы от 5 до 50 г гомогенизировали не более 2 мин с небольшим количеством экстрагирующего раствора (не менее 1 см<sup>3</sup> раствора на 1 г пробы) и переносили в мерную колбу или цилиндр вместимостью 100 см<sup>3</sup>, смывая гомогенат небольшими порциями экстрагирующего раствора до тех пор, пока объем не достигнет метки. Содержимое выдерживали в течение 10 мин, перемешивали и фильтровали.

В колбу вместимостью 50 или 100 см<sup>3</sup> пипеткой вносили от 1 до 10 см<sup>3</sup> экстракта, доводили объем водой до 10 см<sup>3</sup> и титровали раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 15-20 с.

*Обработка результатов:*

Массовую долю аскорбиновой кислоты (X) в процентах вычисляли по формуле:

$$T = \frac{m}{V_1 - V_2} \quad (4)$$

где V<sub>1</sub> - объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на титрование экстракта пробы, см<sup>3</sup>;

V<sub>2</sub> - объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на контрольное испытание, см<sup>3</sup>;

T - титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, г/см<sup>3</sup>;

V<sub>3</sub> - объем экстракта, полученный при экстрагировании витамина С из навески продукта, см<sup>3</sup>;

V<sub>4</sub> - объем экстракта, используемый для титрования, см<sup>3</sup>;

m - масса навески продукта, г.

*Определение содержания йода*

Определение содержания йода проводили по методике выполнения измерений МУ 31–07/04 [29].

*Приготовление аттестованных смесей на основе иодид-иона 1000 мг/дм<sup>3</sup>*

1 мл иодид-иона 1000 мг/дм<sup>3</sup> разводили в бидистиллированной воде до получения концентраций 100 мг/дм<sup>3</sup>, 10 мг/дм<sup>3</sup>, 1 мг/дм<sup>3</sup>.

*Приготовление калия гидроокись 10 %*

10 г калия гидроокиси растворяли бидистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup> и доводили объем раствора до метки бидистиллированной водой.

*Приготовление раствора калия хлорид 1M*

7,46 г калия хлорида растворяли бидистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Доводили объем до метки бидистиллированной водой.

*Приготовление раствора калия перманганат 3 %*

3 г калия перманганата растворяли бидистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup> и доводили объем до метки бидистиллированной водой.

*Приготовление раствора цинка сернокислого 10 %*

10 г цинка сернокислого растворяли в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup> бидистиллированной водой. Доводили объем раствора до метки бидистиллированной водой.

*Приготовление фонового раствора*

В кварцевый стаканчик добавили 9-11 см<sup>3</sup> бидистиллированной воды и 0.5 см<sup>3</sup> концентрированной муравьиной кислоты.

### Подготовка электродов

- Приготовления хлорсеребряного электрода

Перед работой корпус хлорсеребряного электрода заполняли с помощью дозатора одномолярным раствором калия хлорида. Электрод перезаполняли новым раствором не реже одного раза в неделю.

- Приготовление рабочего электрода

Опускали часть рабочей поверхности электрода в металлическую ртуть. Затем ртуть на электроде растирали фильтровальной бумагой для равномерного ее распределения по всей рабочей поверхности.

### Предварительная подготовка проб

Предварительно пробы продуктов тщательно гомогенизировали.

Взвешивали навеску 0,1-0,3 г в кварцевые стаканчики, добавляли 1 см<sup>3</sup> раствора калия гидроокиси 10 %, оставляли на 30 мин.

Далее выпаривали в камере выпаривания печи ПДП при температуре 120 °С в течение 50 мин. Затем выдерживали стаканчики в камере озоления печи ПДП 20 мин при 550°С для обугливания образца.

Стаканчики охлаждали, добавляют в них 1 см<sup>3</sup> бидистиллированной воды и калия перхлората на кончике лопатки. Хорошо перемешивали и выпаривали в выпаривателе печи ПДП по программе: 120°С – 5 минут, 150°С – 15 минут, 200°С – 5 минут.

Стаканчики помещали в камеру озоления печи ПДП и выдерживали пробу при температуре 550°С 20 мин.

Пробы растворяли в 10 см<sup>3</sup> бидистиллированной воды. 1 см<sup>3</sup> полученного раствора добавляли к фоновому раствору в кварцевый стаканчик.

Раствор анализировали в вольтамперометрическом анализаторе ТА-Lab, Томьаналит.

### Результаты

Витамин С плодов *Ziziphus jujuba Mill.* Для определения содержания витамина С был выбран титриметрический метод.

Для экстрагирования витамина С брали навеску пробы 10 г, гомогенизировали с использованием небольшого количества соляной кислоты 2 %, далее все переносилось в колбу вместимостью 100 мл, добавляя соляную кислоту до метки, выдерживали 10 минут, фильтровали. Полученный экстракт использовался для определения витамина С с использованием титрования 2,6 – дихлорфенолдофенолятом. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание витамина С в субтропических фруктах

Наименование плода	Содержание витамина С, %	Метрологические данные			
		$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\Delta\bar{X}, \alpha=0,05$	$\varepsilon, \%$
Зизифус «Конфетный»	0,336	0,336	0,0252	0,020	3,1
Хурма «Никитинская»	0,009	0,0009	0,0001	0,000	7,7
Фейхоа	0,006	0,0006	0,0001	0,000	3,4

Как видно из данных таблицы 1, наибольшее содержание витамина С отмечено для плодов зизифуса. Однако по сравнению с другими сортами зизифуса Крымской селекции (таблица 1), сорт «Конфетный» содержит практически в два раза меньше витамина С. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах хурмы и фейхоа ниже в 30 и 50 раз, соответственно.

*Определение и сравнительный анализ содержания йода в разноплодных субтропических фруктах*

Содержание йода определяли в плодах хурмы, зизифуса и фейхоа. В работе использовали сорта Крымской селекции: хурма Никитинская, зизифус Конфетный и фейхоа.

Для определения йода вольтамперометрическим методом использовали золу, полученную из мякоти плодов.

Результаты исследования представлены в виде вольтамперограмм (рисунок 1-3).

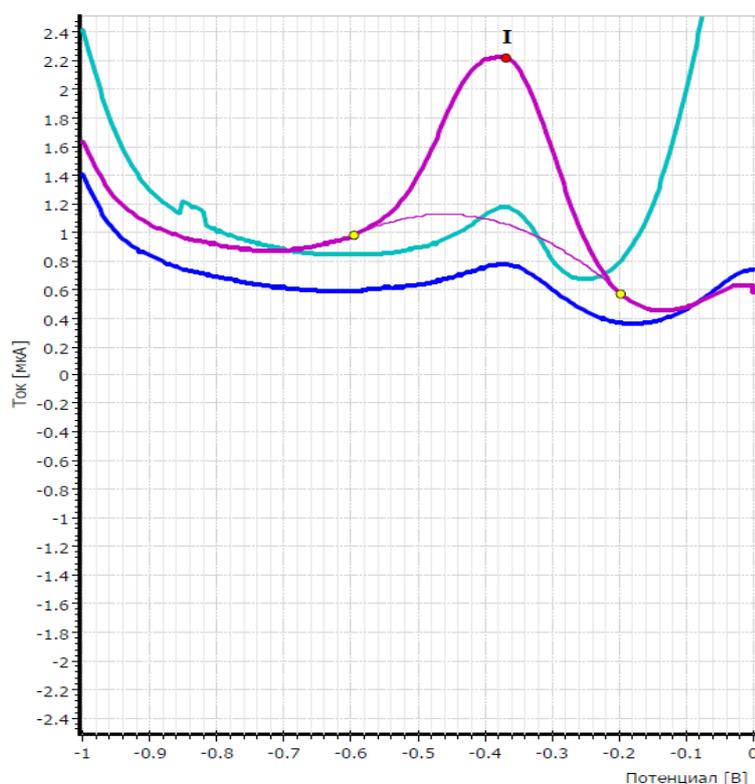


Рисунок 1 – Вольтамперограмма измерения массовой концентрации йода, полученная из золы мякоти зизифуса

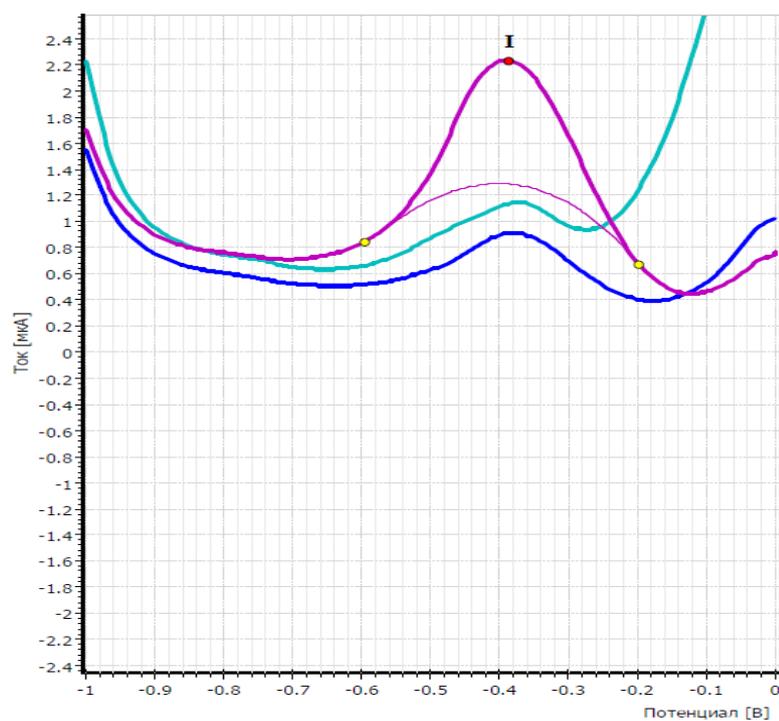


Рисунок 2 - Вольтамперограмма измерения массовой концентрации йода, полученная из золы мякоти фейхоа

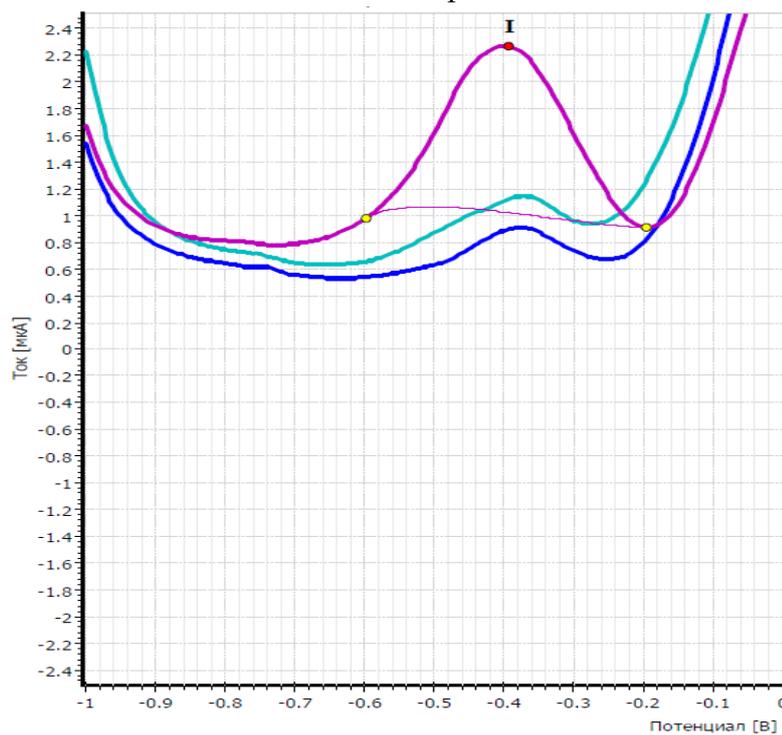


Рисунок 3 - Вольтамперограмма измерения массовой концентрации йода, полученная из золы мякоти хурмы.

После анализа полученных вольтамперограмм было рассчитано содержание йода в мг/кг (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание йода в разноплодных субтропических фруктах

Наименование плода	Содержание йода, мг/кг	Метрологические данные			
		$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\Delta\bar{X}, \alpha=0,05$	$\varepsilon, \%$
Зизифус «Конфетный»	0,173±0,002	0,173	0,003	0,002	0,6
Хурма «Никитинская бордовая»	0,229±0,009	0,229	0,015	0,009	2,1
Фейхоа «Никитинская ароматная»	0,350 ±0,016	0,350	0,024	0,016	2,3

Как видно из таблицы 2 наибольшее содержание йода установлено в плодах фейхоа.

В доступной литературе какой-либо информации о содержании йода в плодах зизифуса не было найдено. Результаты наших исследований показали, что в плодах зизифуса йод имеется и накапливается до 0,174 мг/кг.

### Обсуждение

На содержание йода в плодах субтропических фруктов влияют условия произрастания. Сименко Е.С. и др. [30] в своих исследованиях установили, что содержание йода в плодах фейхоа колеблется от 0,31 до 1,5 мг/кг. Высокое содержание йода (около 0,3 мг/кг) в плодах фейхоа было установлено Омаровой З.М. [31] и др.

Батуч М.Г. [32] были проведены исследования по определению содержания йода в плодах хурмы сортов «Хачиа», «Зенджи-Мару» и «Хиакум» выращенные в Дагестане, результаты варьировались от 0,181 мг/кг до 0,21 мг/кг. Аналогичные результаты были получены Омаровым М.Д [33], содержание йода в плодах достигало 0,21 мг/кг.

Сравнивая результаты, полученные нами и другими исследователями, можно сказать, что хурма, выращенная крымскими селекционерами, не уступает по свойствам другим сортам.

Полученные нами данные показывают, что хурма, фейхоа и зизифус богаты йодом. Введение в рацион этих плодов позволит восполнить йододефицит у людей, проживающих в регионах с дефицитом содержания йода в продуктах питания.

### Заключение

Установлено, что содержание витамина С в *Ziziphus jujuba Mill* сорта «Конфетный» составило 0,336±0,020 %; содержание йода – 0,173±0,002 мг/кг.

Сравнительный анализ определения содержания йода в плодах зизифуса, хурмы и фейхоа Крымской селекции показали, что содержание йода в плодах зизифуса, хурмы и фейхоа составляет 0,174±0,002, 0,230±0,009 и 0,360±0,016 мг/кг, соответственно, что хорошо согласуется с литературными данными.

### Литературы

1. Зиганшин А.У. Биологически активное вещество // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал [Электронный ресурс] Режим доступа:

<https://bigenc.ru/c/biologicheski-aktivnoe-veshchestvo-a85b26/?v=3906611>. – Дата обращения: 02.06.2022

2. Atanasov A.G., Waltenberger B., Pferschy-Wenzig. et al. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review // *Biotechnol. Adv.* – 2015. – Vol. 33. – P. 1582–1614. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.08.001

3. Dias D.A., Urban S., Roessner U. A historical overview of natural products in drug discovery // *Metabolites*. – 2012. – Vol. 2(2). – P. 303-336. doi: 10.3390/metabo2020303.

4. Jablonsky M., Nosalova J., Sládková A. Valorisation of softwood bark through extraction of utilizable chemicals. A review // *Biotechnol. Adv.* – 2017. – Vol. 35. – P. 726-750. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2017.07.007.

5. Lee G, Bae H. Therapeutic Effects of Phytochemicals and Medicinal Herbs on Depression. // *Biomed Res Int.* – 2017. – Vol. 2017. – P. 6596241. doi:10.1155/2017/6596241

6. Новикова Е.В., Балабай Е.С., Берестовая А.А. [и др.]; под общ. ред. Черевко А.И., Михайлов В.М., Павлюк Р.Ю. Энциклопедия питания. Том 5. Биологически активные добавки: справочное издание // Москва: КноРус. – 2022. – С. 380. – ISBN 978-5-406-10221-3. – URL: <https://book.ru/book/944715>. Дата обращения: 21.05.2023.

7. Li Y., Schellhorn H.E. New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C // *J Nutr.* – 2007. – Vol. 137. – P. 2171-2184.

8. Carr A.C., Frei B. Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans // *Am J Clin Nutr.* – 1999. – Vol. 69. – P.1086-1107.

9. Frei B., England L., Ames B.N. Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. // *Proc Natl Acad Sci U S A.* – 1989. – Vol. 86. – P. 6377-6381.

10. Jacob R.A., Sotoudeh G. Vitamin C function and status in chronic disease // *Nutr Clin Care.* – 2002. – Vol. 5. – P. 66-74.

11. Vitamin C: Fact Sheet for Health Professionals. – US National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. Updated: March 26, 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-HealthProfessional/#h1>. (Дата обращения 21 мая 2023 г.)

12. Gershoff S.N. Vitamin C (ascorbic acid): new roles, new requirements? // *Nutr Rev.* – 1993. – Vol. 51. – P. 313-326.

13. Лешкевич В.В. Микроэлементы и здоровье. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.10gkb.by/informatsiya/stati/>. Дата обращения 21 мая 2023 г.

14. Ma Z.F., Skeaff S.A. Assessment of population iodine status // *Iodine Deficiency Disorders and Their Elimination*. Berlin; Heidelberg, Germany: Springer, 2017. – P. 15-28.

15. The Iodine Global Network: 2018 Annual Report. [Электронный ресурс] URL: [https://www.ign.org/cm\\_data/IGN\\_2018\\_Annual\\_Report\\_5\\_web.pdf](https://www.ign.org/cm_data/IGN_2018_Annual_Report_5_web.pdf). Дата обращения: 20 мая 2023 г

16. Cesar J.A., Santos I.S., Black R.E, Chrestani M.A.D. Iodine status of Brazilian school-age children: A national cross-sectional survey // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12. – P. 1077-1092. <https://doi.org/10.3390/nu12041077>

17. Дефицит йода в России. Время принятия решений. Выступление чл.-кор. РАН, проф. Е. А. Трошиной // *Вестник эндокринологии*. – 2020. – № 1. – С. 8-9.

18. Duborska E., Matulova M., Vaculovic T., Matus P., Urik M. Iodine Fractions in Soil and Their Determination // *Forests*. - 2021. – № 12. – P. 1512. <https://doi.org/10.3390/f12111512>

19. Zimmermann M.B., Andersson M. Global perspectives in endocrinology: Coverage of iodized salt programs and iodine status in 2020 // *European Society of Endocrinology* – 2021. – Vol. 185, № 1. – P. 13-21.
20. Xin S., Zhongyan Sh., Weiping T. Effects of increased iodine intake on thyroid disorders // *Endocrinology and Metabolism* – 2014. – Vol. 29, № 3. – P. 240-247. <https://doi.org/10.3803/EnM.2014.29.3.240>
21. Lu Y., Bao T., Mo J., Ni J., Chen W. Research advances in bioactive components and health benefits of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit // *J Zhejiang Univ Sci B*. – 2021 – Vol. 22(6). – P. 431-449. doi: 10.1631/jzus. B2000594.
22. Рихтер А.А., Литвинова Т.В., Синько Л.Т. Зизифус: биология развития растений, хранение и переработка плодов. Методические рекомендации. – Ялта: НБС-ННЦ, 2011. – С. 42.
23. Явич П.А., Кахетелидзе М.Б., Чурадзе Л.И. Методы аналитического определения йода // *Исследования в области естественных наук*. – 2014. – № 1. URL: <https://science.snauka.ru/2014/01/6585> (дата обращения: 31.05.2022).
24. Сергеев Г.М., Шляпунова Е.В., Макеева И.В. Определение йодид-ионов в минеральных водах методом экстракционной редокс-фотометрии // *Аналитика и контроль*. – 2006. – Т. 10, № 1. – С. 49-54.
25. Колотилина Н.К., Долгонос А.М. Определение йодид-иона в минерализованной природной воде методом изократической ионной хроматографии с кондуктометрическим детектированием // *Сорбционные и хроматографические процессы*. – 2009. – Т. 9, № 5. – С. 610-615.
26. Высокоточный метод первичных отношений для определения йода в сложных матрицах при помощи двойного изотопного разбавления с использованием мультиколлекторной масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и метки йод-129 06.20-19Г.144 // *РЖ 19ГД. Аналитическая химия. Оборудование лабораторий*. – 2006. – № 20.
27. Применение ионселективных электродов для определения йодид-ионов в питьевой и минеральной водах 06.13-19Г.176 // *РЖ 19ГД. Аналитическая химия. Оборудование лабораторий*. – 2006. – № 13.
28. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – Введен 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – С. 11.
29. МУ 31–07/04. Томьаналит. Методика выполнения измерений содержания йода в пищевых продуктах, продовольственном сырье, кормах и продуктах их переработки, лекарственных препаратах, витаминах, БАДах, биологических объектах методом инверсионного вольтамперометрии на анализаторах типа ТА
30. Симоненко Е.С., Симоненко С.В., Золотин А.Ю., Седова А.Е. Исследования экстрактов плодов фейхоа // *МНИЖ*. – 2018. – №11-2 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-ekstraktov-plodov-feyhoa> (дата обращения: 06.03.2023).
31. Омарова З.М., Кулян Р. В. Оценка гибридных форм фейхоа (*Feijoa sellowiana* Berg) по признакам продуктивности и качества плодов // *Новые технологии*. – 2019. – №3. – С. 181-189. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-gibridnyh-form-feyhoa-feijoa-sellowiana-berg-po-priznakam-produktivnosti-i-kachestva-plodov> (дата обращения: 06.04.2023).

32. Гусейнова Б.М. Химический состав плодов хурмы в зависимости от сорта и условий выращивания // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2017. – №144-1 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskiy-sostav-plodov-hurmy-v-zavisimosti-ot-sorta-i-usloviy-vyraschivaniya> (дата обращения: 06.03.2023).

33. Омаров М.Д., Омарова З.М. Биохимический состав плодов хурмы восточной и фейхоа // Аграрная наука: Современные проблемы и перспективы развития: Межд. науч.-практ. конф., Махачкала, 2012. – С. 1070-1074.

## References

1. Ziganshin A.U. Biologicheski aktivnoe veshchestvo // Bol'shaya rossijskaya ehnciklopediya: nauchno-obrazovatel'nyj portal [Ehlektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://bigenc.ru/c/biologicheski-aktivnoe-veshchestvo-a85b26/?v=3906611>. – Data obrashcheniya: 02.06.2022

2. Atanasov A.G., Waltenberger B., Pferschy-Wenzig. et al. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review // Biotechnol. Adv. – 2015. – Vol. 33. – P. 1582–1614. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.08.001

3. Dias D.A., Urban S., Roessner U. A historical overview of natural products in drug discovery // Metabolites. – 2012. – Vol. 2(2). – P. 303-336. doi: 10.3390/metabo2020303.

4. Jablonsky M., Nosalova J., Sládková A. Valorisation of softwood bark through extraction of utilizable chemicals. A review // Biotechnol. Adv. – 2017. – Vol. 35. – P. 726-750. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2017.07.007.

5. Lee G, Bae H. Therapeutic Effects of Phytochemicals and Medicinal Herbs on Depression. // Biomed Res Int. – 2017. – Vol. 2017. – 6596241. doi:10.1155/2017/6596241

6. Novikova E.V., Balabaj E.S., Berestovaya A.A. [i dr.]; pod obshch. red. Cherevko A.I., Mikhajlov V.M., Pavlyuk R.YU. Ehnciklopediya pitaniya. Tom 5. Biologicheski aktivnye dobavki: spravocnoe izdanie // Moskva: KnORus. – 2022. – S. 380. – ISBN 978-5-406-10221-3. – URL: <https://book.ru/book/944715>. Data obrashcheniya: 21.05.2023.

7. Li Y., Schellhorn H.E. New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C // J Nutr. – 2007. – Vol. 137. – P. 2171-2184.

8. Carr A.C., Frei B. Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans // Am J Clin Nutr. – 1999. – Vol. 69. – P.1086-1107.

9. Frei B., England L., Ames B.N. Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. // Proc Natl Acad Sci U S A. – 1989. – Vol. 86. – P. 6377-6381.

10. Jacob R.A., Sotoudeh G. Vitamin C function and status in chronic disease // Nutr Clin Care. – 2002. – Vol. 5. – P. 66-74.

11. Vitamin C: Fact Sheet for Health Professionals. – US National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. Updated: March 26, 2021. [Ehlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-HealthProfessional/#h1>. (Data obrashcheniya 21 maya 2023 g.)

12. Gershoff S.N. Vitamin C (ascorbic acid): new roles, new requirements? // Nutr Rev. – 1993. – Vol. 51. – P. 313-326.

13. Leshkevich V.V. Mikroehlementy i zdorov'e. [Ehlektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.10gkb.by/informatsiya/stati/>. Data obrashcheniya 21 maya 2023 g.

14. Ma Z.F., Skeaff S.A. Assessment of population iodine status // Iodine Deficiency Disorders and Their Elimination. Berlin; Heidelberg, Germany: Springer, 2017. – P. 15-28.
15. The Iodine Global Network: 2018 Annual Report. [Elektronnyj resurs] URL: [https://www.ign.org/cm\\_data/IGN\\_2018\\_Annual\\_Report\\_5\\_web.pdf](https://www.ign.org/cm_data/IGN_2018_Annual_Report_5_web.pdf). Data obrashcheniya: 20 maya 2023 g
16. Cesar J.A., Santos I.S., Black R.E., Chrestani M.A.D. Iodine status of Brazilian school-age children: A national cross-sectional survey // Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – P. 1077-1092. <https://doi.org/10.3390/nu12041077>
17. Deficit joda v Rossii. Vremya prinyatiya reshenij. Vystuplenie chl.-kor. RAN, prof. E. A. Troshinoy // Vestnik ehndokrinologii. – 2020. – № 1. – С. 8-9.
18. Duborska E., Matulova M., Vaculovic T., Matus P., Urik M. Iodine Fractions in Soil and Their Determination // Forests. - 2021. – № 12. – P. 1512. <https://doi.org/10.3390/f12111512>
19. Zimmermann M.B., Andersson M. Global perspectives in endocrinology: Coverage of iodized salt programs and iodine status in 2020 // European Society of Endocrinology – 2021. – Vol. 185, № 1. – P. 13-21.
20. Xin S., Zhongyan Sh., Weiping T. Effects of increased iodine intake on thyroid disorders // Endocrinology and Metabolism – 2014. – Vol. 29, № 3. – P. 240-247. <https://doi.org/10.3803/EnM.2014.29.3.240>
21. Lu Y., Bao T., Mo J., Ni J., Chen W. Research advances in bioactive components and health benefits of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit // J Zhejiang Univ Sci B. – 2021 – Vol. 22(6). – P. 431-449. doi: 10.1631/jzus. B2000594.
22. Rihter A.A., Litvinova T.V., Sin'ko L.T. Zizifus: biologiya razvitiya rastenij, khranenie i pererabotka plodov. Metodicheskie rekomendacii. – Yalta: NBS-NNC, 2011. – S. 42.
23. Yavich P.A., Kakhetelidze M.B., Churadze L.I. Metody analiticheskogo opredeleniya joda // Issledovaniya v oblasti estestvennykh nauk. – 2014. – № 1. URL: <https://science.snauka.ru/2014/01/6585> (data obrashcheniya: 31.05.2022).
24. Sergeev G.M., Shlyapunova E.V., Makeeva I.V. Opredelenie jodid- ionov v mineral'nykh vodakh metodom ehkstrakcionnoj redoks-fotometrii // Analitika i kontrol'. – 2006. – T. 10, № 1. – S. 49-54.
25. Kolotilina N.K., Dolgonosov A.M. Opredelenie jodid-iona v mineralizovannoj prirodnoj vode metodom izokraticheskoy ionnoj khromatografii s konduktometricheskim detektirovaniem // Sorbcionnye i khromatograficheskie processy. – 2009. – T. 9, № 5. – S. 610-615.
26. Vysokotochnyj metod pervichnykh otnoshenij dlya opredeleniya joda v slozhnykh matricakh pri pomoshchi dvojnogo izotopnogo razbavleniya s ispol'zovaniem mul'tikollekturnoj mass-spektrometrii s induktivno svyazannoj plazmoj i metki jod-129 06.20-19G.144 // RZH 19GD. Analiticheskaya khimiya. Oborudovanie laboratorij. – 2006. – № 20.
27. Primenenie ionselektivnykh ehlektrodov dlya opredeleniya jodid-ionov v pit'evoj i mineral'noj vodakh 06.13-19G.176 // RZH 19GD. Analiticheskaya khimiya. Oborudovanie laboratorij. – 2006. – № 13.
28. GOST 24556–89. Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya vitamina S. – Vveden 01.01.1990. – M.: Izd-vo standartov, 2003. – S. 11.
29. MU 31–07/04. Tom'analit. Metodika vypolneniya izmerenij sodержaniya joda v pishchevy produktakh, prodovol'stvennom syr'e, kormakh i produktakh ikh pererabotki,

lekarstvennykh preparatakh, vitaminakh, BADakh, biologicheskikh ob"ektakh metodom inversionnogo vol'tamperometrii na analizatorakh tipa TA

30. Simonenko E.S., Simonenko S.V., Zolotin A.YU., Sedova A.E. Issledovaniya ehkstraktov plodov fejkhoa // MNIZH. – 2018. - №11-2 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-ekstraktov-plodov-feyhoa> (data obrashcheniya: 06.03.2023).

31. Omarova Z.M., Kulyan R. V. Ocenka gibridnykh form fejkhoa (*Feijoa sellowiana* Berg) po priznakam produktivnosti i kachestva plodov // Novye tekhnologii. – 2019. – №3. – С. 181-189. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-gibridnyh-form-feyhoa-feijoa-sellowiana-berg-po-priznaka-m-produktivnosti-i-kachestva-plodov> (data obrashcheniya: 06.04.2023).

32. Gusejnova B.M. Khimicheskij sostav plodov khurmy v zavisimosti ot sorta i uslovij vyrashchivaniya // Biologiya rastenij i sadovodstvo: teoriya, innovacii. – 2017. – №144-1 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskij-sostav-plodov-hurmy-v-zavisimosti-ot-sorta-i-usloviy-vyrashchivaniya> (data obrashcheniya: 06.03.2023).

33. Omarov M.D., Omarova Z.M. Biohimicheskij sostav plodov khurmy vostochnoj i fejkhoa // Agrarnaya nauka: Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya: Mezhd. nauch.-prakt. konf., Makhachkala, 2012. – S. 1070-1074.

## ***ZYZYPHUS JUJUBA MILL* ЗИЗИФУС ЖЕМИСТЕРІНДЕГІ С ДӘРУМЕНІ МЕН ЙОДТЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ**

**Е.В. Фокина** 

Ұлы Петр Санкт-Петербург политехникалық университеті

Биомедициналық жүйелер және биотехнологиялар институты

Биотехнология және тамақ өндірісі жоғары мектебі, Санкт-Петербург қ., Ресей

[elizabeth\\_fox@mail.ru](mailto:elizabeth_fox@mail.ru)

**Аннотация.** Аталған зерттеу жұмысында жаңа асыл тұқымды «Конфетный» сортының *Zyzyphus jujuba Mill* жемістеріндегі С дәрумені мен йодтың құрамы зерттелді. Бұл жеміс антиоксидантты, қабынуға қарсы, вирусқа қарсы, микробқа қарсы және басқа да белсенділікті көрсететін биоактивті заттарға бай екендігі анықталды. Бұл жемістің жемісі тамақ және медицина өнеркәсібінде қолдануға перспективалы болып табылатын каротиноидтардың, флавоноидтардың және басқа да биоактивті қосылыстардың көзі болып табылады. Жеміс сонымен қатар С дәрумені мен йод сияқты макро- және микроэлементтерге бай.

Биологиялық белсенді заттарды анықтаудың қолда бар әдістерін талдау негізінде қолдануға оңай әдістер таңдалды: титриметриялық, оптикалық және хроматографиялық.

*Zyzyphus jujuba Mill* жемістеріндегі «Конфетный» асыл тұқымды сортының жемістеріндегі С дәрумені мен йодтың құрамын анықтау бойынша зерттеулердің нәтижелері функционалды тамақтану үшін тәтті консервілердің рецепттік композицияларын әзірлеуде пайдаланылуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** биологиялық белсенді заттар; микроэлементтер; С дәрумені; йод; зизифус.

## STUDY OF THE CONTENT OF VITAMIN C AND IODINE IN THE FRUITS OF *ZYZYPHUS JUJUBA MILL*

Y.V. Fokina 

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
Institute of Biomedical Systems and Biotechnology  
Higher School of Biotechnology and Food Production, St. Petersburg, Russia  
elizabeth\_fox@mail.ru

**Abstract.** In this research work, the content of vitamin C and iodine in the fruits of the *Zyzyphus jujuba Mill* new selection variety “Candy” was studied. It was found that this fruit is rich in bioactive substances that exhibit antioxidant, anti-inflammatory, antiviral, antimicrobial and other activities. This fruit is a source of carotenoids, flavonoids and other bioactive compounds that are promising for use in the food and medical industries. The fruit is also rich in macro- and microelements, such as vitamin C and iodine.

Based on the analysis of existing methods for determining biologically active substances, easy-to-use methods were selected: titrimetric, optical and chromatographic.

The results of studies on determining the content of vitamin C and iodine in the fruits of *Zyzyphus jujuba Mill* selection variety “Candy” can be used in the development of prescription compositions of sweet canned products for functional nutrition.

**Keywords:** biologically active substances; microelements; vitamin C; iodine; jujube.

## ИКСОДОВЫЕ КЛЕЩИ КЫРГЫЗСТАНА И ПЕРЕДАВАЕМЫЕ ИМИ КЛЕЩЕВЫЕ ИНФЕКЦИИ

М.Ж. Чоров

Кыргызский Государственный Университет имени И. Арабаева  
г. Бишкек, Кыргызстан  
mamatkan.chorov@gmail.com

**Аннотация.** Иксодовые клещи и связанные с ними клещевые патогены имеют большое значение как с точки зрения ветеринарии, так и общественного здравоохранения. Многие иксодовые клещи циркулируют в широкой географической зоне Кыргызстана. Однако ограниченные сообщения о клещевых патогенах и отсутствие сообщений о клещах вокруг приграничного региона с соседними странами подчеркивают необходимость их изучения. Проведен обзор доступной литературы, включая некоторые исторические данные, с целью собрать информацию обо всех зарегистрированных видах клещей и связанных с ними зоонозных патогенах на территории Кыргызстана. Разнообразные природные комплексы являются местами обитания многих животных – потенциальных прокормителей для кровососущих насекомых – клещей. Клещи являются основными переносчиками вирусов и бактерий, угрожающих здоровью животных и человека. Многообразие животного мира и ландшафтно-климатические условия страны создают основу для существования природных очагов различных патогенов, связанных с клещами.

**Ключевые слова:** иксодовые клещи; клещевые инфекции; Кыргызстан; клещевой энцефалит; Конго-крымская геморрагическая лихорадка.

### Введение

Исследования фауны и экологии иксодовых клещей начались в Кыргызстане в середине прошлого века. Результатом исследований первых киргизских паразитологов явилась монография Р.В. Гребенюк [1], в которой представлены данные по фауне, кормушек и вредоносности 28 видов клещей. В работе уделяется большое внимание на особенности ландшафтного, вертикального и стациального распределения клещей. В качестве хозяев-прокормителей клещей Р.В. Гребенюк отмечает 10 видов домашних и 44 диких животных, 38 видов птиц. В результатах исследования Н.А. Филипповой [2] в Западном Тянь-Шане и Прииссыккулье впервые найден вид клеща *Ixodes eldaricus*, из Иссык-Кульской котловины обнаружен и описан новый вид *Dermacentor ushakovae* [3]. Также в работах Э.А. Бардзимашвили [4] выявлен новый вид клеща – *Anomalohimalaja cricetuli* в Боомском ущелье на сером хомячке, и впервые для фауны республики указаны *Ixodes kaizei*, *Ixodes arboricola*, *Ixodes lividus*, *Ixodes caledonicus*, *Ixodes semenovi* [5]. Таким образом, к настоящему времени фаунистический комплекс иксодовых клещей Кыргызстана представлен 42 видами семи родов: *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Anomalohimalaja*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus*, *Hyalomma*, *Boophilus* [6, 7].

Имеются данные исследования фауны иксодовых клещей млекопитающих Северного Кыргызстана с 1986 по 2011 гг. Установлено, что в регионах хребты Киргизский и Тескей Ала-Тоо, предгорья которых представляют собой, соответственно, Чуйскую долину и Иссык-Кульскую котловину обитают разные виды иксодовых клещей, представители родов *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus*, *Ixodes*, *Hyalomma*. Фауна иксодовых клещей Киргизского хребта, включая Чуйскую долину, оказалась богаче – 17 видов за счет пустынных *Hyalomma*, по сравнению с Прииссыккульем (12 видов). Среди разнообразия клещей отличаются группы равнинных (*Rhipicephalus*, *Hyalomma*, *Haemaphysalis*) и горных (*Ixodes*, *Dermacentor*) видов. Доминантами являются *Rhipicephalus turanicus*, *Ixodes persulcatus*, *Dermacentor ushakovae*, *Dermacentor pavlovskiy* [8]. В эпизоолого-эпидемиологическом отношении сравнительно малочисленны и менее значимы считаются гнездово-норовые клещи (*Ixodes crenulatus*) по отношению к хозяину. Каждой фазе развития клещей свойствен определенный круг хозяев-прокормителей, обитающих в различных биотопах. Взрослых клещей прокармливают крупные млекопитающие – дикие и домашние парнокопытные, хищные и зайцеобразные. Основные хозяева преимагинальных фаз – мышевидные грызуны. Иксодовые клещи связаны с хозяином лишь во время кровососания. Большую часть жизненного цикла они проводят во внешней среде – в травянистой и кустарниковой растительности в траве и лесной подстилке [9].

Большое число публикаций по изучению иксодовых клещей, посвященных различным аспектам их морфологии, физиологии, биологии и т.д. объясняется их очень большим практическим значением. Массовое поражение диких и домашних животных иксодовыми клещами приводит к серьезным экономическим потерям, наблюдаются снижение веса и иммунитета, аллергические реакции организма животных, а большое количество одновременно питающихся иксодид может вызывать даже гибель хозяина-прокормителя [10-12]. Надо отметить то, что иксодовые клещи являются специфическими переносчиками, в основном считаются резервуаром огромного числа возбудителей природно-очаговых болезней и участвуют в циркуляции вирусов, бактерий, риккетсий, и простейших среди домашних и диких животных. Инфекции, передающиеся иксодовыми клещами среди людей: клещевого энцефалита, эрлихиоза, боррелиоза, лихорадки Ку, чумы, листериоза, сальмонеллеза, также среди животных – клещевой энцефалит, болезнь Лайма, острая геморрагическая лихорадка, лихорадка Ку, туляремия, анаплазмоза, пироплазмоза [9, 13-18]. По многочисленным результатам исследования постоянно расширяется круг возбудителей, передающихся иксодовыми клещами – достаточно привести в качестве примера клещевой энцефалит, который вызывает серьезные неврологические расстройства. В Кыргызстане регистрируется рост заболеваемости клещевым энцефалитом с 1990 г. [8, 19, 20].

Природные очаги вируса клещевого энцефалита, зависит от место обитания определенных видов иксодовых клещей. Отдельный очаг возбудителя функционирует как относительно автономная биоценотическая система. Наблюдение за эпидемиологической ситуацией и имеющиеся сведения о вертикально-ландшафтном распределении иксодовых клещей способствует определению нескольких ландшафтно-экологических типов очагов вируса клещевого энцефалита в Кыргызстане: пустынно-степные очаги приурочены к поясу предгорий, очаги среднегорья и лесные очаги среднегорья. Основными переносчиками вируса являются клещи *Haemaphysalis punctata*, *Haemaphysalis concinna*, *Hyalomma marginatum*, *Rhipicephalus turanicus* в пустынно-степных очагах приурочены к поясу предгорий. Клещи

*Haemaphysalis punctata*, *Dermacentor marginatus* считаются основными переносчиками вируса в лугово-степных очагах среднегорья и в лесных очагах среднегорья – *Ixodes persulcatus*, *Dermacentor marginatus* [8].

По исследуемым данным за 2005-2009 гг., все случаи заболевания на территории Северного Тянь-Шаня в лесных природных очагах среднегорья Киргизского хребта произошли в результате контакта с основным переносчиком вируса – клещом *Ixodes persulcatus*. Для исследовательских работ были собраны 40 клещей у крупного рогатого скота в Кыргызстане. Молекулярный маркерный анализ идентифицировал клещей как *Ixodes persulcatus* (97,5%; n = 39) и *Haemaphysalis punctata* (2,5%; n = 1). В результате ПЦР в режиме реального времени обнаружен вирус клещевого энцефалита у двух клещей *Ixodes persulcatus* [20].

Кыргызстан – страна, не имеющая выхода к морю, граничащая с Казахстаном, Таджикистаном, Узбекистаном и Синьцзян-Уйгурским автономным районом (северо-запад Китая). Наличие клещевых патогенов в южных регионах Кыргызстана возможно связано с перемещением диких животных с соседних стран, которые возможно являются носителями заболевания. Возможно, дикие животные являются прокормителями клещей и носителями клещевых патогенов. Для подтверждения данной гипотезы необходимо проведения мониторинговых исследований диких животных, что подчеркивают важность отслеживания клещей и птиц как носителей патогенов, для выявления новых и потенциальных очагов различных инфекции, представляющие опасность для животных и людей. Также перелетные птицы играют важную роль в циркуляции и распространении возбудителей инфекций, могут служить биологическими или механическими переносчиками патогенных микроорганизмов, а также переносчиками эктопаразитов. Являясь прокормителями иксодовых клещей, птицы способствуют распространению клещевых патогенов, возбудителей ряда инфекций опасных для человека и животных [21]. Клещевой энцефалит также был обнаружен в Казахстане и Китае, которые граничат с Кыргызстаном. Однако исследований по клещевому энцефалиту у клещей, обнаруженных в Узбекистане, Таджикистане и Туркменистане, не проводилось. В Казахстане было подтверждено вирус клещевого энцефалита у клещей *Ixodes persulcatus*, *Haemaphysalis punctata* и *Dermacentor marginatus*, собранных в Алматинской области [22]. Более того, в Синьцзян-Уйгурском автономном районе на северо-западе Китая вирус выявлен в клещах *Ixodes persulcatus* и *Dermacentor silvarum* [23, 24, 25]. Таким образом, клещевой энцефалит распространен в Центральной Азии, а основным переносчиком является *Ixodes persulcatus*, также надо отметить, что и другие клещи могут передавать данный вирус [20].

В исследованиях сотрудников Государственного университета Нью-Йорка в Буффало в 2007 и 2009 годы выявлен природный очаг клещевого энцефалита в национальном парке Ала-Арча в Кыргызстане. В 2007 году были собраны 222 иксодовых клещей из 6 населенных пунктов Кыргызстана (Сусамыр, Барскоон, Ала-Арча, Сары-Челек, Каджи-Сай, Токмак). В результате ПЦР с обратной транскрипцией был обнаружен вирус клещевого энцефалита в образцах тканей, собранных клещей *Ixodes persulcatus*. В июне 2009 года 21-летний мужчина удалил у себя разбухшего клеща (*Ixodes persulcatus*) после посещения парка Ала-Арчи. Через 22 дня он обратился за помощью в Национальный инфекционный центр в Бишкеке по поводу признаков и симптомов, характерных для вирусного энцефалита, он умер через 15 дней. Из образца сыворотки пациента выявлен вирус клещевого

энцефалита. Полученные результаты имеют отношение к общественному здравоохранению, поскольку национальный парк Ала-Арча часто посещают туристы и альпинисты из различных стран [26].

Инфицированность иксодовых клещей вирусом клещевого энцефалита является важнейшим показателем напряженности природного очага. В 2013 году проведены исследования по индивидуальной зараженности клещей вирусом клещевого энцефалита, было исследовано 79 экземпляров клещей, из них *Ixodes persulcatus* – 27, *Rhipicephalus* – 44, *Haemaphysalis* – 8. От больных, подвергшихся нападению клещей в ущелье Ала-Арча получены 16 экземпляров клещей, 46 экземпляров были обнаружены в приусадебных участках, 7 экземпляров – в ущельях Кегети, Григорьевское и зоне отдыха Ысык-Ата, на территории сельской местности Чуйской области – 10 экземпляров. Антигены вируса клещевого энцефалита обнаружены у 12 (15,2±4,0%) образцов клещей, из них *Ixodes persulcatus* оказались зараженными в 18,5±7,5% случаях, *Haemaphysalis* – в 62,5±17,1%, *Rhipicephalus* – в 4,5±3,1% случаях. По данным полученных результатов наиболее неблагоприятным очагом клещевого энцефалита является Ала-Арчинское ущелье. Это установлено на основании наибольшего количества случаев заболевания людей (64,8±4,2%), подвергшихся наиболее агрессивного вида клещей *Ixodes persulcatus* [27]. Полученные результаты показывают, что клещи *Ixodes persulcatus* остаются на сегодняшний день одними из основных переносчиков вирусных инфекций на эндемичных территориях.

Информации об инфекции вируса ККГЛ в Кыргызстане мало. Первые вероятные случаи ККГЛ у людей были зарегистрированы в период 1948-1953 гг. [28], но первая изоляция вируса была подтверждена в 1970-1971 гг. [29] Четыре случая ККГЛ были зарегистрированы в 1948-1953 гг. и еще 15 – в 2018-2021 гг. [30]. В 2012 г. проведен серологический мониторинг сывороток крови больных, подвергшихся нападению и укусу клещей, с подозрением на клещевой энцефалит. В результате обнаружены антитела с высокой частотой к вирусам клещевого энцефалита (67,2±6,3%), Конго-крымской геморрагической лихорадки (61,8±6,6%), лихорадки западного Нила (23,6±5,7%), что свидетельствует о значимости проблемы арбовирусных инфекций в Кыргызстане. В сложившейся эпидемической обстановке важное значение имеет применение современных методов исследования с целью ранней диагностики клещевых инфекций [31].

В Кыргызстане есть ряд исследований бактериальных патогенов, передаваемые клещами. В исследованиях Кыргызского национального аграрного университета совместно с Корейским агентством по контролю и профилактике заболеваний изучалась распространенность *Anaplasma* и *Ehrlichia* у 494 напивавших клещей, собранных с различных животных, включая крупный рогатый скот, лошадей, овец, кур, собак и кошек в шести регионах (Аламудун, Чуй, Иссык-Ата, Московский, Сокулукский и Панфиловский) и двух городах (Бишкек и Токмок) Кыргызстана. В ходе работы были идентифицированы десять видов клещей, принадлежащих к двум семействам и шести родам: *Argas persicus*, *Haemaphysalis punctata*, *Dermacentor spp.*, *Rhipicephalus annulatus*, *Rhipicephalus turanicus*, *Dermacentor marginatus*, *Hyalomma scupense*, *Hyalomma marginatum*, *Rhipicephalus sanguineus complex* и *Ornithodoros lahorensis*. В результате анализа ПЦР было выявлено, что семьдесят один клещей были инфицированы *Anaplasma*, из которых наиболее распространенными видами были *A. bovis* (n = 44), за которыми следовали *Anaplasma spp.* (n = 20), *A. ovis* (n = 5) и *A. capra* (n = 2). В случае *Ehrlichia* только пять клещей, собранных с крупного рогатого скота

и лошадей, были инфицированы *E. chaffeensis* (n = 1) и *Ehrlichia spp.* (n = 4). Кроме того, клещи, положительные на *Ehrlichia spp.* и *E. chaffeensis*, были коинфицированы *A. capra* и *A. bovis*, соответственно [32]. В 2019 году проведен первое молекулярно-эпидемиологическое исследование пироплазмоза крупного рогатого скота, включая *B. major*, *T. orientalis* и *T. annulata* с использованием образцов крови крупного рогатого скота [33]. В 2022 году виды *Anaplasma* (*A. phagocytophilum like-1*, *A. ovis* и *A. capra*) были обнаружены у крупного рогатого скота [34] и овец [35] в девяти регионах Кыргызстана. В исследованиях Акназарова и других исследователей из сыворотки крови больных животных в Кыргызстане в 2021 и 2022 годах выявили 6 видов бактериальных патогенов, таких *Anaplasma*, *Ehrlichia*, *Babesia*, *Theileria*, *Nuttalia* и *Hemobartonella* [36].

Похожие исследования проводились в соседних странах Кыргызстана. В 2022 году в Казахстане были проведены исследовательские работы по изучению клещей, собранных в разных регионах страны, на наличие различных клещевых патогенов. Всего с восьми регионов Казахстана были собраны образцы клещей, паразитирующих на трех видах домашних животных (крупный рогатый скот, овцы и лошади). В ходе работы идентифицированы 8 видов клещей семейства *Ixodidae*. В результате исследования, были обнаружены ДНК возбудителей *Coxiella burnetti*, *Theileria annulata* и *Babesia caballi* методом ПЦР. Выявленные клещевые инфекции были выявлены у клещей *Dermacentor marginatus*, *Hyalomma anatolicum* и *Hyalomma scupense* в южных регионах Казахстана [37]. В Таджикистане *Ehrlichia spp.* и *Theileria spp.* были обнаружены у *Hyalomma anatolicum*, отловленных от домашних животных [38], новый вид *Anaplasma*, *A. capra* был обнаружен у коз в Китае [39].

Условия окружающей среды, изменение климата влияют на популяции клещей и изменяют их географическое распространение, что может привести к увеличению числа клещевых заболеваний. Поэтому идентификация клещей и возбудителей клещевых инфекций имеет большое значение для клинической диагностики, лечения и надзора за клещевыми заболеваниями.

## Заключение

Опубликованные данные показывают значительный риск нападения клещей на человеческую популяцию в экосистемах Кыргызстана. Действительно, существует множество видов клещей, обитающие различные биотопы, в том числе городские и пригородные территории. Таким образом, расширенное экологическое и эпидемиологические исследования улучшат наши знания о клещевых инфекциях, и предоставит правильную диагностику и профилактику клещевых заболеваний у людей и животных. Такие исследования может внести значительный вклад в дальнейшее развитие здравоохранения в Республике Кыргызстан.

Исходя из вышеизложенного, обнаружение высокой инфицированности клещей вирусными и бактериальными патогенами подтверждают о наличие потенциально опасных очагов в нашей республике. Условия окружающей среды, такие как изменение климата, влияют на популяции клещей и изменяют их географическое распространение, что может привести к увеличению числа клещевых заболеваний. Поэтому идентификация переносчиков и возбудителей клещевых инфекции имеет решающее значение для клинической диагностики, лечения и надзора за клещевыми заболеваниями.

На сегодняшний день недостаточно исследований, связанных с патогенами у клещей в Кыргызстане. Для лучшего понимания распределения и распространения вирусных патогенов, которые являются фактором риска вспышек и эпидемий множественных заболеваний в Кыргызстане, требуются дополнительные исследования и наблюдения за клещами.

### Литературы

1. Гребенюк Р. В. Иксодовые клещи Киргизии // Фрунзе: Илим. – 1966. – С. 328
2. Филиппова Н.А. *Ixodes eldaricus* и его распространение на Юге СССР // Паразитология. – 1974. – Т.8. – С.504-514
3. Филиппова Н. А., Панова И. В. Новый вид иксодового клеща - *Dermacentor ushakovae* sp. N. (Ixodoidea, Ixodidae) из Казахстана и Средней Азии // Паразитология. – 1987. – С. 450-458
4. Бардзимашвили Э.А. Новые находки иксодовых клещей в Киргизии // Возбудители и переносчики болезней и меры борьбы с ними: материалы Всесоюзной конф. по паразитологии. – Ташкент. – 1988. – С.31
5. Бардзимашвили Э.А. Новые находки иксодовых клещей рода *Ixodes* в Киргизии // Успехи медицинской энтомологии и акарологии в СССР. – 1990. – С. 70-72
6. Бардзимашвили Э.А. Надсемейство *Ixodoidea* // Кадастр генетического фонда Кыргызстана. – Бишкек. – 1997. – Т.2. – С.112-113
7. Федорова С.Ж. История паразитологических исследований в Кыргызстане // Исследования живой природы Кыргызстана. – 2016. – №1. – С. 120-131
8. Федорова С.Ж. Иксодовые клещи (Parasitiformes: Ixodidae) Кыргызстана: их разнообразие и эпидемиологическое значение // Известия вузов. – 2012. – № 6. – С. 127-133
9. Федорова С.Ж., Жалилова А.А., Сариева Н.А., Солпиева К.Т. Иксодовые клещи (Ixodidae) – эктопаразиты человека в Кыргызстане // Вестник медицины и образования. – 2021. – С. 68-72
10. Павловский Е.Н., Алфеева С.П. Сравнительная патология кожи млекопитающих при укусе клещами. Действие укуса клещей *Hyalomma* на кожу быка, коровы, козы и собаки // Изв. АН СССР. Сер. Биология. – 1949. – № 6. – С. 709-715
11. Мусатов В.А. О специфических реакциях организма хозяина на воздействия иксодовых клещей (Ixodoidea, Ixodidae) // XIII Междунар. энтомол. конгр. – Москва. – 1968. – Т.3. – С. 209
12. Узиков У.Я. Иксодовые клещи Узбекистана // Ташкент: Фан. – 1972. – С. 304
13. Афанасьева О.В. Продолжительность сохранения чумного микроба в организме клещей *Ixodes crenalatus* Koch. // Тр. Среднеазиатского научно-исследовательского противочумного ин-та. – 1956. – Вып. 2. – С. 9-10
14. Балашов Ю.С., Дайтер А.Б. Кровососущие членистоногие и риккетсии // Наука. – 1973. – С. 250
15. Дубровский Ю.А. Роль большой песчанки в природных очагах разных инфекций // Экол. и мед. значение песчанок фауны СССР. – Москва. – 1977. – С. 285-289
16. Коренберг Э.И. Таксономия, филогенетические связи и области формообразования спирохет рода *Borrelia*, передающихся иксодовыми клещами // Успехи современной биологии. – 1996. – № 4. – С. 389-406

17. Балашов Ю.С. Иксодовые клещи паразиты и переносчики инфекций // Наука. – 1998. – С. 287
18. Оберт А.С., Дроздов В.Н., Рудаков С.А. Иксодовые клещевые боррелиозы: Нозогеографические и медико-экологические аспекты // Наука. – Новосибирск. – 2001. – С. 110
19. Briggs B.J., Atkinson B., Czechowski D.M., Larsen P.A., Meeks H.N., Carrera J.P., Duplechin R.M., Hewson R., Junushov A.T., Gavrilova O.N.; et al. Tick-borne encephalitis virus, Kyrgyzstan // *Emerg. Infect. Dis.* – 2011. – 17. – P. 876-879
20. Jung H., Choi C.H., Lee M., Kim S.Y., Aknazarov B., Nyrgaziev R., Atabekova, N., Jetigenov E., Chung Y.S., Lee H.I. Molecular detection and phylogenetic analysis of tick-borne encephalitis virus from ticks collected from cattle in Kyrgyzstan, 2023 // *Viruses.* – 2024. – 16. – P. 107
21. Панфёрова Ю.А., Быченкова Т.Н., Фрейлихман О.А., Токаревич Н.К., Третьяков К.А., Медведев С.Г., Миронов С.В., Нанкинов Д., Николов Б., Далакичева С., Найденски Х. Детекция возбудителей трансмиссивных зооантропонозных инфекций в клещах, кормящихся на перелетных птицах в период сезонных миграций // Международная конференция «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения паразитических членистоногих в XXI веке» памяти члена-корреспондента РАН Ю.С. Балашова. – Санкт-Петербург. – 2013. – С. 120-123
22. Abdiyeva K., Turebekov N., Yegemberdiyeva R., Dmitrovskiy A., Yeraliyeva L., Shapiyeva Z., Nurmakhanov T., Sansyzbayev Y., Froeschl G., Hoelscher M., et al. Vectors, molecular epidemiology and phylogeny of TBEV in Kazakhstan and central Asia // *Parasites & Vectors.* – 2020. – 13:504. – P. 2-13
23. Liu R., Zhang G.; Liu X., Li Y., Zheng Z., Sun X., Yang Y. Detection of the Siberian tick-borne encephalitis virus in the Xinjiang Uygur Autonomous Region, northwestern China // *Bing Du Xue Bao.* – 2016. – 32. P. 26-31
24. Xie X., Yu X., Zhang T., Jiang G. A survey report on the natural foci of Russian spring-summer encephalitis in the mountainous areas of Tianshan and Altay mountains in Xinjiang // *Di Fang Bing Tong Bao/Endem. Dis. Bull.* – 1991. – 6. – P. 109-114
25. Zhang G., Sun X., Liu R., Zheng Z., Liu X., Yin X. Isolation of tick-borne encephalitis virus Far-eastern subtype and Siberian subtype in the China-Kazakhstan border area in Xinjiang // *Zoonoses.* – 2017. – 12. – P. 312-315
26. B. J. Briggs, B. Atkinson, D. M. Czechowski, P. A. Larsen, H. N. Meeks, J. P. Carrera, R. M. Duplechin, R. Hewson, A. T. Junushov, O. N. Gavrilova, I. Breininger, C. J. Phillips, R. J. Baker, J. Hay Tick-borne encephalitis virus, Kyrgyzstan // *Emerging Infectious Diseases.* – 2011. – Vol. 17. – P. 876-878
27. Омуркулова Б.И. Неблагополучный очаг по клещевому энцефалиту в Кыргызской Республике // *Медицина Кыргызстана.* – 2014. – № 4. – С. 69-72
28. Прорешная Е.Л., Рукавишников Н.М. Некоторые данные о клещевом энцефалите в Киргизии // *Советское здравоохранение Киргизии.* – 1955. – №6. – С.12-15
29. Карась Ф.Р., Варгина С.Г., Осипова Н.З., Гребенюк Ю.И., Стеблянка С.Н., Усманов Р.К., Циркин Ю.М., Тимофеев Е.М., Громашевский В.Л., Львов Д.К. In: Львов Д.К. Изучение очагов арбовирусных инфекций на территории Киргизии // *Экология вирусов.* – 1973. – С. 69-74

30. Fereidouni M., Apanaskevich D. A., Pecor D. B., Pshenichnaya N. Yu., Abuova G. N., Tishkova F. H., Bumburidi Ye., Zeng X., Kuhn J. H., Keshtkar-Jahromil M. Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in Central, Eastern, and South-eastern Asia // *Virologica Sinica*. – 2023. – 38. – P. 171-183
31. Кутманова А.З., Омуркулова Б.И., Джумагулова А.Ш., Аалиев Г.К., Узакбаева А.З., Исаков К.М., Гайбулин Д.Ш., Брейнингер И.Г. Клещевые трансмиссивные инфекции в Кыргызской Республике // *Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева*. – 2013. С. 167-170
32. Yu Jung Kim, Ji Ye Seo, Jin Seo Park, Seong Yoon Kim, Bekbolsun Aknazarov, Nurzina Atabekova, Hee Il Lee Molecular Analysis of Tick-Borne Bacterial Pathogens from Ticks Infesting Animal Hosts in Kyrgyzstan, 2021// *Microorganisms*. – 2024. – 12(6)
33. Aktaş M., Kısadere İ., Özübek S., Cihan H., Salıkov R., Cirak V.Y. First molecular survey of piroplasm species in cattle from Kyrgyzstan // *Parasitol. Res.* – 2019. – 118. – P. 2431-2435
34. Altay K., Erol U., Sahin O.F., Aytmirzakizi A. First molecular detection of Anaplasma species in cattle from Kyrgyzstan; molecular identification of human pathogenic novel genotype Anaplasma capra and Anaplasma phagocytophilum related strain // *Ticks Tick Borne Dis.* – 2022. – 13. – P. 101861
35. Altay K., Erol U., Sahin O.F., Aytmirzakizi A., Temizel E.M., Aydin M.F., Dumanli N., Aktas M. The detection and phylogenetic analysis of Anaplasma phagocytophilum-like 1, A. ovis and A. capra in sheep: A. capra divides into two genogroups // *Vet. Res. Commun.* – 2022. – 46. – P. 1271-1279
36. Aknazarov B., Jetigeno, E., Atabekova N., Suerkulov U., Abdumanap N. Spread of arthropod-borne infections in Kyrgyzstan. In E3S Web of Conferences; EDP Sciences: Les Ulis, – France. – 2023.
37. Sultankulova K.T., Shynybekova G.O., Issabek A.U., Mukhami N.N., Melisbek A.M., Chervyakova O.V., Kozhabergenov N.S., Barmak S.M., Bopi A.K., Omarova Z.D., Alibekova D. A., Argimbayeva T.U., Namet A. M., Zuban I. A., Orynbayev M.B. The Prevalence of Pathogens among Ticks Collected from Livestock in Kazakhstan // *Pathogens*. – 2022. – 11(10)
38. Kartashov M.Y., Kononova Y.V., Petrova I.D., Tupota N.L., Mikryukova T.P., Ternovoi, V.A., Tishkova F.H., Loktev V.B. Detection of Ehrlichia spp. and Theileria spp. in Hyalomma anatolicum ticks collected in Tajikistan // *Vavilovskii Zhurnal Genet. Seleksii* – 2020. – 24. – P. 55-59
39. Li H., Zheng Y.C., Ma L., Jia N., Jiang B.G., Jiang R.R., Huo Q.B., Wang Y.W., Liu H.B., Chu Y.L. Human infection with a novel tick-borne Anaplasma species in China: A surveillance study // *Lancet Infect. Dis.* – 2015. – 15. – P. 663-670

## References

1. Grebenjuk R. V. Iksodovye kleshhi Kirgizii // *Frunze: Ilim*. – 1966. – S. 328
2. Filippova N.A. Ixodes eldaricus i ego rasprostranenie na Juge SSSR // *Parazitologija*. – 1974. – T.8. – S.504-514
3. Filippova N. A., Panova I. V. Novyj vid iksodovogo kleshha - Dermacentor ushakovael sp. N. (Ixodoidea, Ixodidae) iz Kazahstana i Srednej Azii // *Parazitologija*. – 1987. – S. 450-458

4. Bardzimashvili Je.A. Novye nahodki iksodovyh kleshhej v Kirgizii // *Vozbuditeli i perenoschiki boleznej i mery bor'by s nimi: materialy Vsesojuznoj konf. po parazitologii.* – Tashkent. – 1988. – S.31
5. Bardzimashvili Je.A. Novye nahodki iksodovyh kleshhej roda Ixodes v Kirgizii // *Uspehi medicinskoj jentomologii i akarologii v SSSR.* – 1990. – S. 70-72
6. Bardzimashvili Je.A. Nadsemejstvo Ixodoidea // *Kadastr geneticheskogo fonda Kyrgyzstana.* – Bishkek. – 1997. – T.2. – S.112-113
7. Fedorova S.Zh. Istorija parazitologicheskikh issledovanij v Kyrgyzstane // *Issledovanija zhivoj prirody Kyrgyzstana.* – 2016. – №1. – S. 120-131
8. Fedorova S.Zh. Iksodovye kleshhi (Rarasitiformes: Ixodidae) Kyrgyzstana: ih raznoobrazie i jepidemiologicheskoe znachenie // *Izvestija vuzov.* – 2012. – № 6. – S. 127-133
9. Fedorova S.Zh., Zhalilova A.A., Sarieva N.A., Solpieva K.T. Iksodovye kleshhi (Ixodidae) – jektorparazity cheloveka v Kyrgyzstane // *Vestnik mediciny i obrazovanija.* – 2021. – S. 68-72
10. Pavlovskij E.N., Alfeeva S.P. Sravnitel'naja patologija kozhi mlekopitajushhih pri ukuse kleshhami. Dejstvie ukusa kleshhej Hyalomma na kozhu byka, korovy,kozy i sobaki // *Izv. AN SSSR. Ser. Biologija.* – 1949. – № 6. – S. 709-715
11. Musatov V.A. O specificheskikh reakcijah organizma hozjaina na vozdejstvija iksodovyh kleshhej (Ixodoidea, Ixodidae) // *XIII Mezhdunar. jentomol. kongr.* – Moskva. – 1968. – T.3. – S. 209
12. Uzakov U.Ja. Iksodovye kleshhi Uzbekistana // *Tashkent: Fan.* – 1972. – S. 304
13. Afanas'eva O.V. Prodolzhitel'nost' sohraneniya chumnogo mikroba v organizme kleshhej Ixodes crenalatus Koch. // *Tr. Sredneaziatskogo nauchno-issledovatel'skogo protivochumnogo in-ta.* – 1956. – Vyp. 2. – S. 9-10
14. Balashov Ju.S., Dajter A.B. Krovososushhie chlenistonogie i rikketsii // *Nauka.* – 1973. – S. 250
15. Dubrovskij Ju.A. Rol' bol'shoj peschanki v prirodnyh ochagah raznyh infekcij // *Jekol. i med. znachenie peschanok fauny SSSR.* – Moskva. – 1977. – S. 285-289
16. Korenberg Je.I. Taksonomija, filogeneticheskie svjazi i oblasti formoobrazovanija spirohet roda Borrelia, peredajushhihsja iksodovymi kleshhami // *Uspehi sovremennoj biologii.* – 1996. – № 4. – S. 389-406
17. Balashov Ju.S. Iksodovye kleshhi parazity i perenoschiki infekcij // *Nauka.* – 1998. – S. 287
18. Obert A.S., Drozdov V.N., Rudakov S.A. Iksodovye kleshhevyje borreliozy: Nozogeograficheskie i mediko-jekologicheskie aspekty // *Nauka.* – Novosibirsk. – 2001. – S. 110
19. Briggs B.J., Atkinson B., Czechowski D.M., Larsen P.A., Meeks H.N., Carrera J.P., Duplechin R.M., Hewson R., Junushov A.T., Gavrilova O.N.; et al. Tick-borne encephalitis virus, Kyrgyzstan // *Emerg. Infect. Dis.* – 2011. – 17. – R. 876-879
20. Jung H., Choi C.H., Lee M., Kim S.Y., Aknazarov B., Nyrgaziev R., Atabekova, N., Jetigenov E., Chung Y.S., Lee H.I. Molecular detection and phylogenetic analysis of tick-borne encephalitis virus from ticks collected from cattle in Kyrgyzstan, 2023 // *Viruses.* – 2024. – 16. – R. 107
21. Panfjorova Ju.A., Bychenkova T.N., Frejlihman O.A., Tokarevich N.K., Tret'jakov K.A., Medvedev S.G., Mironov S.V., Nankinov D., Nikolov B., Dalakicheva S., Najdenski H. Detekcija vozбудitelej transmissivnyh zooantroponoznyh infekcij v kleshhah, kormjashhihsja na pereletnyh

pticah v period sezonnyh migracij // Mezhdunarodnaja konferencija «Fundamental'nye i prikladnye aspekty izuchenija paraziticheskikh chlenistonogih v XXI veke» pamjati chlena-korrespondenta RAN Ju.S. Balashova. – Sankt-Peterbur. – 2013. – C. 120-123

22. Abdiyeva K., Turebekov N., Yegemberdiyeva R., Dmitrovskiy A., Yeraliyeva L., Shapiyeva Z., Nurmakhanov T., Sansyzbayev Y., Froeschl G., Hoelscher M., et al. Vectors, molecular epidemiology and phylogeny of TBEV in Kazakhstan and central Asia // *Parasites & Vectors*. – 2020. – 13:504. – P. 2-13

23. Liu R., Zhang G.; Liu X., Li Y., Zheng Z., Sun X., Yang Y. Detection of the Siberian tick-borne encephalitis virus in the Xinjiang Uygur Autonomous Region, northwestern China // *Bing Du Xue Bao*. – 2016. – 32. P. 26-31

24. Xie X., Yu X., Zhang T., Jiang G. A survey report on the natural foci of Russian spring-summer encephalitis in the mountainous areas of Tianshan and Altay mountains in Xinjiang // *Di Fang Bing Tong Bao/Endem. Dis. Bull.* – 1991. – 6. – P. 109-114.

25. Zhang G., Sun X., Liu R., Zheng Z., Liu X., Yin X. Isolation of tick-borne encephalitis virus Far-eastern subtype and Siberian subtype in the China-Kazakhstan border area in Xinjiang // *Zoonoses*. – 2017. – 12. – P. 312-315

26. B. J. Briggs, B. Atkinson, D. M. Czechowski, P. A. Larsen, H. N. Meeks, J. P. Carrera, R. M. Duplechin, R. Hewson, A. T. Junushov, O. N Gavrilova, I. Breining, C. J. Phillips, R. J. Baker, J. Hay Tick-borne encephalitis virus, Kyrgyzstan // *Emerging Infectious Diseases*. – 2011. – Vol. 17. – P. 876-878

27. Omurkulova B.I. Neblagopoluchnyj ochag po kleshhevomu jencefalitu v Kyrgyzskoj Respublike // *Medicina Kyrgyzstana*. – 2014. – № 4. – S. 69-72

28. Proreshnaja E.L., Rukavishnikova N.M. Nekotorye dannye o kleshhevom jencefalite v Kirgizii // *Sovetskoe zdravooхранenie Kirgizii*. – 1955. – №6. – S.12-15

29. Karas' F.R., Vargina S.G., Osipova N.Z., Grebenjuk Ju.I., Stebljanko S.N., Usmanov R.K., Cirkin Ju.M., Timofeev E.M., Gromashevskij V.L., L'vov D.K. In: L'vov D.K. Izuchenie ochagov arbovirusnyh infekcij na territorii Kirgizii // *Jekologija virusov*. – 1973. – S. 69-74

30. Fereidouni M., Apanaskevich D. A., Pecor D. B., Pshenichnaya N. Yu., Abuova G. N., Tishkova F. H., Bumburidi Ye., Zeng X., Kuhn J. H., Keshtkar-Jahromil M. Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in Central, Eastern, and South-eastern Asia // *Virologica Sinica*. – 2023. – 38. – P. 171-183

31. Kutmanova A.Z., Omurkulova B.I., Dzhumagulova A.Sh., Aaliev G.K., Uzakbaeva A.Z., Isakov K.M., Gajbulin D.Sh., Brejninger I.G. Kleshhevye transmissivnye infekcii v Kyrgyzskoj Respublike // *Vestnik KGMA im. I.K. Ahunbaeva*. – 2013. S. 167-170

32. Yu Jung Kim, Ji Ye Seo, Jin Seo Park, Seong Yoon Kim, Bekbolsun Aknazarov, Nurzina Atabekova, Hee Il Lee Molecular Analysis of Tick-Borne Bacterial Pathogens from Ticks Infesting Animal Hosts in Kyrgyzstan, 2021// *Microorganisms*. – 2024. – 12(6)

33. Aktaş M., Kısadere İ., Özübek S., Cihan H., Salıkov R., Cirak V.Y. First molecular survey of piroplasm species in cattle from Kyrgyzstan // *Parasitol. Res.* – 2019. – 118. – P. 2431-2435

34. Altay K., Erol U., Sahin O.F., Aytmirzakizi A. First molecular detection of Anaplasma species in cattle from Kyrgyzstan; molecular identification of human pathogenic novel genotype Anaplasma capra and Anaplasma phagocytophilum related strain // *Ticks Tick Borne Dis.* – 2022. – 13. – P. 101861

35. Altay K., Erol U., Sahin O.F., Aytmirzakizi A., Temizel E.M., Aydin M.F., Dumanli N., Aktas M. The detection and phylogenetic analysis of Anaplasma phagocytophilum-like 1, A. ovis and A. capra in sheep: A. capra divides into two genogroups // Vet. Res. Commun. – 2022. – 46. – P. 1271-1279
36. Aknazarov B., Jetigeno, E., Atabekova N., Suerkulov U., Abdumanap N. Spread of arthropod-borne infections in Kyrgyzstan. In E3S Web of Conferences; EDP Sciences: Les Ulis, – France. – 2023.
37. Sultankulova K.T., Shynybekova G.O., Issabek A.U., Mukhami N.N., Melisbek A.M., Chervyakova O.V., Kozhabergenov N.S., Barmak S.M., Bopi A.K., Omarova Z.D., Alibekova D. A., Argimbayeva T.U., Namet A. M., Zuban I. A., Orynbayev M.B. The Prevalence of Pathogens among Ticks Collected from Livestock in Kazakhstan // Pathogens. – 2022. – 11(10)
38. Kartashov M.Y., Kononova Y.V., Petrova I.D., Tupota N.L., Mikryukova T.P., Ternovoi, V.A., Tishkova F.H., Loktev V.B. Detection of Ehrlichia spp. and Theileria spp. in Hyalomma anatolicum ticks collected in Tajikistan // Vavilovskii Zhurnal Genet. Seleksii – 2020. – 24. – P. 55-59
39. Li H., Zheng Y.C., Ma L., Jia N., Jiang B.G., Jiang R.R., Huo Q.B., Wang Y.W., Liu H.B., Chu Y.L. Human infection with a novel tick-borne Anaplasma species in China: A surveillance study // Lancet Infect. Dis. – 2015. – 15. – P. 663-670

## **ҚЫРҒЫЗСТАНДАҒЫ ИКСОДИД КЕНЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДАН ТАРАЛАТЫН КЕНЕ ИНФЕКЦИЯЛАРЫ**

**М.Ж. Чоров**

И. Арабаев атындағы Қырғыз мемлекеттік университеті  
Бішкек, Қырғызстан  
mamatkan.chorov@gmail.com

**Аннотация.** Иксодид кенелері және олармен байланысты кене қоздырғыштары ветеринариялық және қоғамдық денсаулық сақтауда үлкен маңызға ие. Көптеген иксодид кенелері Қырғызстанның кең географиялық аймағында таралады. Дегенмен, кене арқылы таралатын қоздырғыштар туралы мәліметтердің шектеулілігі және көрші елдермен шекаралас аймақта кенелер туралы мәліметтердің болмауы оларды зерттеу қажеттілігін көрсетеді. Қолда бар әдебиеттерге, соның ішінде кейбір тарихи деректерге шолу, Қырғызстандағы барлық тіркелген кене түрлері және олармен байланысты зооноздық қоздырғыштар туралы ақпарат жинау үшін жүргізілді. Өртүрлі табиғи кешендер көптеген жануарлардың, қансорғыш жәндіктер – кенелердің мекендеу ортасы болып табылады. Кенелер жануарлар мен адамдардың денсаулығына қауіп төндіретін вирустар мен бактериялардың негізгі тасымалдаушысы болып табылады. Жануарлар дүниесінің алуан түрлілігі және елдің ландшафттық-климаттық жағдайлары кенелермен байланысты әртүрлі қоздырғыштардың табиғи ошақтарының болуына негіз жасайды.

**Түйін сөздер:** иксодид кенелері; кене арқылы берілетін инфекциялар; Қырғызстан; кене энцефалиті; Конго-Қырым геморрагиялық қызбасы.

# **IXODID TICKS IN KYRGYZSTAN AND TICK-BORNE INFECTIONS TRANSMITTED BY THEM**

**M.J. Chorov**

Kyrgyz State University named after I. Arabaev  
Bishkek, Kyrgyzstan  
mamatkan.chorov@gmail.com

**Abstract.** Ixodid ticks and associated tick-borne pathogens are of great importance from both veterinary and public health perspectives. Many ixodid ticks circulate in a wide geographical area of Kyrgyzstan. However, limited reports on tick-borne pathogens and the absence of reports on ticks around the border region with neighboring countries highlight the need for their study. A review of the available literature, including some historical data, was conducted to collect information on all reported tick species and associated zoonotic pathogens in Kyrgyzstan. Diverse natural complexes are habitats for many animals - potential hosts for blood-sucking insects - ticks. Ticks are the main carriers of viruses and bacteria that threaten the health of animals and humans. The diversity of the animal world and the landscape and climatic conditions of the country create the basis for the existence of natural foci of various pathogens associated with ticks.

**Keywords:** ixodid ticks; tick-borne infections; Kyrgyzstan; tick-borne encephalitis; Congo-Crimean hemorrhagic fever.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ХЛАМИДИЯ-ПОДОБНОГО МИКРООРГАНИЗМА *WADDLIA CHONDROPHILA* У КЛЕЩЕЙ

Г.О. Шыныбекова\* , Н.Н. Мухами , А.У. Исабек , Н.С. Кожабергенов ,  
О.В. Червякова , К.Т. Султанкулова 

«Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности» МЗ РК,  
пгт. Гвардейский, Казахстан  
\*sh.gaukhar@biosafety.kz

**Аннотация.** Хламидия-подобный микроорганизм *Waddlia chondrophila* (*W. Chondrophila*) является новым патогеном, который вызывает выкидыши и аборты животных.

Цель этого исследования состояла в выявлении хламидии у иксодовых клещей, собранных с крупного рогатого скота. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и секвенирование были использованы для подтверждения присутствия возбудителя *W. Chondrophila* в образцах клещей, собранных у домашних животных.

Анализ нуклеотидных последовательностей показал, что в образцах клеща *Dermacentor marginatus* выявлены ДНК бактерии *W. chondrophila*. Среди 156 образцов клещей, собранных из Северо-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Кызылординской, Жамбылской и Туркестанской областей, 7% были положительными на хламидия-подобный микроорганизм *W. chondrophila*.

Наличие ДНК хламидия-подобного микроорганизма *W. chondrophila* у иксодовых клещей свидетельствует о необходимости проведения дополнительных исследований для изучения потенциальной роли клещей как переносчиков данной зоонозной бактерий.

**Ключевые слова:** *Waddlia chondrophila*; *Chlamydia*; ПЦР; клещ; 16S рРНК; праймер; секвенирование.

### Введение

Хламидия-подобная бактерия *W. chondrophila* – внутриклеточный облигатный микроорганизм, относящиеся к отряду *Chlamydiales*. Порядок *Chlamydiales* включает шесть разных семейств, в том числе семейство *Waddliaceae*. *W. chondrophila* впервые была выделена из абортированного плода КРС в США в 1990 г. [1]. Двенадцать лет спустя *W. chondrophila* была также выделена из второго случая крупного рогатого скота в Германии [2]. В 2005 году новый вид бактерии, который на 91% совпадает с *W. chondrophila*, был идентифицирован в Малайзии у летучей мыши и назван *Waddlia malaysiensis* [3]. *W. chondrophila* считается абортивной бактерией у жвачных животных и, вероятно, является причиной экономических потерь. [4-6]. *W. chondrophila* также была обнаружена в образцах из дыхательных путей пациентов с бронхитом и пневмонией [7-8]. Несмотря на клиническое и ветеринарное значение этого возбудителя и его зоонозный потенциал, о биологии и патогенности этой бактерии мало литературных данных.

Для характеристики генетически трудноизлечимой облигатной внутриклеточной бактерии, такой как *W. chondrophila* требуется полная аннотированная последовательность генома [10].

Клещи являются важными переносчиками широкого спектра бактерий, вирусов и простейших, влияющих на здоровье людей и животных. Все больше данных подтверждают гипотезу об альтернативных путях передачи хламидийных бактерий переносчиками [11]. Клещи могут сохранять хламидии в течение длительного времени и способны передавать возбудителя крупному рогатому скоту [12]. Болезнь может протекать как с разнообразными клиническими признаками у одного вида животных, так и с одинаковыми клиническими признаками у разных видов животных [13].

Выявление различных генетических разнообразии бактерии хламидии связано появлением все больше свидетельств того, что эти бактерии заражают более широкий круг животных-хозяев. В настоящее время во всем мире зарегистрировано более 400 видов хозяев, большинство из которых являются дикими животными. Учитывая влияние хламидийных инфекций на людей и домашних животных, идентификация представителей рода *Chlamydia* в дикой природе вызывает серьезные вопросы в отношении их влияния на здоровье животных и взаимосвязи с возбудителем. В целом мало что известно о патогенном потенциале хламидий, заражающих большинство хозяев диких животных. Накопленные данные свидетельствуют о том, что контакт клещей с дикими животными является фактором риска заражения домашних животных и людей [14].

Цель исследования – выявление хламидия-подобного микроорганизма *W. chondrophila* у иксодовых клещей, собранных от домашних животных.

### Материалы и методы

В общей сложности 156 клещей были подвергнуты индивидуальному скринингу с хламидийным специфическим праймером, нацеленными на ген 16S рРНК. В ходе исследования были задействованы образцы клещей из разных местностей Республики Казахстан, таких как Северо-Казахстанская, Жамбылская, Западно-Казахстанская, Туркестанская области (таблица 1).

Таблица 1 – Виды иксодовых клещей, доставленных из разных областей Казахстана в 2021-2022 гг.

Пробы	Виды клещей	Кол-во	Место сбора	Год отбора проб
1	<i>Dermacentor marginatus</i>	24	Северо-Казахстанская область, Тимирязевский район	2021
2	<i>Dermacentor marginatus</i>	19	Северо-Казахстанская область, Тайыншинский район	2021
3	<i>Ixodes ricinus</i>	12	Северо-Казахстанская область, Тайыншинский район	2021

4	<i>Hyalomma asiaticum</i>	13	Западно-Казахстанская область, Таскалинский район	2022
5	<i>Hyalomma marginatum</i>	11	Западно-Казахстанская область, Таскалинский район	2022
6	<i>Ixodes persulcatus</i>	13	Жамбылская область, Меркенский район	2021
7	<i>Hyalomma asiaticum</i>	12	Жамбылская область, Меркенский район	2021
8	<i>Ixodes ricinus</i>	8	Кызылординская область, Жалагашский район	2022
9	<i>Dermacentor marginatus</i>	16	Жамбылская область, Рыскуловский район	2022
10	<i>Hyalomma anatolicum</i>	10	Туркестанская область, Отырарский район	2022
11	<i>Dermacentor marginatus</i>	18	Туркестанская область, Отырарский район	2022
Общее количество собранных клещей		156		

#### *Выделение ДНК*

ДНК из суспензионного материала образцов клещей выделяли коммерческим набором DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen, Германия) согласно протоколу производителя.

#### *Подбор и синтез праймеров*

Конструирование праймеров проводили с помощью компьютерных программ Oligo 6 и Vector NTI Suite 9.

#### *Проведение ПЦР*

Реакционная смесь для постановки реакции состояла из следующих компонентов: общий объем 25 мкл, 10x ПЦР буфер – 2,5 мкл, dNTP (10 мМ) – 1 мкл, MgCl<sub>2</sub> (25 мМ) – 2 мкл; 20 пмоль F праймер – 1 мкл, 20 пмоль R праймер – 1 мкл, 5 ед. Taq DNA Polymerase – 0,5 мкл; Деионизированная вода – 14 мкл, ДНК – 3 мкл.

Наработка ПЦР-продуктов SGNM-1 гена с праймерами Chlf - GCA GTC GAG AAT CTT TCG CAA TG и Chlr - AGC TGC TGG CAC GGA GTT AG проведена в термоциклере GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems, США) согласно следующему режиму амплификации: 94 °C – 3 мин, 35 цикл, 94 °C – 20 сек, 58 °C – 1 мин, 72 °C – 40 сек и 72 °C – 7 мин. Размер ПЦР продукта составляет 157 п.о.

#### *Получение ПЦР-продуктов гена 16S рРНК*

Наработка ПЦР-продуктов с праймерами Uni16sF - AGAGTTTGATCCTGGCTCAG и Uni16sR - GGTTACCTTGTTACGACTT с целью секвенирования ампликона проводили в термоциклере GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems, США) согласно следующему режиму амплификации: 94 °C – 5 мин, 35 цикл, 95 °C – 30 с, 55 °C – 30 с, 72 °C – 1 мин и 72 °C – 7 мин.

### Экстрагирование ПЦР продукта из геля

Наработанные продукты вырезали из геля, далее экстрагировали набором QIAquick Gel Extraction Kit (Qiagen, Германия), согласно инструкции производителя.

### Секвенирование

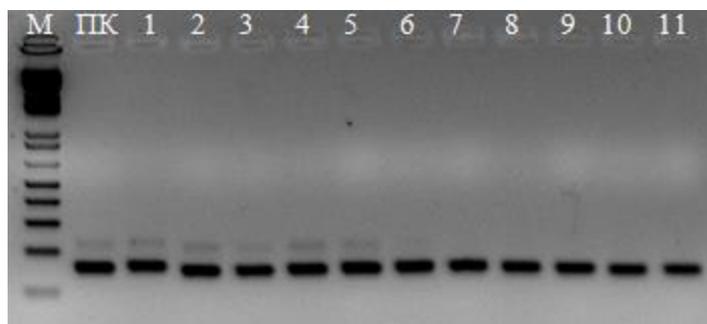
Секвенирование ДНК проводили методом дидеоксисеквенирования с использованием терминирующих дидеоксинуклеотидов (метод Сенгера) на автоматическом 16-капиллярном секвенаторе Genetic Analyzer 3130 xl (Applied Biosystems, США). В качестве полимера для капилляров использовали POP-7. Нарботку терминирующих продуктов ДНК проводили методом циклического секвенирования.

Очистку ДНК от не связавшихся красителей осуществляли гельфильтрацией на колонках Centri-Sep или с помощью CleanSeq Reagent согласно прилагаемым к наборам инструкциям.

### Результаты исследований

Из 156 исследованных образцов иксодовых клещей *Dermacentor marginatus*, *Hyalomma asiaticum*, *Hyalomma marginatum*, *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus*, *Hyalomma anatolicum*, собранных из разных регионов Казахстана, в 11 исследуемых образцах иксодовых клещей *Dermacentor marginatus* были обнаружены положительные результаты на хламидии методом ПЦР.

Результаты детекции изолятов бактерии хламидии в популяциях клещей, собранных на территории Казахстана представлены на рисунке 1.



М – маркер 1 kb; ПК – положительный контроль, ДНК бактерии хламидии (размер 157 п.о.); 1-6 – *Dermacentor marginatus* (Туркестанская область, Отырарский район 2022 г.); 7-11 – *Dermacentor marginatus* (Жамбылская область, Рыскуловский район 2022 г.)

Рисунок 1 – Результаты электрофоретического анализа ПЦР фрагмента ДНК изолятов бактерии хламидии

В результате электрофоретического анализа видно, что в 11 пробах наработались ПЦР продукты размером 157 п.о.

Ген 16S рРНК был выбран в качестве молекулярной мишени для дифференцировки видов бактерии хламидии, поскольку этот консервативный ген является наиболее универсальным среди бактерий, а с другой – имеет гипервариабельные области, что позволяет выбрать видоспецифичный регион для каждого вида. Результаты амплификации образцов представлены на рисунке 2.

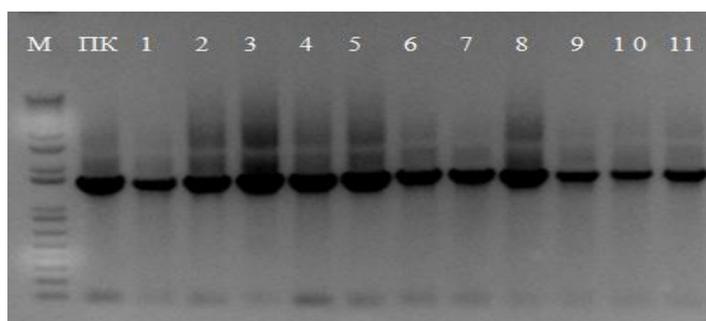


Рисунок 2 – Электрофореграмма ПЦР продуктов гена 16S рРНК изолятов бактерии хламидии, выделенных из клещей

Нуклеотидные последовательности фрагментов гена 16S рРНК, исследуемых 11 изолятов бактерии хламидии были секвенированы. Нуклеотидные последовательности гена 16S рРНК изолятов *W. chondrophila* были идентичны между собой. Результаты сравнительного анализа фрагмента 16S рРНК изолятов бактерии *W. chondrophila* с данными международной базы данных GenBank с использованием программы Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Процент идентичности фрагмента гена 16S рРНК изолята бактерии хламидии с другими штаммами из GenBank

№	Наименование штаммов	Идентификация	Инвентарный номер
1	<i>Waddlia chondrophila</i> 2032/99 annotated genome fragment, clone 1103163150255	96.09%	<a href="#">FR872611.1</a>
2	<i>Waddlia chondrophila</i> 2032/99 annotated genome fragment, clone 1103163150235	95.51%	<a href="#">FR872601.1</a>
3	<i>Waddlia chondrophila</i> 2032/99 annotated genome fragment, clone 1103163150279	94.97%	<a href="#">FR872627.1</a>
4	<i>Waddlia chondrophila</i> 2032/99 annotated genome fragment, clone 1103163150251	94.97%	<a href="#">FR872609.1</a>
5	<i>Waddlia chondrophila</i> 2032/99 annotated genome fragment, clone 1103163150244	94.97%	<a href="#">FR872605.1</a>
6	<i>Waddlia chondrophila</i> 2032/99 annotated genome fragment, clone 1103163150220	94.97%	<a href="#">FR872590.1</a>

Сравнительный анализ на основе гена 16S рРНК показал, что большинство изучаемых изолятов имеют сходство на 94,97-96,09 % с *W. chondrophila*. Результаты сравнения фрагмента гена 16S рРНК изолята бактерии *W. chondrophila* с данными GenBank представлены на рисунке 3.

## Waddlia chondrophila 2032/99 annotated genome fragment, clone 1103163150255

Sequence ID: [FR872611.1](#) Length: 1169 Number of Matches: 8

Range 1: 237 to 414 [GenBank](#) [Graphics](#)

[▼ Next Match](#) [▲ Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
291 bits(157)	6e-74	172/179(96%)	2/179(1%)	Plus/Minus
Query 14	AAGCTTTCTGAGAACTGCTCTGTGTTCTGTTAATTCATCTCACAGAGTTACATCTTTCC	73		
Sbjct 414	AAGCTTTCTGAGAACTGCTCTGTGTTCTGTTAATTCATCTCACAGAGTTACATCTTTCC	355		
Query 74	CTTCAAGAAGCCTTTTCGCTAAGGCTGTTCTTGTGGAATTGGCAAAGGGATATTTGGAAGC	133		
Sbjct 354	CTTCAAGAAGCCTTTTCGCTAAGGCTGTTCTTGTGGAATTGGCAAAGGGATATTTGGAAGC	295		
Query 134	CCATAGAGGGCTATGGTGAAAAATCCACACATCTCCGTG-AAAAGTGGAAATAAGCTT	191		
Sbjct 294	CCATAGAGGGCTATGGTGAAAAAGCAA-ATATCTCCGTTCAAAAGTGGAAAGAAGCTT	237		

Рисунок 3 – Результаты сравнения фрагмента гена 16S рРНК изолятов бактерии хламидии с данными GenBank

Нуклеотидная последовательность гена 16S рРНК является маркером для таксономии хламидий, а ее анализ является надежным инструментом для идентификации организмов. При сравнения казахстанского изолята *W. Chondrophila* с данными GenBank, было выявлено 96% идентичность со штаммом *W. Chondrophila* 2032/99 (ID; FR872611.1)

### Обсуждение

Возможности диагностического обнаружения хламидий значительно расширились после внедрения молекулярных методов, в частности ПЦР, которая позволяет проводить прямую идентификацию из клинических образцов.

В данной работе выявлено, что новые бактериальные изоляты, выделенные из образцов клещей принадлежат к хламидия-подобным бактериям *W. chondrophila*. Фрагмент структурного гена, кодирующий 16S рРНК новых изолятов хламидии, выделенных из образцов клещей, в настоящее время были секвенированы и проанализированы для установления его генетических взаимоотношений. Последовательность фрагмента гена 16S рРНК изолята в *W. Chondrophila* была наиболее близка к штаммам хламидия-подобной бактерии *W. chondrophila* (FR872611.1, FR872601.1, FR872627.1, FR872609.1, FR872605.1, FR872590.1), имея 94,97-96,09% сходство нуклеотидных последовательностей.

### Заключение

Согласно полученным результатам необходимы дополнительные исследования для изучения потенциальной роли клещей как переносчиков зоонозной бактерий *W. Chondrophila*, так как в данной работе среди 156 образцов клещей, собранных из Северо-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Кызылординской, Жамбылской и Туркестанской областей, из них 11 образцов были положительными на *W. Chondrophila* по анализу гена 16S-рРНК. Результаты этого предварительного исследования подчеркивают важность мониторинга домашних животных как индикатора для оценки состояния здоровья их владельцев.

**Конфликт интересов:** Авторы не имеют конфликта интересов к опубликованию материалов в статье.

### Литература

1. P.M. Dilbeck, J.F. Evermann, T.B. Crawford, A.C. Ward, C.W. Leathers, C.J. Holland, C.A. Mebus, L.L. Logan, F.R. Rurangirwa, T.C. McGuire, Isolation of a previously undescribed *Rickettsia* from an aborted bovine fetus // *J. Clin. Microbiol.* – 1990. – 28. – P. 814-816
2. K. Henning, G. Schares, H. Granzow, U. Polster, M. Hartmann, H. Hotzel, K. Sachse, M. Peters, M. Rauser, *Neospora caninum* and *Waddlia chondrophila* strain 2032/99 in a septic stillborn calf // *Vet. Microbiol.* – 2002. – 85. – P. 285-292
3. P.K. Chua, J.E. Corkill, P.S. Hooi, S.C. Cheng, C. Winstanley, C.A. Hart, Isolation of *Waddlia malaysiensis*, a novel intracellular bacterium, from fruit bat (*Eonycteris spelaea*) // *Emerging Infect. Dis.* – 2005. – 11. – P. 271-277
4. D. Baud, V. Thomas, A. Arafa, L. Regan, G. Greub, *Waddlia chondrophila*, a potential agent of human fetal death, *Emerging Infect. Dis.* – 2007. – 13. – P. 1239-1243.
5. D. Baud, G. Goy, M.C. Osterheld, N. Borel, Y. Vial, A. Pospischil, G. Greub, *Waddlia chondrophila*: from bovine abortion to human miscarriage // *Clin. Infect. Dis.* – 2011. – 52. – P. 1469-1471
6. D. Baud, L. Regan, G. Greub, Emerging role of *Chlamydia* and *Chlamydia*-like organisms in adverse pregnancy outcomes // *Curr. Opin. Infect. Dis.* – 2008. – 21. – P. 70-76.
7. S. Haider, A. Collingro, J. Walochnik, M. Wagner, M. Horn, *Chlamydia*-like bacteria in respiratory samples of community-acquired pneumonia patients // *FEMS Microbiol. Lett.* – 2008. – 281. – P. 198-202
8. G. Goy, A. Croxatto, K.M. Posfay-Barbe, A. Gervais, G. Greub, Development of a real-time PCR for the specific detection of *Waddlia chondrophila* in clinical samples // *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* – 2009. – 28. – P. 1483-1486
9. M. de Barys, G. Greub. *Waddlia chondrophila*: from biology to pathogenicity // *Microbes and Infection.* – 2013. – 15. – P. 1033-1041
10. C. Bertelli, F. Collyn, A. Croxatto, C. Ruckert, A. Polkinghorne, C. Kebbi-Beghdadi, A. Goesmann, L. Vaughan, G. Greub, The *Waddlia* genome: a window into *chlamydial* biology // *PLoS ONE.* – 2010. – 5. – P. 10890
11. V. Chisu, C. Foxi, A. Tanda, G. Masala. Molecular evidence of *Chlamydiales* in ticks from wild and domestic hosts in Sardinia, Italy // *Parasitol Res.* – 2018. – 117(4). – P. 981-987. doi: 10.1007/s00436-018-5772-3
12. D G McKercher, E M Wada, S K Ault, J H Theis. Preliminary studies on transmission of *Chlamydia* to cattle by ticks (*Ornithodoros coriaceus*) // *Am J Vet Res.* – 1980. – 41(6). – P. 922-4
13. Newman L, Rowley J, Vander Hoorn S, Wijesooriya NS, Unemo M, Low N, et al. Global Estimates of the Prevalence and Incidence of Four Curable Sexually Transmitted Infections in 2012 Based on Systematic Review and Global Reporting // Meng Z, editor. *PLOS ONE.* – 2015. – 10(12): 0143304. doi: 10.1371/journal.pone.0143304
14. D. Burnard, A. Polkinghorne. *Chlamydial* infections in wildlife-conservation threats and/or reservoirs of 'spill-over' infections? // *Vet Microbiol.* – 2016. – 196. – P. 78-84. doi: 10.1016/j.vetmic.2016.10.018

15. Michel R, Steinert M, Zoller L, Hauroder B, Henning K. Free-living Amoebae may serve as hosts for the Chlamydia-like bacterium *Waddlia chondrophila* isolated from aborted bovine foetus // *Acta Protozool.* – 2004. – 43. – P. 37–42
16. Thomas V, Herrera-Rimann K, Blanc DS, Greub G. Biodiversity of amoebae and amoeba-resisting bacteria in a hospital water network. // *Appl Environ Microbiol.* – 2006. – 72. – P. 2428-38. 10.1128/AEM.72.4.2428-2438.2006
17. Rurangirwa FR, Dilbeck PM, Crawford TB, McGuire TC, McElwain TF. Analysis of the 16S rRNA gene of micro-organism WSU 86-1044 from an aborted bovine foetus reveals that it is a member of the order Chlamydiales: proposal of Waddliaceae fam. nov., *Waddlia chondrophila* gen. nov., sp. nov. *Int J Syst Bacteriol.* – 1999. – 49.2. – P. 577-81. doi: 10.1099/00207713-49-2-577.

## References

1. P.M. Dilbeck, J.F. Evermann, T.B. Crawford, A.C. Ward, C.W. Leathers, C.J. Holland, C.A. Mebus, L.L. Logan, F.R. Rurangirwa, T.C. McGuire, Isolation of a previously undescribed *Rickettsia* from an aborted bovine fetus // *J. Clin. Microbiol.* – 1990. – 28. – P. 814-816.
2. K. Henning, G. Schares, H. Granzow, U. Polster, M. Hartmann, H. Hotzel, K. Sachse, M. Peters, M. Rauser, *Neospora caninum* and *Waddlia chondrophila* strain 2032/99 in a septic stillborn calf // *Vet. Microbiol.* – 2002. – 85. – P. 285-292.
3. P.K. Chua, J.E. Corkill, P.S. Hooi, S.C. Cheng, C. Winstanley, C.A. Hart, Isolation of *Waddlia malaysiensis*, a novel intracellular bacterium, from fruit bat (*Eonycteris spelaea*) // *Emerging Infect. Dis.* – 2005. – 11. – P. 271-277.
4. D. Baud, V. Thomas, A. Arafa, L. Regan, G. Greub, *Waddlia chondrophila*, a potential agent of human fetal death, *Emerging Infect. Dis.* – 2007. – 13. – P. 1239-1243.
5. D. Baud, G. Goy, M.C. Osterheld, N. Borel, Y. Vial, A. Pospischil, G. Greub, *Waddlia chondrophila*: from bovine abortion to human miscarriage // *Clin. Infect. Dis.* – 2011. – 52. – P. 1469-1471.
6. D. Baud, L. Regan, G. Greub, Emerging role of Chlamydia and Chlamydia-like organisms in adverse pregnancy outcomes // *Curr. Opin. Infect. Dis.* – 2008. – 21. – P. 70-76.
7. S. Haider, A. Collingro, J. Walochnik, M. Wagner, M. Horn, Chlamydialike bacteria in respiratory samples of community-acquired pneumonia patients // *FEMS Microbiol. Lett.* – 2008. – 281. – P. 198-202.
8. G. Goy, A. Croxatto, K.M. Posfay-Barbe, A. Gervaix, G. Greub, Development of a real-time PCR for the specific detection of *Waddlia chondrophila* in clinical samples // *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* – 2009. – 28. – P. 1483-1486.
9. M. de Barsy, G. Greub. *Waddlia chondrophila*: from biology to pathogenicity // *Microbes and Infection.* – 2013. – 15. – P. 1033-1041.
10. C. Bertelli, F. Collyn, A. Croxatto, C. Ruckert, A. Polkinghorne, C. Kebbi-Beghdadi, A. Goesmann, L. Vaughan, G. Greub, The *Waddlia* genome: a window into chlamydial biology // *PLoS ONE.* – 2010. – 5. – P. 10890.
11. V. Chisu, C. Foxi, A. Tanda, G. Masala. Molecular evidence of Chlamydiales in ticks from wild and domestic hosts in Sardinia, Italy // *Parasitol Res.* – 2018. – 117(4). – P. 981-987. doi: 10.1007/s00436-018-5772-3.
12. D. G. McKercher, E M Wada, S K Ault, J H Theis. Preliminary studies on transmission of Chlamydia to cattle by ticks (*Ornithodoros coriaceus*) // *Am J Vet Res.* – 1980. – 41(6). – P. 922-4

13. Newman L., Rowley J., Vander Hoorn S., Wijesooriya NS, Unemo M, Low N, et al. Global Estimates of the Prevalence and Incidence of Four Curable Sexually Transmitted Infections in 2012 Based on Systematic Review and Global Reporting // Meng Z, editor. PLOS ONE. – 2015. – 10(12): 0143304. doi: 10.1371/journal.pone.0143304
14. D. Burnard, A. Polkinghorne. Chlamydial infections in wildlife-conservation threats and/or reservoirs of 'spill-over' infections? // Vet Microbiol. – 2016. – 196. – P. 78-84. doi: 10.1016/j.vetmic.2016.10.018
15. Michel R., Steinert M, Zoller L, Hauröder B, Henning K. Free-living Amoebae may serve as hosts for the Chlamydia-like bacterium *Waddlia chondrophila* isolated from aborted bovine foetus // Acta Protozool. – 2004. – 43. – P. 37-42.
16. Thomas V., Herrera-Rimann K, Blanc DS, Greub G. Biodiversity of amoebae and amoeba-resisting bacteria in a hospital water network. // Appl Environ Microbiol. – 2006. – 72. – P. 2428-38. 10.1128/AEM.72.4.2428-2438.2006.
17. Rurangirwa F.R., Dilbeck PM, Crawford TB, McGuire TC, McElwain TF. Analysis of the 16S rRNA gene of micro-organism WSU 86-1044 from an aborted bovine foetus reveals that it is a member of the order Chlamydiales: proposal of Waddliaceae fam. nov., *Waddlia chondrophila* gen. nov., sp. nov. Int // J Syst Bacteriol. – 1999. – 49.2. – P. 577-81. doi: 10.1099/00207713-49-2-577.

## КЕНЕДЕГІ *WADDLIA CHONDROPHILA* ХЛАМИДИЯ ТӘРІЗДІ МИКРООРГАНИЗМДІ АНЫҚТАУ

Г.О.Шыныбекова\* , Н.Н. Мухами , А.У. Исабек , Н.С. Кожабегенов ,  
О.В. Червякова , К.Т. Султанкулова 

ҚР ДСМ «Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты»,  
Гвардейский қтк, Қазақстан  
\*sh.gaukhar@biosafety.kz

**Аннотация.** Хламидия тәрізді микроорганизм *Waddlia chondrophila* (*W. Chondrophila*) – бұл адамдар мен ірі қара малдың түсік түсіруіне әкелетін жаңа қоздырғыш. Бұл бактерия потенциалды зооноздық агент ретінде қарастырылады. *W. Chondrophila* негізгі резервуарлары мен тасымалдаушылары иксод кенелері болып табылады және олардың рөлін анықтау болашақ зерттеулерде шешілетін ең күрделі және қызықты мәселе болып қала береді.

Бұл зерттеудің мақсаты ірі қара малдан молекулалық әдістермен жиналған иксод кенелеріндегі хламидияны анықтау болды. Үй жануарларынан жиналған кене үлгілерінде қоздырғыштың болуын растау үшін полимеразды тізбекті реакция (ПТР) және секвенирлеу қолданылды.

Нуклеотидтер тізбегін талдау *Dermacentor marginatus*, *Hyalomma asiaticum*, *Hyalomma marginatum*, *Ixodes persulcatus*, *Hyalomma anatolicum* кенелерінде *W. chondrophila* бактериясының ДНҚ-сы анықталғанын көрсетті. Солтүстік Қазақстан, Батыс Қазақстан, Жамбыл және Түркістан облыстарынан жиналған кенелердің 156 үлгісінде 7%-ы хламидия тәрізді микроорганизм *W. chondrophila* оң нәтиже берді.

Иксод кенелерінде хламидия тәрізді микроорганизм *W. chondrophila* ДНҚ-ның болуы кенелердің осы зоонозды бактерияларды тасымалдаушы ретіндегі рөлін анықтау үшін қосымша зерттеулер қажет екенін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** *Waddlia chondrophila*; *Chlamydia*; ПТР; кене; 16S рРНҚ; праймер; секвенирлеу.

## DETECTION OF CHLAMYDIA-LIKE MICROORGANISM WADDLIA CHONDROPHILA IN TICKS

G.O. Shynybekova <sup>\*ID</sup>, N.N. Mukhami <sup>ID</sup>, A.U. Isabek <sup>ID</sup>, N.S. Kozhabergenov <sup>ID</sup>,  
O.V. Chervyakova <sup>ID</sup>, K.T. Sultankulova <sup>ID</sup>

"Scientific Research Institute of Biological Safety Problems" of the Ministry of Health of the  
Republic of Kazakhstan, Gvardeysky, Kazakhstan  
\*sh.gaukhar@biosafety.kz

**Abstract.** Chlamydia-like microorganism *Waddlia chondrophila* (*C. Chondrophila*) is a new pathogen that causes miscarriages and abortions in humans and cattle. This bacterium is considered as a potential zoonotic agent. The main reservoirs and carriers of *C. chondrophila* are ixodic ticks, and determining their role remains the most difficult and interesting question to be solved in future studies.

The purpose of this study was to identify chlamydia in ixodic ticks collected from cattle by molecular methods. Polymerase chain reaction (PCR) and sequencing were used to confirm the presence of the pathogen in tick samples collected from domestic animals.

The analysis of nucleotide sequences showed that the DNA of the bacterium *W. chondrophila* was detected in the ticks *Dermacentor marginatus*, *Hyalomma asiaticum*, *Hyalomma marginatum*, *Ixodes persulcatus*, *Hyalomma anatolicum*. Among 156 tick samples collected from North Kazakhstan, West Kazakhstan, Zhambyl and Turkestan regions, 7% were positive for chlamydia-like microorganism *W. chondrophila*.

The presence of DNA of the chlamydia-like *W. chondrophila* microorganism in ixodic ticks suggests that additional research is needed to study the potential role of ticks as carriers of these zoonotic bacteria.

**Keywords:** *Waddlia chondrophila*; *Chlamydia*; PCR; tick; 16s rRNA; primer; sequencing.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ *S. ENTERICA*

С.М. Бармак 

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», г. Алматы, Казахстан  
sabyr95@mail.ru

**Аннотация.** Полимеразная цепная реакция (ПЦР) стала широко используемым инструментом обнаружения, идентификации и дифференциации патогенных микроорганизмов при диагностике заболеваний человека и животных. Частые вспышки сальмонеллы, связанные с продуктами питания, требуют необходимости разработки методов быстрого обнаружения для контроля распространения заболевания. ПЦР в режиме реального времени (ПЦР РВ) позволяет обнаружить наличие ДНК патогенов. Обнаружение сальмонеллы в ПЦР РВ проводилось с использованием разработанных праймеров SInv-1F, SInv-1R и зонда SE-Probe. Положительные результаты были получены при тестировании на специфичность ПЦР РВ тест системы для обнаружения *S. enterica* при использовании в качестве матриц ДНК бактерии *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* и *S. Virchow*. Разработанная ПЦР РВ тест система для обнаружения ДНК *S. enterica* протестирована на ДНК гетерологичных микроорганизмов родов *Pasterella*, *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Mycoplasma*, *Candida* и *Aspergillu*. Гетерологичные микроорганизмы показали отрицательный результат при тестировании разработанной ПЦР РВ. ПЦР РВ тест система позволяет выявлять ДНК *S. enterica* в пределах 1-10 микробных клеток. Разработанная ПЦР РВ тест система позволила определить 99 (9,7 %) изолятов *S. enterica* в результате исследования 1020 биологических образцов (883 образцов из пищевых продуктов и 137 образцов клинического материала), собранных в 2018-2019 гг. Диагностическая эффективность тест-системы «ПЦР РВ *S. enterica*» составила 100 %.

**Ключевые слова:** ПЦР РВ; *S. enterica*; праймер; зонд; специфичность; чувствительность

### Введение

Небрюшнотифозная сальмонелла (НТС) является причиной пищевых инфекций человека, таких как гастроэнтерит и бактериемия [1, 2]. Во многих частях мира постоянно регистрируются вспышки болезней пищевого происхождения, вызванных сальмонеллой [3, 4]. В настоящее время идентифицировано более 2500 серотипов *S. enterica*, однако большинство инфекций у человека вызываются ограниченным числом серотипов [5].

Заболевания пищевого происхождения, вызываемые НТС, представляют собой важную проблему общественного здравоохранения и экономическое бремя во всем мире [6]. В Европе ежегодно регистрируется более 100 000 случаев сальмонеллеза у людей [7]. Серовары сальмонеллы, связанные с гастроэнтеритом, передаются фекально-оральным путем, либо

напрямую, либо через зараженную пищу или воду [8]. Инфекции гастроэнтерита, вызванные НТС, в большинстве случаев проходят самостоятельно, и антимикробное лечение обычно не требуется. Однако у 3–10% людей с желудочно-кишечными заболеваниями, вызванными НТС, развивается бактериемия [9] - серьезное и потенциально смертельное состояние, требующее противомикробного лечения [8].

По мере дальнейшего развития управления безопасностью пищевых продуктов микробиологическое тестирование будет продолжать играть важную роль в оценке достижения целей безопасности пищевых продуктов. Однако традиционные микробиологические методы, основанные на культурах ограничены, особенно в их способности предоставлять своевременные данные. Появление биотехнологии привело к появлению новых технологий, которые привели к разработке методов быстрой диагностики и изменению практики тестирования пищевых продуктов. Серологические методы по-прежнему остаются важными инструментами предотвращения попадания патогенов пищевого происхождения в пищу человека через мясо и молоко животных. Одним из основных применений быстрых методов является быстрый скрининг большого количества образцов, при этом ожидается, что большинство из них будут отрицательными, что приведет к более быстрому выпуску продукта в продажу [10]. Традиционные методы культивирования для обнаружения сальмонеллы в пищевых продуктах состоят из ряда этапов, которые включают неселективное обогащение, селективное обогащение, селективное/дифференциальный посев и, наконец, биохимическое и серологическое подтверждение. Метод трудоемкий и требует минимум 5 дней для завершения анализа [11]. Следовательно, существует необходимость в разработке и проверке более быстрых методов скрининга и обнаружения этого патогена в продукции.

В этом исследовании была оценена эффективность ПЦР РВ молекулярного метода выявления сальмонеллы в сравнении с микробиологическим методом обнаружения сальмонеллы. По сравнению с традиционным методом культивирования анализ ПЦР РВ позволил быстрее и одинаково точно обнаружить виды *Salmonella*.

## Материалы и методы

### *Сбор клинического материала и образцов продуктов питания*

С целью выявления степени заражения различных продуктов питания, реализуемых в торговых сетях в 2018 - 2019 гг. было собрано 883 проб различных образцов пищевого сырья и продуктов питания, подозреваемые в качестве фактора передачи возбудителя инфекции, а также 137 проб клинического материала от больных детей.

### *Штаммы и изоляты микроорганизмов, использованные в работе*

Для определения специфичности реакции использовали референтные штаммы сальмонелл и других бактерий: *S. Enteritidis* (S.e-0071), *S. Typhimurium TA 98* (reference strain), *S. Typhimurium* (S.t-0072), *S. Virchow* (reference strain), *S. Infantis* (S.i-0073), *S. Abortusovis* 37, *S. Gallinarum* 65, *S. Abortus equi* 17, *S. Cholera-suis* 51, *S. Dublin* 31, *Pasteurella multocida subsp. multocida*, *Clostridium perfringens* Strain S 107, *Clostridium sporogenes* NCTC 532, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* Strain Boston 41501, *Pseudo-monas aeruginosa*, *Candida albicans* 3147, *Mycoplasma hyorhinis* BTS-7, *Mycoplasma gallisepticum*, *Mycoplasma synoviae* WVU 1853, *Klebsiella pneumoniae*, *Aspergillus brasiliensis*.

### *Выделение ДНК из бактерий Salmonella тризольным методом.*

Выделение ДНК из бактерий *Salmonella* проведено с использованием коммерческого реагента TRIzol ("Invitrogen", США) в соответствии с инструкцией производителя.

### *Подбор и синтез специфических олигонуклеотидов для постановки ПЦР РВ*

Общее требование к подбору олигонуклеотидов состоит в том, что праймеры должны иметь сходные температуры плавления ( $T_{пл}$ ) и сбалансированное содержание ГЦ пар, должны избегать самокомплементарности и структуры шпильки. Пара праймеров амплифицирует только предполагаемую мишень, но не какие-либо непреднамеренные мишени. Это особенно важно для количественной ПЦР РВ, где во многих случаях количество продукта ПЦР представляется общей интенсивностью флуоресценции, включенной в амплифицированную ДНК [12]. Для разработки ПЦР РВ сконструированы специфичные для *S. enterica* праймеры SInv-1F, SInv-1R и зонд SE-Probe.

Для подбора и анализа праймеров и зондов для ПЦР использован коммерческий программный пакет для биоинформатики Vector NTI Advance 11 (ThermoFisher, США). Специфичность праймеров и зондов проверена с использованием биоинформатической программы BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>) для поиска базового локального сходства между последовательностями. Выбранные праймеры и зонды были синтезированы в научно-производственной компании «Синтол», Россия.

### *Постановка ПЦР РВ для идентификации сальмонеллы*

ПЦР РВ для идентификации сальмонелл проводили с использованием прибора термоциклер Rotor Gene Q (Qiagen, Германия). При постановке ПЦР РВ использованы праймеры и зонды специфичные для бактерии *S. enterica* (SE-F, SE-R, SE-Probe).

Для амплификации ДНК бактерии *S. enterica* использовали реакционную смесь объемом 25 мкл, состоящую из:

х10 ПЦР буфер	- 2,5 мкл
дНТФ смесь (10 мМ)	- 0,5 мкл
MgCl <sub>2</sub> (25 мМ)	- 1 мкл
Праймер F (10 пмоль)	- 1 мкл
Праймер R (10 пмоль)	- 1 мкл
Зонд-FAM (5 пмоль)	- 1 мкл
ДНК	- 3 мкл
Taq ДНК полимеразы (5 Ед)	- 0,2 мкл
Деионизированная вода	до 25 мкл

В процессе проведения экспериментов по подбору оптимальных температур и параметров времени для проведения ПЦР РВ при *S. enterica* был выбран следующий режим:

пре-денатурация	95 °C - 3 мин	} 45 циклов
денатурация	94 °C - 30 с	
отжиг	57 °C - 20 с	

## Результаты

Сальмонеллы являются одними из наиболее распространенных патогенов пищевого происхождения. Быстрая идентификация этиологических агентов во время вспышек заболеваний пищевого происхождения имеет большое значение. Высокая распространенность сальмонеллы требует эффективных и действенных подходов к ее выявлению, обнаружению и мониторингу на ранней стадии.

Ген *Inv*, имеется у штаммов всех подвигов *S. enterica*. Эта область хромосомы сальмонелл была приобретена сальмонеллами в результате горизонтального переноса еще до дифференциации на серовары внутри *S. enterica*, а не в результате последующего переноса между штаммами различных сероваров, поэтому характерные мутации локализованных в них генов можно считать генетическим маркером *S. enterica* [13]. Праймеры были спроектированы с использованием программы Vector NTI Suite 9 (Invitrogen) и исследованы с использованием программы BLAST, для подтверждения их специфичности. В результате исследований было сгенерированы специфические праймеры и зонд на ген *Inv* для *S. enterica*.

В ходе экспериментов были отобраны оптимальные пара праймеров и зонд, которые были обозначены SE- Probe, SInv-1F и SInv-1R для *S. enterica*.

В качестве флуоресцентного красителя (флуорофора) использовали FAM ( $\lambda_{\text{макс. поглощения}}$ , 490 нм,  $\lambda_{\text{макс. флуоресценции}}$ , 520 нм). Гаситель флуоресценции - BHQ1 ( $\lambda_{\text{макс. поглощения}}$ , 535 нм,  $\lambda_{\text{макс. флуоресценции}}$ , 480-580 нм).

### Оптимизация метода ПЦР РВ для выявления *S. enterica*

В результате исследования определены, что специфические продукты оптимально нарабатываются при концентрациях праймеров SInv-1F и SInv-1R по 10 пмоль. Результаты ПЦР РВ анализа показали, что флуоресцентный зонд SE-Probe хорошо работает при концентрации 5 пмоль. Наиболее оптимальной концентрацией  $\text{Mg}^{2+}$  является 1 мМ. Подобранная экспериментальным путем конечная концентрация дНТФ составляет 0,2 мМ. Оптимальная активность фермента Taq ДНК полимеразы составляет 0,04 ед.

Результаты оптимизации метода ПЦР РВ для выявления *S. enterica* показали, что разработанная тест-система работает специфично с ДНК бактерии *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* и *S. Virchow*. Результаты представлены на рисунке 1.

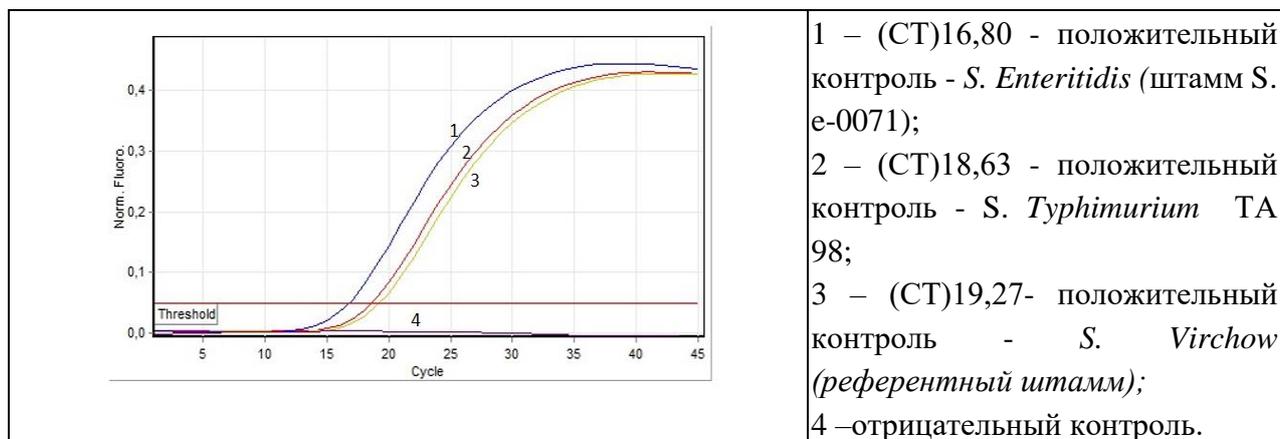
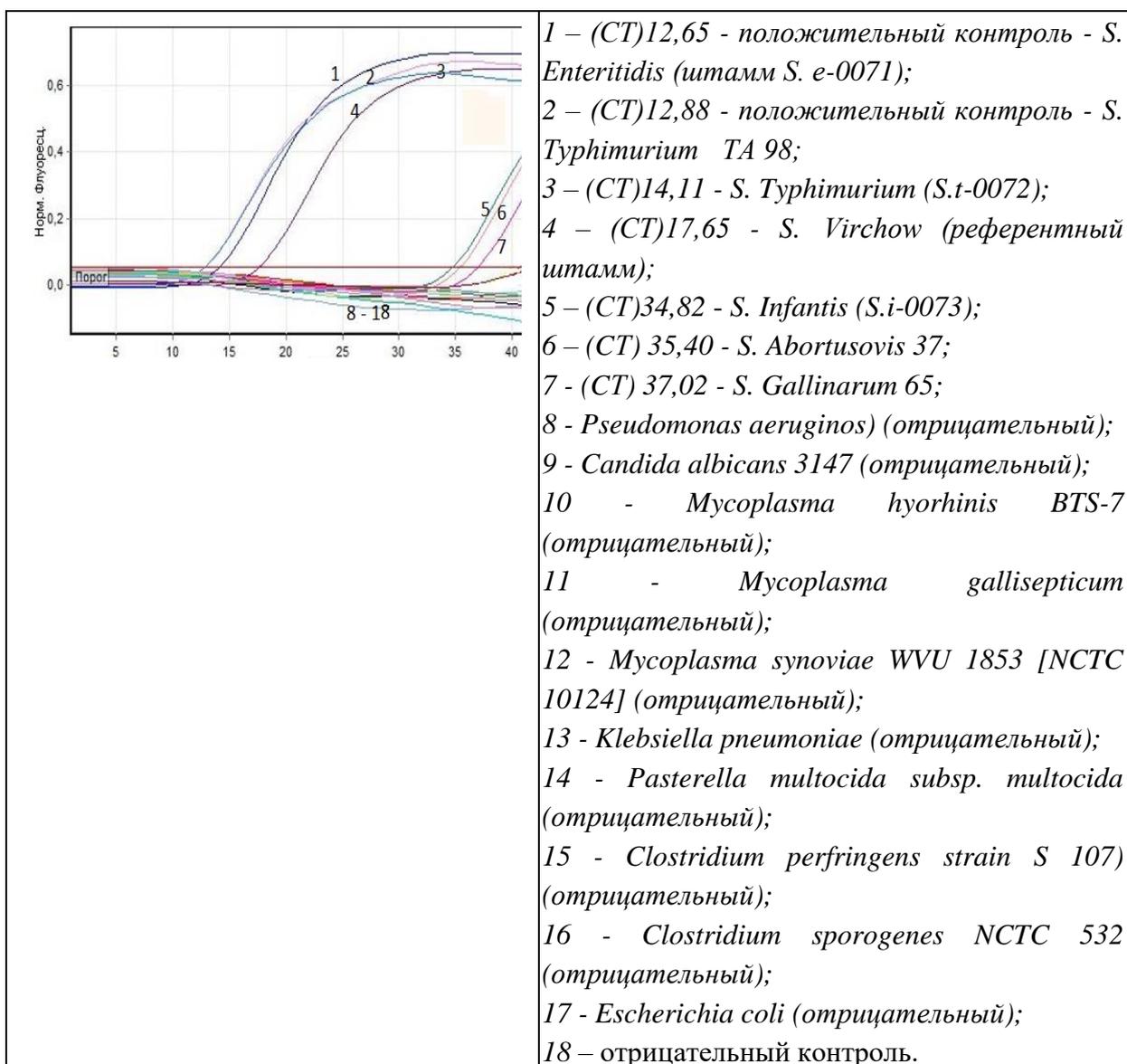


Рисунок 1 – Кривые флуоресценции накопленных продуктов при выявлении *S. enterica* в ПЦР РВ

При выявлении *S. enterica* в ПЦР-РВ пороговые циклы (СТ) составили: для положительных контролей - *S. Enteritidis* (штамм *S. e-0071*) - (СТ) 16,80; *S. Typhimurium* TA 98 - (СТ) 18,63; *S. Virchow* - (СТ) 19,27.

#### Определение специфичности метода ПЦР РВ для выявления *S. enterica*

Специфичность используемых олигонуклеотидных праймеров и зонда была подтверждена тестированием на панели из 10 контрольных организмов *Salmonella* (*S. Enteritidis* (*S.e-0071*), *S. Typhimurium* TA 98 (референтный штамм), *S. Typhimurium* (*S.t-0072*), *S. Virchow* (референтный штамм), *S. Infantis* (*S.i-0073*), *S. Abortusovis* 37, *S. Gallinarum* 65, *S. Abortus equi* 17, *S. Cholerae suis* 51, *S. Dublin* 31). Тесты показали высокую аналитическую специфичность при выявлении *S. enterica* и его серотипов. Результаты представлены на рисунке 2.



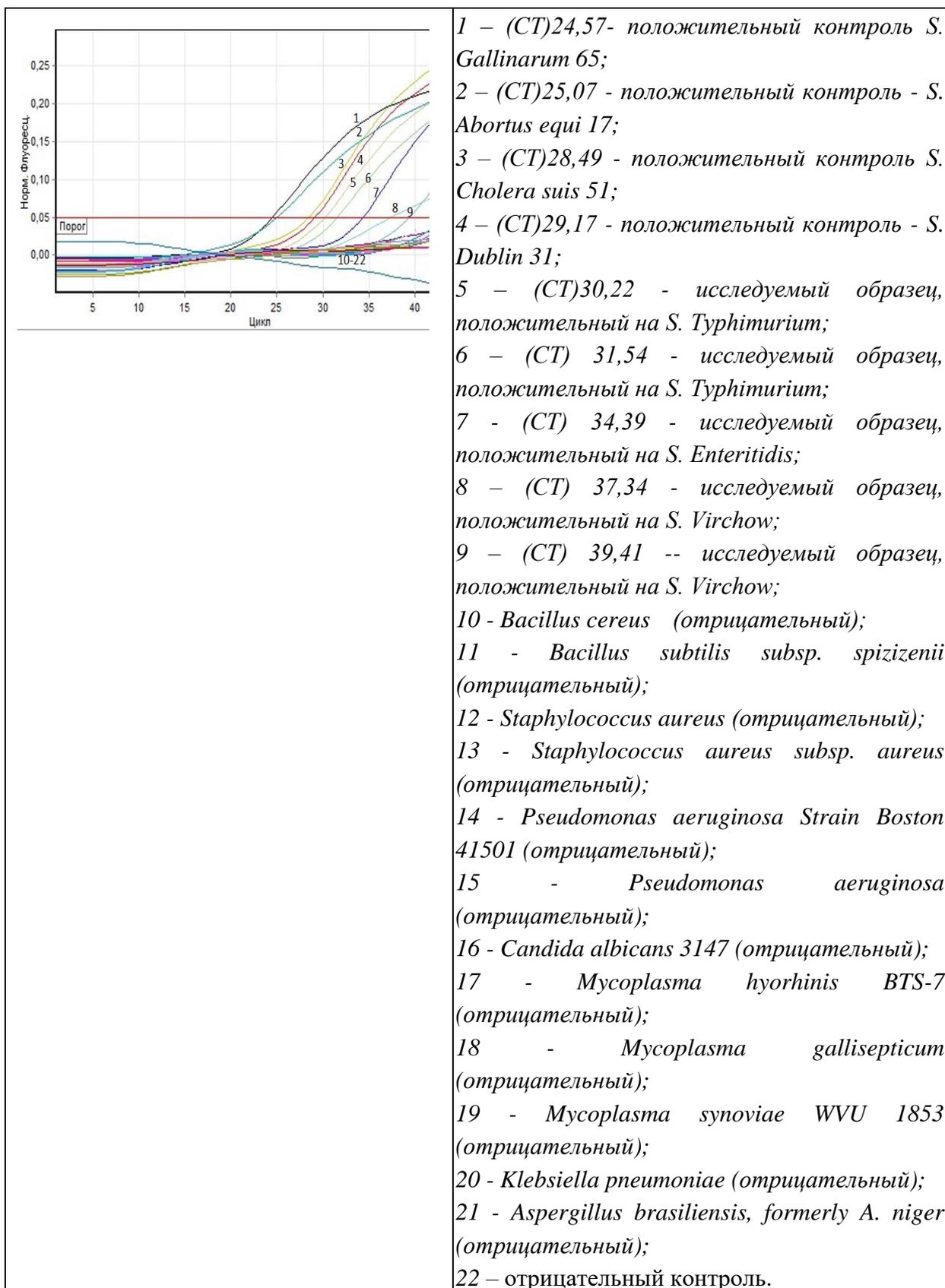


Рисунок 2 – Кривые флуоресценции накопленных продуктов при определении специфичности ПЦР РВ для выявления *S. enterica*

Отрицательные результаты были получены при использовании в качестве матриц ДНК гетерологичных микроорганизмов других родов: *Pasterella*, *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Mycoplasma*, *Candida* и *Aspergillus*.

#### Определение чувствительности метода ПЦР РВ для выявления *S. enterica*

При определении чувствительности метода ПЦР РВ для выявления *S. enterica* пределы обнаружения рассчитаны путем амплификации фрагментов ДНК, выделенных из серии 10-кратных разведений бактериальных сальмонеллезных клеток. Диапазон линейных измерений составил 1000, 100, 10 и 1 микробных клеток/мл целевой последовательности ДНК, выделенные из перечисленных образцов, протестированы с использованием разработанного метода ПЦР РВ для выявления *S. enterica*. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

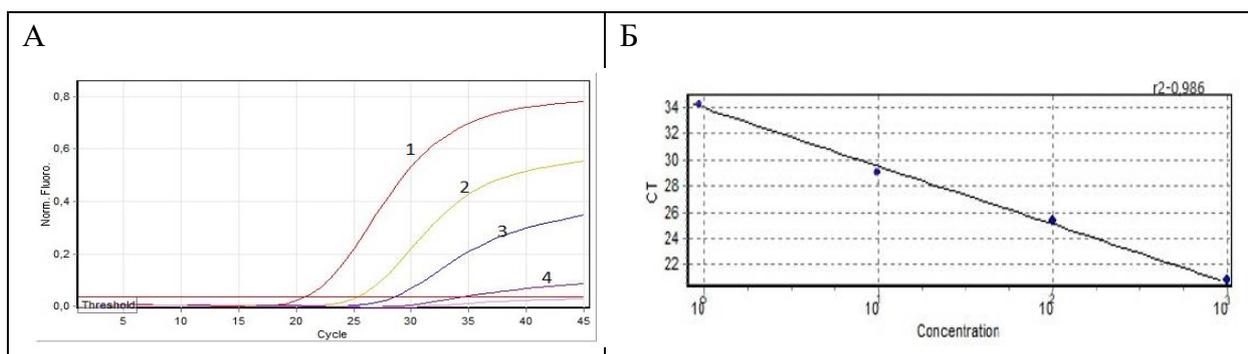


Рисунок 3 – Оценка предела чувствительности метода ПЦР РВ при тестировании последовательных 10-кратных разведений микробных клеток/мл бактерии *S. enterica* (А).  
Линейная регрессия результатов ПЦР-РВ при тестировании 10-кратных разведений микробных клеток/мл бактерии *S. enterica* (Б).

На рисунке 3А представлены результаты оценки предела чувствительности ПЦР РВ тест-системы при тестировании последовательных 10-кратных разведений микробных клеток/мл бактериальной суспензии. На рисунке 3Б изображены линейные регрессии средних значений пороговых циклов СТ при тестировании 10-кратного разведения бактериальной суспензии. Для оценки эффективности амплификации тест-системы проведено тестирование ДНК, выделенных из 10-кратных разведений образцов в концентрациях 1000, 100, 10 и 1 микробных клеток.

Количество ДНК сальмонеллы, выделенные из 1000 (СТ 20,83), 100 (СТ 25,35), 10 (СТ 28,53) и 1 (СТ 34,49) микробных клеток/мл бактериальной суспензии в образце коррелировал со значением порогового цикла (СТ), где корреляция Пирсона для *S. enterica* составила  $r=0,996$ . Положительными считаются пробы, у которых порог СТ меньше 38-го цикла. Данный метод позволяет выявлять ДНК *S. enterica* в пределах 1-10 микробных клеток.

#### Оценка диагностической эффективности ПЦР РВ тест-системы

Для оценки диагностической эффективности ПЦР РВ тест-системы при выявлении *S. enterica*, были проанализированы 1020 биологических образцов (883 образца пищевых продуктов и 137 образцов клинического образца) (таблица 1).

Таблица 1 – Выявление *S. enterica* в образцах с использованием различных тестов

Тест	Истинный положительный (ИП)	Ложноположительный (ЛП)	Ложноотрицательный (ЛО)	Истинный отрицательный (ИО)	Общее
ПЦР РВ <i>S. enterica</i>	99 (9.70%)	0	0	921 (90,30 %)	1020 (100 %)
Культивирование <i>S. enterica</i>	99 (9.70 %)	0	0	921 (90,30 %)	1020 (100 %)
Тест-система «ГенТест Сальмонеллез»	98 (9.61 %)	0	1 (0.10%)	922 (90,39 %)	1020 (100 %)

В результате проведенных исследований из 1020 образцов, полученных из клинического материала, пищевого сырья и продуктов питания с использованием теста «ПЦР РВ *S. enterica*» и метода «культивирование *S. enterica*» были выделены бактерии сальмонеллы в 99 (9.70%) образцах и в 921 (90,30 %) образцах получен отрицательный результат. Таким образом, тест-система «ПЦР РВ *S. enterica*», показала 100% выявление бактерии *S. enterica*.

При использовании коммерческой тест-системы «ГенТест Сальмонеллез» положительным на сальмонеллу были 98 (9.61 %) образцов, ложноотрицательными 1 (0.10%) образца.

Тест-система «ПЦР РВ *S. enterica*» и метод «культивирование *S. enterica*» как эталон показали 100 % диагностическую эффективность.

### Обсуждение

Сальмонелла является одной из основных причин пищевых отравлений во всем мире. Сальмонеллы могут загрязнять самые разнообразные пищевые продукты, включая продукты животного происхождения, такие как яйца, молочные продукты или мясо. Одной из основных проблем, связанных с сальмонеллой, являются экономические потери из-за уничтожения зараженных продуктов питания.

Разработка ПЦР РВ для специфического выявления *S. enterica* была основана на маркере гена *Inv*, выбранном в настоящем исследовании. Были разработаны праймеры *SInv-1F*, *SInv-1R* и зонд *SE-Probe*, амплифицирующие и нацеленные на этот маркер. Разработанный ПЦР РВ для специфического выявления *S. enterica* был успешно протестирован на ДНК гетерологичных микроорганизмов других родов: *Pasterella*, *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Mycoplasma*, *Candida* и *Aspergillus*, использованных для тестов на специфичность. Положительные результаты были получены при использовании в качестве матриц ДНК бактерии *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* и *S. Virchow* и др.

Для оценки чувствительности ПЦР РВ тест-системы проведено тестирование ДНК, выделенных из 10-кратных разведений образцов в концентрациях 1000, 100, 10 и 1 микробных клеток. Тест система позволяет выявлять ДНК *S. enterica* в пределах 1-10 микробных клеток.

Разработанная ПЦР РВ тест система позволила определить вид *S. enterica* бактерии сальмонелла. В результате исследования 1020 биологических образцов (883 образцов из пищевых продуктов и 137 образцов клинического материала), собранных в 2018-19 гг. было выявлено 99 изолятов *S. enterica* разработанным ПЦР РВ тестом и методом культивирования.

Метод культивирования *S. enterica* использован как эталон и показал 100 % диагностическую эффективность. Результаты, полученные с помощью разработанной тест-системой «ПЦР РВ *S. enterica*», подтверждены выделением сальмонеллы в чувствительной среде, что свидетельствует о надежности используемого метода ПЦР РВ при выявлении сальмонелл. Диагностическая эффективность тест-системы «ПЦР РВ *S. enterica*» составила 100 %.

### Заключение

Сконструированы специфические олигонуклеотиды и разработана ПЦР РВ тест-система для выявления геномной ДНК *S. enterica* в продуктах питания и клиническом материале. Аналитическая чувствительность метода составила 1 - 10 микробных клеток/мл. Диагностическая эффективность метода составила 100%. В результате исследования 1020 биологических образцов было выявлено разработанной ПЦР РВ тест-системой и выделено методом культивирования 99 (9,7 %) изолятов *S. enterica*.

### Литература

1. Hendriksen RS, Vieira AR, Karlsmose S, Lo Fo Wong DM, Jensen AB, Wegener HC. Global monitoring of Salmonella serovar distribution from the World Health Organization Global Foodborne Infections Network Country Data Bank: results of quality assured laboratories from 2001 to 2007// *Foodborne Pathog Dis.* 2011;8: - P. 887–900.
2. Scallan E, Hoekstra RM, Angulo FJ, Tauxe RV, Widdowson MA, Roy SL. Foodborne illness acquired in the United States: major pathogens // *Emerg Infect Dis.* 2011;17: -P. 7–15.
3. Majowicz SE, Musto J, Scallan E, Angulo FJ, Kirk M, O'Brien SJ. The global burden of nontyphoidal Salmonella gastroenteritis // *Clin Infect Dis.* 2010;50: -P. 882–889.
4. European Food Safety Authority. European Centre for Disease Prevention and Control The European Union One Health 2018 Zoonoses Report // *EFSA J.* 2019; -P. 17
5. Judd MC, Hoekstra RM, Mahon BE, Fields PI, Wong KK. Epidemiologic patterns of human Salmonella serotype diversity in the USA // 1996-2016. *Epidemiol Infect.* 2019; -P. 147-187.
6. Majowicz SE, Musto J, Scallan E, Angulo FJ, Kirk M, O'Brien SJ. The global burden of nontyphoidal *Salmonella* gastroenteritis // *Clin. Infect. Dis.* 2010; 50: -P. 882–889. 10.1086/650733
7. EFSA-European Food Safety Authority. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011 // *EFSA Journal.* 2013; 11: -P. 250
8. Hohmann EL. Nontyphoidal Salmonellosis // *Clin. Infect. Dis.* 2001; 32: - P. 263–269.
9. Okeke IN, Laxminarayan R, Bhutta ZA, Duse AG, Jenkins P, O'Brien TF. Antimicrobial resistance in developing countries // Part I: recent trends and current status. *Lancet Infect. Dis.* 2005; 5: - P. 481–493.
10. Hoorfar J. Rapid detection, characterization, and enumeration of foodborne pathogens // *APMIS Suppl.* 2011 Nov;(133): -P. 1-24. doi: 10.1111/j.1600-0463.2011.02767.x. PMID: 22250747.

11. Hammack T. S., Valentin-Bon I. E., Jacobson A. P., Andrews W. H. Relative effectiveness of the Bacteriological Analytical Manual method for the recovery of Salmonella from whole cantaloupes and cantaloupe rinses with selected preenrichment media and rapid methods // J. Food. Prot. – 2004. 67: -P. 870–877.

12. Ye J., Coulouris G., Zaretskaya I., Cutcutache I., Rozen S., Madden T. L. Primer-BLAST: a tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction // BMC bioinformatics. – 2012. – Т. 13. – С. 1-11.

13. Яцыщина С.Б. Выявление и типирование возбудителей сальмонеллеза молекулярно-генетическими методами // Автореферат канд. диссертации, - 16.00.03, - 2003 г.

## References

1. Hendriksen RS, Vieira AR, Karlslose S, Lo Fo Wong DM, Jensen AB, Wegener HC, et al. (2011) Global monitoring of Salmonella serovar distribution from the World Health Organization Global Foodborne Infections Network Country Data Bank: results of quality assured laboratories from 2001 to 2007. *Foodborne Pathog Dis* pp.887–900.

2. Scallan E, Hoekstra RM, Angulo FJ, Tauxe RV, Widdowson MA, Roy SL, et al. (2011) Foodborne illness acquired in the United States: major pathogens. *Emerg Infect Dis*. pp. 7–15.

3. Majowicz SE, Musto J, Scallan E, Angulo FJ, Kirk M, O'Brien SJ, et al. (2010) The global burden of nontyphoidal Salmonella gastroenteritis. *Clin Infect Dis*. pp. 882–889.

4. European Food Safety Authority. (2019) European Centre for Disease Prevention and Control The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. 5926EFSA J. 17

5. Judd MC, Hoekstra RM, Mahon BE, Fields PI, Wong KK. (2019) Epidemiologic patterns of human Salmonella serotype diversity in the USA, 1996-2016. *Epidemiol Infect*. 147:e187.

6. Majowicz SE, Musto J, Scallan E, Angulo FJ, Kirk M, O'Brien SJ, et al. (2010) The global burden of nontyphoidal *Salmonella* gastroenteritis. *Clin. Infect. Dis*. pp. 882–889. 10.1086/650733

7. EFSA-European Food Safety Authority. (2013) The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. *EFSA Journal*.; 11: 250

8. Hohmann EL. (2001) Nontyphoidal Salmonellosis. *Clin. Infect. Dis*. 32: pp. 263–269.

9. Okeke IN, Laxminarayan R, Bhutta ZA, Duse AG, Jenkins P, O'Brien TF, et al. (2005) Antimicrobial resistance in developing countries. Part I: recent trends and current status. *Lancet Infect. Dis*. 5: pp. 481–493.

10. Hoorfar J. (2011) Rapid detection, characterization, and enumeration of foodborne pathogens. *APMIS Suppl*. 133):1-24. doi: 10.1111/j.1600-0463.2011.02767.x. PMID: 22250747.

11. Hammack T. S., Valentin-Bon I. E., Jacobson A. P., Andrews W. H. (2004) Relative effectiveness of the Bacteriological Analytical Manual method for the recovery of Salmonella from whole cantaloupes and cantaloupe rinses with selected preenrichment media and rapid methods. *J. Food. Prot*. 67: pp.870–877.

12. Ye J., Coulouris G., Zaretskaya I., Cutcutache I., Rozen S., Madden T. L. (2012) Primer-BLAST: a tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction. *BMC bioinformatics*. Т. 13. – С. 1-11.

13. Yacyshchina S.B. (2003) Vyyavlenie i tipirovanie vozбудitelej sal'monelleza molekulyarno-geneticheskimi metodami. Avtoreferat kand. dissertacii.

## ***S. ENTERICA* БАКТЕРИЯСЫН АНЫҚТАУ ҮШІН НАҚТЫ УАҚЫТТАҒЫ ПОЛИМЕРАЗДЫ ТІЗБЕКТИ РЕАКЦИЯ ӘДІСІН ЖАСАУ**

**С.М. Бармак** 

«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,  
Алматы, Қазақстан  
sabyr95@mail.ru

**Аннотация.** Полимеразды тізбекті реакция (ПТР) адам мен жануарлардың ауруларын балауда патогенді микроорганизмдерді анықтау, айқындау және саралау үшін кеңінен қолданылатын құрал болып табылады. Азық-түлікпен байланысты сальмонеллалардың жиі өршуі аурудың таралуын бақылау үшін жылдам анықтау әдістерін әзірлеуді талап етеді. Нақты уақыттағы ПТР патогендердің ДНҚ-ның болуын анықтай алады. Сальмонеллаларды нақты уақыттағы ПТР арқылы анықтау, әзірленген SInv-1F, SInv-1R праймерлер және SE-Probe зондының көмегімен жүзеге асырылды. Үлгі ретінде *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* және *S. Virchow* бактерияларының ДНҚ-сын пайдаланып *S. enterica* бактериясын анықтауға арналған нақты уақыттағы ПТР тест жүйесінің ерекшелігін сынау кезінде оң нәтижелер алынды. *S. enterica* ДНҚ анықтауға арналып әзірленген нақты уақыттағы ПТР тест жүйесі *Pasterella*, *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Mycoplasma*, *Candida* және *Aspergillus* тектерінің гетерогенді микроорганизмдерінің ДНҚ-сында сыналған. Әзірленген нақты уақыттағы ПТР әдісін тестілеу кезінде гетерогенді микроорганизмдер теріс нәтиже көрсетті. Нақты уақыттағы ПТР тест жүйесі арқылы *S. enterica* бактериясының ДНҚ 1-10 микробтық жасуша ішінде анықтауға мүмкіндік береді. Әзірленген нақты уақыттағы ПТР сынақ жүйесі 2018-2019 жылдары жиналған 1020 биологиялық сынаманы (883 тағам сынамасы және 137 клиникалық үлгі) зерттеу нәтижесінде *S. enterica* изоляттарының 99 (9,7%) анықтауға мүмкіндік берді. *S. enterica* бактериясын анықтауда нақты уақыттағы ПТР тест жүйесінің балау тиімділігі 100% құрады.

**Түйін сөздер:** нақты уақыттағы ПТР; *S. enterica*; праймер; зонд; ерекшелік; сезімталдық.

## **DEVELOPMENT OF A REAL-TIME POLYMERASE CHAIN REACTION METHOD FOR THE DETECTION OF *S. ENTERICA***

**S.M. Barmak** 

LLP "Kazakh research institute of processing and food industry", Almaty, Kazakhstan  
sabyr95@mail.ru

**Abstract.** Polymerase chain reaction (PCR) has become a widely used tool for the detection, identification and differentiation of pathogenic microorganisms in the diagnosis of human and animal diseases. Frequent outbreaks of *Salmonella* associated with food require the development of rapid detection methods to control the spread of the disease. Real-time PCR (RT-PCR) can detect the presence of pathogen DNA. Detection of *Salmonella* in RT-PCR was carried out using the developed primers SInv-1F, SInv-1R and the SE-Probe probe. Positive results were obtained when testing the

specificity of the RT-PCR test system for the detection of *S. enterica* using DNA from the bacteria *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* and *S. Virchow* as templates. The developed RT-PCR test system for the detection of *S. enterica* DNA was tested on the DNA of heterologous microorganisms of the genera *Pasterella*, *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Mycoplasma*, *Candida* and *Aspergillus*. Heterologous microorganisms showed a negative result when testing the developed RT-PCR. The RT-PCR test system allows you to detect *S. enterica* DNA within 1-10 microbial cells. The developed RT-PCR test system made it possible to identify 99 (9.7%) *S. enterica* isolates as a result of examining 1020 biological samples (883 food samples and 137 clinical samples) collected in 2018-2019. The diagnostic efficiency of the *S. enterica* RT PCR test system was 100%.

**Keywords:** RT PCR; *S. enterica*; primer; probe; specificity; sensitivity.

## ДАННЫЕ АВТОРОВ

1. Кошеметов Жумагали Каукарбаевич, Заведующий лабораторией "Диагностика инфекционных заболеваний", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0001-7572-9654, koshemetov2008@mail.ru

Сейсенбаева Мадина Сагдатовна, старший научный сотрудник лаборатории "Диагностика инфекционных заболеваний", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0009-0004-1586-6736, m.seisenbayeva@biosafety.kz

Оразымбетова Нуркуль Калдыбайкызы, старший научный сотрудник лаборатории "Диагностика инфекционных заболеваний", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0003-2049-686X, n.oralymbetova@biosafety.kz

Умуралиев Бакыт Кудайбергенович, младший научный сотрудник лаборатории "Диагностика инфекционных заболеваний", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0003-3274-3004, b.umuraliyev@biosafety.kz

Исахан Экежан Айдарұлы старший лаборант лаборатории "Диагностика инфекционных заболеваний", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0009-0008-0523-7708, a.isakhan@biosafety.kz

2. Жаппарова Гульжан Амировна, научный сотрудник лаборатории "Особо опасные инфекционные заболевания", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0001-5382-831X, gulzhan1003@mail.ru

Мырзахметова Балжан Шайзадаевна Заведующая лабораторией "Особо опасные инфекционные заболевания", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0002-4141-7174, balzhan.msh@mail.ru

Бисенбаева Карина Бисенбаевна, младший научный сотрудник лаборатории "Особо опасные инфекционные заболевания", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0001-5788-6074, bisenbayeva.karina@bk.ru

Кутумбетов Леспек Бекболатович, главный научный сотрудник лаборатории "Особо опасные инфекционные заболевания", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0001-8481-0673, lespek.k@gmail.com

3. Фокина Елизавета, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт биомедицинских систем и биотехнологий, Россия, ORCID 0000-0002-1154-7883, elizabeth\_fox@mail.ru

4. Чоров Маматкан Джетимишевич, Кыргызский Государственный Университет имени И. Арабаева, профессор кафедры биоразнообразия им. проф. М.Ботбаевой Института естественных наук и туризма КГУ им. И. Арабаева, профессор по специальности «Биология», доктор педагогических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, Кыргызстан, mamatkan.chorov@gmail.com

5. Шыныбекова Гаухар Орынбековна, научный сотрудник лаборатории "Молекулярная биология и геновая инженерия", Научно-исследовательский институт

проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0002-6976-1540, sh.gaukhar@biosafety.kz

Мухами Назым Нурғайқызы, и.о. научного сотрудника лаборатории "Молекулярная биология и генная инженерия", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0002-5151-8120, n.n.mukhami@biosafety.kz

Исабек Айша Уранқызы, и.о. старшего научного сотрудника лаборатории "Молекулярная биология и генная инженерия", Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0002-5623-7571, isabekova\_\_aisha@mail.ru

Кожабергенов Нурлан Сиязбекович, старший научный сотрудник лаборатории «Молекулярная биология и генная инженерия», Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0001-6299-9399, n.kozhabergen@biosafety.kz

Червякова Ольга Викторовна, главный научный сотрудник лаборатории «Молекулярная биология и генная инженерия», Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0002-7954-6246, o.chervyakova@biosafety.kz

Султанкулова Куляйсан Турлыбаевна, заведующий лабораторией «Молекулярная биология и генная инженерия», Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, ORCID 0000-0002-1332-1247, k.sultankulova@biosafety.kz

б. Сабырхан Бармак Мухитович, ТОО "Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности", Казахстан, ORCID 0000-0002-6193-5390, sabyr95@mail.ru

## ТРЕБОВАНИЯ К НАУЧНЫМ СТАТЬЯМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ

### Правила для авторов

Научный журнал «Биобезопасность и Биотехнология» принимает к публикации оригинальные исследовательские статьи, краткие сообщения и обзоры по следующим направлениям науки:

- Биологическая безопасность и биозащита
- Микробиология
- Медицинская и ветеринарная биотехнология
- Фитопатология и биотехнология растений

### КАК ПОДГОТОВИТЬ СТАТЬЮ В ЖУРНАЛ

#### 1. Требования к рукописям, направляемым в журнал

Текст должен быть набран в редакторе Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер 12, интервал одинарный, все поля 2 см, абзацный отступ 1 см. Все страницы и строки должны быть пронумерованы и иметь сквозную нумерацию. Выравнивание – по ширине (с автоматической расстановкой переносов).

Объем статей должен составлять 10-15 печатных страниц для оригинальных статей, 15-25 печатных страниц для обзоров, до 5 печатных страниц для кратких сообщений.

Авторы также должны представить каждое изображение в отдельном файле в оригинальном размере (не менее 300 dpi).

#### 2. Язык статьи

К публикации в журнале принимаются рукописи из любых стран на казахском, русском и/или английском языках. Метаданные статьи (название статьи, Ф.И.О. авторов, официальное название учреждений авторов, адреса, резюме статьи, ключевые слова, информация для контакта с ответственным автором) должны быть представлены на трех языках.

Метаданные статьи на другом языке (если статья написана на казахском, то на русском языке или же наоборот) и на английском языке приводят в конце статьи после списка использованной литературы.

Для статей на казахском и русском языках пристатейный список литературы (References) должен быть дополнительно представлен в транслитерированном виде – см. пункт 4).

В случае, если авторы не предоставили метаданные статьи на языках, отличающихся от языка написания статьи или перевод некачественный, то редакция прибегает к услугам переводчика самостоятельно (право выбора переводчика остается за редакцией).

#### 3. Титульный лист (метаданные статьи).

Титульный лист должен включать следующую информацию:

- 1) код МРНТИ (Международный рубрикатор научно-технической информации; определяется по ссылке <http://grnti.ru/>)
- 2) название статьи (лаконично и информативно. Заголовки часто используются в информационно-поисковых системах. По возможности избегайте сокращений и формул)

3) инициалы и фамилии авторов (пожалуйста, четко фамилии (имена) каждого автора и проверьте правильность написания всех имен)

4) организация и ее местонахождение для каждого автора (все аффилиации нумеруются надстрочной арабскими цифрами сразу после имени автора и перед соответствующим адресом; укажите адрес каждой организации, включая название населенного пункта и страны), и, если возможно, адрес электронной почты каждого автора. Если все авторы статьи работают в одном учреждении, указывать место работы каждого автора отдельно не нужно, достаточно указать учреждение один раз. Если у автора несколько мест работы, каждое обозначается отдельным цифровым индексом.

5) контактная информация (адрес электронной почты) автора для корреспонденции: (поставьте знак «\*» сразу после индекса аффилиации автора для корреспонденции и перед контактной информацией). Если авторов для корреспонденции несколько, укажите инициалы рядом с каждым адресом.

6) при наличии указать для авторов ID номера ORCID с использованием гиперссылки в значке 

7) аннотация (один абзац не более 300 слов, при этом не менее 150 слов). В аннотации должны быть кратко изложены цель исследования, основные результаты и основные выводы. Аннотация часто представляется отдельно от статьи. В связи с этим следует избегать ссылок, нестандартных или необычных сокращений, но, если они необходимы, они должны быть определены при их первом упоминании в самом реферате. Аннотация должна быть объективным изложением статьи, не должна содержать результатов, не представленных и не обоснованных в основном тексте, и не должна преувеличивать основные выводы.

8) ключевые слова (5-10 слов или словосочетаний, должны отражать основное содержание статьи; определить предметную область исследования. Каждое ключевое слово отделяется точкой с запятой).

#### 4. План построения оригинальных статей

Структура оригинальных статей должна соответствовать формату IMRAD (Introduction, Methods, Results, Discussion, Conclusion) и содержать разделы ВВЕДЕНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ, ОБСУЖДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В конце статьи размещают информацию о финансовой поддержке работы, гранты, благодарности; указание на конфликт интересов; список цитированной литературы. Оригинальная статья оформляется в соответствии ШАБЛОНА, предложенного редколлекцией журнала [journal.biosafety.kz](http://journal.biosafety.kz).

Во введении следует изложить текущее состояние области исследований и процитировать основные публикации, обосновать актуальность и значимость проводимых исследований. Необходимо кратко указать цель работы. Насколько это возможно, сделайте введение понятным для ученых, не занимающихся вашей конкретной областью исследований. Ссылки должны быть пронумерованы в порядке их появления и обозначены цифрой или цифрами в квадратных скобках, например, [1] или [2,3], или [4–6]. Дополнительные сведения о ссылках см. в конце документа.

**Материалы и методы** должны быть описаны достаточно подробно, чтобы другие могли воспроизвести и использовать опубликованные результаты. Новые методы и протоколы должны быть описаны подробно, в то время как хорошо зарекомендовавшие себя методы могут быть кратко описаны и надлежащим образом процитированы.

Исследования с участием животных или людей, а также другие исследования, требующие этического одобрения, должны указывать орган, предоставивший одобрение, и соответствующий кодекс этического одобрения.

Раздел «**Результаты**» должен содержать точное описание экспериментальных результатов, их интерпретацию, а также экспериментальные выводы, которые можно сделать. При необходимости этот раздел может быть разделен на подразделы.

В разделе «**Обсуждение**» авторы должны обсудить полученные результаты и то, как их можно интерпретировать с точки зрения предыдущих исследований и рабочих гипотез. В обсуждении можно привести возможные объяснения сходства и противоречий с другими аналогичными исследованиями. В максимально широком контексте следует обсудить выводы и их значение. Также в данном разделе могут быть выделены будущие направления исследований.

Раздел «**Заключение**» включает обобщение и подведение итогов работы на текущем этапе. Выводы должны быть точными и использоваться для обобщения результатов исследований в конкретных научных областях с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

**Финансирование:** Укажите источник финансирования исследований (название финансирующей организации, номер гранта). Внимательно проверьте правильность приведенных данных и используйте стандартное написание названий финансирующих организаций.

**Благодарности:** В этом разделе вы можете отметить любую оказанную поддержку. Это может включать административную и техническую поддержку или предоставление материалов для экспериментов.

**Конфликт интересов:** Все авторы должны раскрывать информацию о любых финансовых и личных отношениях с другими людьми или организациями, которые могут ненадлежащим образом повлиять (предвзято) на их работу. Примеры потенциальных конфликтов интересов включают занятость, консультации, владение акциями, гонорары, платные экспертные заключения, патентные заявки/регистрации, а также гранты или другое финансирование. Если нет никаких конфликтов к опубликованию материалов в статье, указать, что авторы не имеют конфликта интересов.

В разделе «**Литература**» следует привести список цитированной литературы, оформленный согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» (требование к изданиям, входящих в перечень КОКСОН). Список литературы должен быть пронумерован в порядке упоминания в тексте (включая цитаты в таблицах и легендах). Включите цифровой идентификатор объекта (DOI) для всех ссылок, где они доступны. В тексте ссылки должны быть заключены в квадратные скобки [...] и поставлены перед знаками препинания; например [1], [1–3] или [1,3].

Примеры оформления ссылок:

*Статья в периодическом издании (журнале)*

Aspden K., Passmore J.A., Tiedt F., Williamson A.L. Evaluation of lumpy skin disease virus, a capripoxvirus, as a replication-deficient vaccine vector // J. Gen. Virol. – 2003. – Vol. 84 (Pt 8). – P. 1985-1996. doi: ... (при наличии)

Гуненков В.В., Черняк В.П., Кузнецов Г.Д. Сухая живая вакцина против оспы овец из штамма С113/86 // Ветеринария. – 1993. – № 11/12. – С. 23-24.

### Книги

Зайцев В.Л. Морфогенез вируса оспы овец в культуре клеток /В.Л.Зайцев, Н.Т.Сандыбаев, К.Т.Султанкулова, В.Ю.Белоусов, О.В.Червякова, В.М.Строчков // Вирус оспы овец: молекулярно-биологические свойства и структура генома. – Алматы, 2011. – С.73-84. ISBN 978-601-278-599-9

### Материалы конференций

Султанкулова К.Т. Токсико-биологическая оценка гриба *Histoplasma farciminosum* – возбудителя эпизоотического лимфангоита лошадей // Ветеринарные и зоотехнические вопросы коневодства: первая науч.-практ. конф. - Алматы, 2003. – С. 26-29

Сансызбай А.Р. Эпизоотическая ситуация лимфангита лошадей, вызванного *Histoplasma farciminosum*, в коневодческих хозяйствах Республики Казахстан //Современное состояние и актуальные проблемы развития ветеринарной науки и практики: науч.-практ. конф. – Алматы, 2005. – С. 234-237.

### Интернет-источники

Вспышка оспы овец на территории Российской Федерации в Ярославской области [Электрон.ресурс]. - URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/news/18142.html> (дата обращения 3 сентября 2016 г).

Далее приводится транслитерированный список использованных источников в разделе REFERENCES. При этом англоязычные источники дублируются из раздела ЛИТЕРАТУРА, казахскоязычные и русскоязычные ссылки должны быть приведены к латинскому алфавиту (латинице) и английскому переводу. Ссылка должна дополнительно содержать DOI (идентификатор цифрового объекта), если таковой имеется. Транслитерация осуществляется с использованием онлайн-платформы <http://translit-online.ru/>. Эта онлайн-платформа не транслитерирует отдельные буквы казахского алфавита. Авторы должны самостоятельно вносить исправления после транслитерации казахского текста.

Транслитерированный список литературы должен выглядеть в следующем виде для источников на кириллице: автор(-ы) (транслитерация) → (год в круглых скобках)→название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], название русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название – если есть), выходные данные с обозначениями на английском языке.

Например: Gokhberg L., Kuznetsova T. (2011) Strategiya-2020: novye kontury rossiiskoi innovatsionnoi politiki [Strategy 2020: New Outlines of Innovation Policy]. *Foresight-Russia*, vol. 5, no 4, pp. 8–30.

## 5. Оформление обзоров и кратких сообщений

Обзорные статьи должны включать в себя введение, разделы обзора литературы и заключение. Файл шаблона также можно использовать для подготовки первой и заключительной частей обзорной рукописи. Основная часть может содержать разделы и подразделы. Обзоры публикуются по заказу редакции или по инициативе автора.

Краткое сообщение представляет краткий формат информации логически завершеного научного исследования в объёме до 5 страниц, включающее не более 2 рисунков/таблиц/графиков и до 10 ссылок.

## **6. Особенности оформления таблиц, рисунков**

Таблицы должны быть созданы в формате таблицы Microsoft Word. Таблицы должны быть пронумерованы и в тексте должны быть ссылки на каждую таблицу. Заголовок таблицы расположен по центру над таблицей, пояснительные сноски (обозначенные строчными надстрочными буквами) расположены под таблицей. Таблицы не должны дублировать информацию, представленную в тексте.

Все рисунки (фотографии, диаграммы, графики и схемы) должны быть пронумерованы арабскими цифрами (1, 2, ...). Надписи и символы должны быть четко определены либо в подписи, либо в легенде, являющейся частью рисунка.

### **КАК ПОДАТЬ СТАТЬЮ НА РАССМОТРЕНИЕ**

Рукопись статьи направляется в редакцию через форму на сайте журнала [journal.biosafety.kz](http://journal.biosafety.kz)

Загружаемый в систему файл со статьей должен быть представлен в формате Microsoft Word (иметь расширение \*.doc или \*.docx). Сопроводительное письмо с оригинальными подписями должно быть представлено в формате PDF. Сопроводительное письмо должно быть кратким с указанием соответствия рукописи тематике журнала. Сопроводительное письмо должно содержать утверждения, что ни рукопись, ни какие-либо части ее содержания в настоящее время не находятся на рассмотрении или опубликованы в другом журнале. Все авторы должны одобрить рукопись и согласиться с ее подачей в журнал.

Перед отправкой рукописи убедитесь, что:

- Рукопись проверена на орфографию и грамматику
- Все ссылки, упомянутые в списке литературы, цитируются в тексте, и наоборот
- Получено разрешение на использование материалов, защищенных авторским правом, из других источников (включая Интернет)
- Правила журнала, подробно описанные в этом руководстве, были изучены
- Убедитесь, что все ссылки на рисунки и таблицы в тексте соответствуют предоставленным файлам

## **7. К сведению авторов**

К статье прилагаются:

- сопроводительное письмо (для сторонних организаций).
- сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), ученая степень, должность, место работы, контактные телефоны, адрес для переписки (e-mail).

Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала после рецензирования, учитывая научную значимость и актуальность представленных материалов.

Вид рецензирования – двойное «слепое» рецензирование, то есть и автор, и рецензент остаются анонимными. Рукопись направляется на отзыв члену редколлегии и рецензенту; в спорных случаях по усмотрению редколлегии привлекаются дополнительные рецензенты; на основании экспертных заключений редколлегия определяет дальнейшую судьбу рукописи: принятие к публикации в представленном виде, необходимость доработки или отклонение. В случае необходимости рукопись направляется авторам на доработку по замечаниям рецензентов и редакторов, после чего она повторно рецензируется, и редколлегия вновь

решает вопрос о приемлемости рукописи для публикации. Переработанная рукопись должна быть возвращена в редакцию в течение месяца после получения авторами отзывов; в противном случае рукопись рассматривается как вновь поступившая. Рукопись, получившая недостаточно высокие оценки при рецензировании, отклоняется как не соответствующая уровню или профилю публикаций журнала.

Авторы несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, а также актуальность научного содержания работ.

Направление статьи в редакцию означает, что авторы не передали аналогичный материал (в оригинале или в переводе на другие языки или с других языков) в другой журнал (ы), что этот материал не был ранее опубликован и не будет направлен в печать в другое издание или не принят в печать в другом журнале. Если в ходе работы над рукописью выяснится, что аналогичный материал (возможно, под другим названием и с другим порядком авторов) направлен в другой журнал, статья немедленно возвращается авторам, о происшедшем сообщается в журнал, принявший к рассмотрению этот материал, с рекомендацией отклонить статью за нарушение авторских прав редакции и издательства.

Наш адрес:

080409, Жамбылская область, Кордайский район, пгт. Гвардейский, ул. Момышулы 15  
РГП «Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности» МЗ  
РК

Учебный научно-образовательный центр (УНОЦ), тел. (726-36) 7-22-28.

E-mail: unots@biosafety.kz

Публикация в журнале для авторов **бесплатна**.

**НАЗВАНИЕ****Имя Фамилия<sup>1</sup>, Имя Фамилия<sup>2</sup>, Имя Фамилия<sup>2</sup>.\***<sup>1</sup> Место работы<sup>2</sup> Место работы

\*e-mail (если авторов-корреспондентов несколько, добавьте инициалы авторов)

**Аннотация.** Один абзац не более 300 слов, при этом не менее 150 слов. В аннотации должны быть кратко изложены цель исследования, основные результаты и основные выводы. Аннотация часто представляется отдельно от статьи. В связи с этим следует избегать ссылок, нестандартных или необычных сокращений, но, если они необходимы, они должны быть определены при их первом упоминании в самом реферате. Аннотация должна быть объективным изложением статьи, не должна содержать результатов, не представленных и не обоснованных в основном тексте, и не должна преувеличивать основные выводы.

**Ключевые слова:** ключевое слово 1; ключевое слово 2; ключевое слово 3 (5-10 слов или словосочетаний, должны отражать основное содержание статьи; определить предметную область исследования. Каждое ключевое слово отделяется точкой с запятой)

**Как использовать данный шаблон**

В шаблоне подробно описаны разделы, которые должны быть использованы рукописи. Обратите внимание, что у каждого раздела есть соответствующий стиль, который можно найти в меню «Стили» Word. Разделы, которые не являются обязательными, перечислены как таковые. Названия разделов даны для оригинальных статей. Обзорные статьи и другие типы статей имеют более гибкую структуру.

Удалите этот абзац и начните с раздела «Введение». По всем вопросам обращайтесь в редакцию журнала по адресу [unots@biosafety.kz](mailto:unots@biosafety.kz).

**Введение**

Во введении следует изложить текущее состояние области исследований и процитировать основные публикации, обосновать актуальность и значимость проводимых исследований. Необходимо кратко указать цель работы. Насколько это возможно, сделайте введение понятным для ученых, не занимающихся вашей конкретной областью исследований. Ссылки должны быть пронумерованы в порядке их появления и обозначены цифрой или цифрами в квадратных скобках, например, [1] или [2,3], или [4–6].

**Материалы и методы**

Данный раздел должен быть описан достаточно подробно, чтобы другие могли воспроизвести и использовать опубликованные результаты. Новые методы и протоколы должны быть описаны подробно, в то время как хорошо зарекомендовавшие себя методы могут быть кратко описаны и надлежащим образом процитированы, например, [1] или [2,3], или [4–6].

Исследования с участием животных или людей, а также другие исследования, требующие этического одобрения, должны указывать орган, предоставивший одобрение, и соответствующий кодекс этического одобрения.

При необходимости этот раздел может быть разделен на подразделы.

*Подраздел*

## Результаты

Данный раздел должен содержать краткое и точное описание экспериментальных результатов, их интерпретацию, а также экспериментальные выводы, которые можно сделать. При необходимости этот раздел может быть разделен на подразделы.

*Подраздел*

*Таблицы и рисунки*

Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы и в тексте на них должны быть ссылки. Например, Таблица 1, Рисунок 1 и т.п.

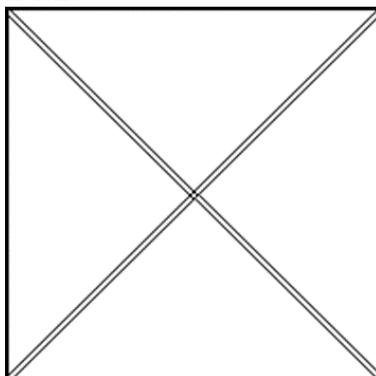


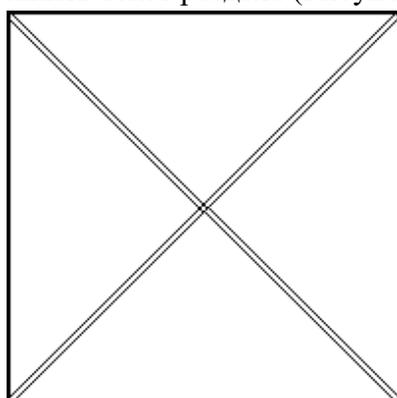
Рисунок 1 – Это рисунок. Схемы имеют такое же форматирование

Таблица 1 – Это таблица. Таблицы следует размещать в основном тексте рядом с местом первого упоминания

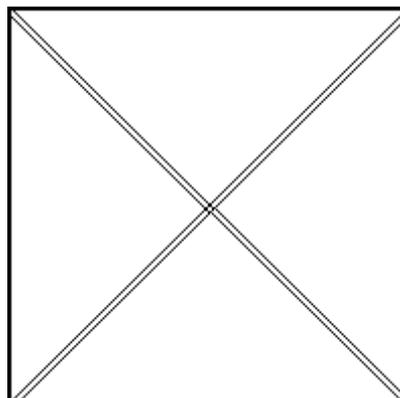
Заголовок 1	Заголовок 2	Заголовок 3
вводные 1	данные	данные
вводные 2	данные	данные <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Примечания к данным таблицы разместит под таблицей.*

Продолжить текст раздела (Рисунок 2).



(а)



(б)

Если имеется несколько панелей, они должны быть перечислены следующим образом: (а) описание того, что содержится в первой панели; (б) Описание того, что содержится во второй панели

Рисунок 2 – Это рисунок. Рисунки следует размещать в основном тексте рядом с местом первого упоминания

## Обсуждение

Авторы должны обсудить полученные результаты и то, как их можно интерпретировать с точки зрения предыдущих исследований и рабочих гипотез. В обсуждении можно привести возможные объяснения сходства и противоречий с другими аналогичными исследованиями. В максимально широком контексте следует обсудить выводы и их значение. Также в данном разделе могут быть выделены будущие направления исследований.

## Заключение

Данный раздел включает обобщение и подведение итогов работы на текущем этапе. Выводы должны быть точными и использоваться для обобщения результатов исследований в конкретных научных областях с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

**Финансирование:** Укажите источник финансирования исследований (название финансирующей организации, номер гранта). Внимательно проверьте правильность приведенных данных и используйте стандартное написание названий финансирующих организаций.

**Благодарности:** В этом разделе вы можете отметить любую оказанную поддержку. Это может включать административную и техническую поддержку или предоставление материалов для экспериментов.

**Конфликт интересов:** Все авторы должны раскрывать информацию о любых финансовых и личных отношениях с другими людьми или организациями, которые могут ненадлежащим образом повлиять (предвзято) на их работу. Примеры потенциальных конфликтов интересов включают занятость, консультации, владение акциями, гонорары, платные экспертные заключения, патентные заявки/регистрации, а также гранты или другое финансирование. Если нет никаких конфликтов к опубликованию материалов в статье, указать, что авторы не имеют конфликта интересов.

## Литература

В данном разделе следует привести список цитированной литературы оформленный согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» (требование к изданиям, входящих в перечень КОКСОН). Список литературы должен быть пронумерован в порядке упоминания в тексте (включая цитаты в таблицах и легендах). Включите цифровой идентификатор объекта (DOI) для всех ссылок, где они доступны. В тексте ссылки должны быть заключены в квадратные скобки [...] и поставлены перед знаками препинания; например [1], [1–3] или [1,3].

1 Aspden K., Passmore J.A., Tiedt F., Williamson A.L. Evaluation of lumpy skin disease virus, a capripoxvirus, as a replication-deficient vaccine vector // J. Gen. Virol. – 2003. – Vol. 84 (Pt 8). – P. 1985-1996. doi: ... (при наличии)

2 Гуненков В.В., Черняк В.П., Кузнецов Г.Д. Сухая живая вакцина против оспы овец из штамма С113/86 // Ветеринария. – 1993. – № 11/12. – С. 23-24.

3 Зайцев В.Л. Морфогенез вируса оспы овец в культуре клеток /В.Л.Зайцев, Н.Т.Сандыбаев, К.Т.Султанкулова, В.Ю.Белоусов, О.В.Червякова, В.М.Строчков // Вирус оспы овец: молекулярно-биологические свойства и структура генома. – Алматы, 2011. – С.73-84. ISBN 978-601-278-599-9

4 Султанкулова К.Т. Токсико-биологическая оценка гриба *Histoplasma farciminosum* – возбудителя эпизоотического лимфангоита лошадей // Ветеринарные и зоотехнические вопросы коневодства: первая науч.-практ. конф. - Алматы, 2003. – С. 26-29

5 Сансызбай А.Р. Эпизоотическая ситуация лимфангита лошадей, вызванного *Histoplasma farciminosum*, в коневодческих хозяйствах Республики Казахстан //Современное

состояние и актуальные проблемы развития ветеринарной науки и практики: науч.-практ. конф. – Алматы, 2005. – С. 234-237.

6 Вспышка оспы овец на территории Российской Федерации в Ярославской области [Электрон.ресурс]. - URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/news/18142.html> (дата обращения 3 сентября 2016 г).

## References

Далее приводится транслитерированный список использованных источников в разделе REFERENCES. При этом англоязычные источники дублируются из раздела ЛИТЕРАТУРА, казахоязычные и русскоязычные ссылки должны быть приведены к латинскому алфавиту (латинице) и английскому переводу. Ссылка должна дополнительно содержать DOI (идентификатор цифрового объекта), если таковой имеется. Транслитерация осуществляется с использованием онлайн-платформы <http://translit-online.ru/>. Эта онлайн-платформа не транслитерирует отдельные буквы казахского алфавита. Авторы должны самостоятельно вносить исправления после транслитерации казахского текста.

Транслитерированный список литературы должен выглядеть в следующем виде для источников на кириллице: автор(-ы) (транслитерация) → (год в круглых скобках) → название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], название русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название – если есть), выходные данные с обозначениями на английском языке.

Например:

1 Gokhberg L., Kuznetsova T. (2011) Strategiya-2020: novye kontury rossiiskoi innovatsionnoi politiki [Strategy 2020: New Outlines of Innovation Policy]. Foresight-Russia, vol. 5, no 4, pp. 8–30.

## МАҚАЛА ТАҚЫРЫБЫ

Аты Тегі<sup>1</sup> , Аты Тегі<sup>2</sup> , Аты Тегі<sup>2</sup> .\*

<sup>1</sup> Жұмыс орны

<sup>2</sup> Жұмыс орны

\*e-mail (егер бірнеше автор-корреспондент болса, авторлардың инициалдарын қосыңыз)

**Аннотация.** Бір абзац 300 сөзден аспайды, 150 сөзден кем емес. Аннотацияда зерттеу мақсаты, негізгі нәтижелер мен негізгі қорытындылар қысқаша көрсетілуі керек. Аннотация көбінесе мақаладан бөлек беріледі. Осыған байланысты сілтемелерден, стандартты емес немесе әдеттен тыс аббревиатуралардан аулақ болу керек, бірақ қажет болған жағдайда олар рефераттың өзінде бірінші рет айтылған кезде анықталуы керек. Аннотация мақаланың объективті баяндалуы болуы керек, негізгі мәтінде көрсетілмеген немесе дәлелденбеген нәтижелерді қамтымауы керек және негізгі қорытындыларды асыра көрсетпеуі керек.

**Түйін сөздер:** түйінсөз 1; түйінсөз 2; түйінсөз 3 (5-10 сөз немесе сөз тіркестері мақаланың негізгі мазмұнын көрсетуі керек; зерттеудің пәндік саласын анықтау. Әрбір түйінді сөз нүктелі үтірмен бөлінеді)

## TITLE

Firstname Lastname<sup>1</sup> , Firstname Lastname<sup>2</sup> , Firstname Lastname<sup>2</sup> ,\*

<sup>1</sup> Affiliation

<sup>2</sup> Affiliation

\* e-mail (if there are more than one correspondent authors, add the initials of the authors)

**Abstract.** One paragraph no more than 300 words, with no less than 150 words. The abstract should briefly describe the purpose of the study, the main results and main conclusions. The abstract is often presented separately from the article. In this regard, references, non-standard or unusual abbreviations should be avoided, but, if necessary, they should be identified at their first mention in the abstract itself. The abstract should be an objective presentation of the article, should not contain results that are not presented or substantiated in the main text, and should not exaggerate the main conclusions.

**Keywords:** keyword 1; keyword 2; keyword 3 (5-10 words or phrases should reflect the main content of the article; define the subject area of the study. Each keyword is separated by a semicolon)