

ISSN 2616-7034

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN
of the L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК
Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР сериясы

BIOSCIENCE Series

Серия **БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№2(123)/2018

Founded in 1995

1995 жылдан бастап шығады

Published 4 times a year

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Выходит 4 раза в год

Астана, 2018
Astana, 2018

Бас редакторы
ҚР ҰҒА академигі, б.ғ.д, профессор
Р.І. Берсімбаи (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

Р.Т. Омаров, PhD, б.ғ.к.,
профессор (Қазақстан)

Редакция алқасы

Абжалелов А.Б.	б.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Акильжанова А.Р.	PhD, м.ғ.д.(Қазақстан)
Алиқулов З.А.	б.ғ.к., проф. (Қазақстан)
Антипов А.Н.	б.ғ.к. (Ресей)
Аскарова Ш.Н.	б.ғ.к., PhD (Қазақстан)
Ау У.	PhD, проф. (АҚШ)
Бисенбаев А.К.	б.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Высоцкая Л.В.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Закиян С.М.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Изотти А.	PhD, проф. (Италия)
Ильдербаев О.З.	м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Константинов Ю.М.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Кухар Е.В.	б.ғ.д., доцент (Қазақстан)
Масалимов Ж.К.	PhD, б.ғ.к. (Қазақстан)
Моше Саги	PhD, проф. (Израиль)
Сарбасов Д.Д.	PhD, проф. (АҚШ)
Стегний В.Н.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Шустов А.В.	PhD, б.ғ.к. (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сәтпаев к-сі, 2, 408 б.
Тел.: (7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: eurjourbio@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген
А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы.
БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР сериясы

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен тіркелген.
27.03.2018ж. №16998-Ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 20 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі ,12/1,
тел.: (7172)709-500 (ішкі 31-428)

Editor-in-Chief

Academician of NAS RK, Doctor of Biological Sciences, Pof.
R.I. Bersimbaev (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

R.T. Omarov, Prof., Candidate of Biological Sciences, PhD (Kazakhstan)

Editorial board

Abzhalelov A.B.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Akilzhanova A.R.	PhD, Doctor of Medical Sciences (Kazakhstan)
Alikulov Z.A.	Prof., Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Antipov A.N.	Can. of Biological Sciences (Russia)
Askarova Sh.N.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Au W.	PhD, Prof. (USA)
Bisenbayev A.K.	Doctor of Biological Sciences, prof. , academician of NAS RK, (Kazakhstan)
Ilderbayev O.Z.	Doctor of Medical sciences, Prof. (Kazakhstan)
Izzotti A.	PhD, Prof. (Italy)
Konstantinov Yu. M.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Russia)
Kukhar E.V.	Ass. Prof. Doctor of Biological Sciences (Kazakhstan)
Massalimov Zh.K.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Moshe Sagi	PhD, Prof. (Israel)
Shustov A.V.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Stegniy V.N.	Doctor of Biological Sciences, prof. (Russia)
Sarbasov D.D.	PhD, Prof. (USA)
Vycotskaya L.V.	Doctor of Biological Sciences, prof. (Russia)
Zakiyan S.M.	Doctor of Biological Sciences, prof. (Russia)

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 408, Astana, Kazakhstan, 010008
Tel.: (7172) 709-500 (ext.31-428)
E-mail: eurjourbio@enu.kz

Responsible secretary, computer layout:
A.Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. BIOSCIENCE Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan. Registration certificate №16998-ЖК from 27.03.2018. Circulation: 20 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;
tel.: (7172) 709-500 (ext.31-428)

Главный редактор
профессор, д.б.н., академик НАН РК
Р.И. Берсимбай (Казахстан)

Зам. главного редактора

Р.Т. Омаров, PhD, к.б.н.,
профессор (Казахстан)

Редакционная коллегия

Абжалелов А.Б.	д.б.н., проф. (Казахстан)
Акильжанова А.Р.	PhD, д.м.н. (Казахстан)
Аликулов З.А.	к.б.н., проф. (Казахстан)
Антипов А.Н.	к.б.н. (Россия)
Аскарлова Ш.Н.	к.б.н., PhD (Казахстан)
Ау У.	PhD, проф. (США)
Бисенбаев А.К.	д.б.н., проф., академик НАН РК (Казахстан)
Высоцкая Л.В.	д.б.н., проф. (Россия)
Закиян С.М.	д.б.н., проф. (Россия)
Изотти А.	PhD, проф. (Италия)
Ильдербаев О.З.	д.м.н., проф. (Казахстан)
Константинов Ю.М.	д.б.н., проф. (Россия)
Кухар Е.В.	д.б.н., доцент (Казахстан)
Масалимов Ж.К.	PhD, к.б.н. (Казахстан)
Моше Саги	PhD, проф. (Израиль)
Сарбасов Д.Д.	PhD, проф. (США)
Стегний В.Н.	д.б.н., проф. (Россия)
Шустов А.В.	PhD, к.б.н. (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, каб. 408
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: eurjourbio@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка
А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК
Периодичность: 4 раза в год
Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.
Регистрационное свидетельство №16998-Ж от 27.03.2018г.
Тираж: 20 экземпляров
Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (вн.31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. БИОЛОГИЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ

№2(123)/2018

МАЗМҰНЫ

Биология	
<i>Ақбасова А.Ж., Ермухамбетова Р.Ж., Муқиянова Г.С., Тлеуқұлова Ж.Б., Касенова С.М., Ділдабек А.Б., Ильясова Б.Б., Стамғалиева З.Б., Омаров Р.Т.</i> TBSV P19 ақуызы <i>Solanum lycopersicum</i> өсімдігінің салицил қышқылымен белсендендірілетін қорғаныс механизмінің триггері ретінде	8
<i>Бектұрова А.Ж., Сағындықов У.З., Масалимов Ж.К.</i> Кейбір көмірсутектотықтырушы микроағзалардың эмульгирлеуші белсенділігі	19
<i>Бисенова Г.Н., Закаръя К.Д., Сармурзина З.С., Уразова М.С., Шахабаева Г.С., Рысбек А.Б.</i> Балықтың инфекциялық ауыру қозығуларына арналған пробиотиктерді қолдану	24
<i>Жантөлеуова А.К., Уқбаева Т.Д.</i> Патогендік микроорганизмдерді генотиптеу әдістері	34
<i>Наекова С.К., Құлатаева М.С., Алиқұлов З.А.</i> Өсімдіктердің құрғақшылыққа және тұздылыққа төзімділігіне диатомиттің биохимиялық әсері	41
<i>Қуанбай Ж.І., Адманова Г.Б.</i> Доңызтау флорасы мен өсімдіктерін зерттеу тарихы	49
<i>Уқбаева Т.Д., Дюсембекова Д.А.</i> Балалық аутизм проблемасы	54
<i>Стамғалиева З.Б., Ильясова Б.Б., Ділдабек А.Б., Тлеуқұлова Ж.Б., Муқиянова Г.С., Ақбасова А.Ж., Омаров Р.Т.</i> Патогенезді дамытуда сатилеттердің вирусының биологиялық рөлі.	61
<i>Секенова А.Е., Оғай В.Б.</i> Иммундық жауаптарды реттеудегі мезенхималды дңгек жасушаларының рөлі	69
<i>Тасбулатова Г.С., Мұқатаева Ж.М.</i> Павлодар қаласындағы төменгі сынып оқушыларының морфологиялық жағдайы	84
<i>Чуленбаева Л.Е., Кашанский С.В., Ілдербаев О.З.</i> Шаң-радиация факторының қосарлы әсерінің кейінгі кезеңіндегі иммуноглобулин-дердің салыстырмалы сараптамасы	89

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. BIOSCIENCE
SERIES

№2(123)/2018

CONTENTS

Biology	
<i>Akbassova A.Zh., Yermukhambetova R.Zh., Mukiyanova G.S., Tleukulova Z h.B., Kassenova S.M., Dildabek A.B., Ilyasova B.B., Stamgaliyeva Z.B., Omarov R.T.</i> TBSV P19 protein as a trigger of salicylic acid-induced resistance of <i>Solanum lycopersicum</i>	8
<i>Bekturova A.Zh., Sagyndykov U.Z., Masalimov Zh.K.</i> The emulsifying activity of several hydrocarbon-degrading microorganisms	19
<i>Bissenova G.N., Zakarya K.D., Sarmurzina Z.S., Urazova M.S., Shahabayeva G.S., Rysbek A.B.</i> The use of probiotics for infectious agents of fish	24
<i>Zhantleuova A.K., Ukbaeva T.D.</i> Methods of genotyping of pathogenic microorganisms	34
<i>Nayekova S.K., Kulataeva M.S., Alikulov Z.A.</i> Biochemical Mechanisms of the Improvement of Plant Tolerance to the Salinity and Frought by the Diatomite	41
<i>Kuanbai Zh.I., Admanova G.B.</i> The History of Donyztau flora and vegetation research	49
<i>Ukbaeva T.D., Djusembekova D.A.</i> The problem of childhood autism	54
<i>Stamgaliyeva Z.B., Ilyasova B.B., Dildabek A.B., Tleukulova Z.B., Mukiyanova G.S., Akbasova A.Z., Omarov R.T.</i> Biological role of the satellite virus in the development of pathogenesis	61
<i>Sekenova A., Ogay V.</i> Role of mesenchymal stem cells in the regulation of immune response	69
<i>Tasbulatova G.S., Mukataeva Zh.M.</i> The primary school kids' morphological status of Pavlodar city	84
<i>Chulenbayeva L.E ., Kashanskiy S.V., Ilderbayev O.Z.</i> Comparative analysis of immunoglobulins in case of combined exposure of dust-radiation factors at remote period	89

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

№2(123)/2018

СОДЕРЖАНИЕ

Биология	
<i>Акбасова А.Ж., Ермухамбетова Р.Ж., Муқиянова Г.С., Тлеуқұлова Ж.Б., Касенова С.М., Ділдабек А.Б., Ильясова Б.Б., Стамғалиева З.Б., Омаров Р.Т.</i> Р19 белок TBSV в качестве триггера индуцированной салициловой кислотой резистентности <i>Solanum lycopersicum</i>	8
<i>Бектурова А.Ж., Сағындықов У.З., Масалимов Ж.К.</i> Эмульгирующая активность ряда углеводородокисляющих микроорганизмов	19
<i>Бисенова Г.Н., Закарья К.Д., Сармурзина З.С., Уразова М.С., Шахабаева Г.С., Рысбек А.Б.</i> Применение пробиотиков в отношении возбудителей инфекционных заболеваний рыб	24
<i>Жантлеуова А.К., Укбаева Т.Д.</i> Методы генотипирования патогенных микроорганизмов	34
<i>Наекова С.К., Кулатаева М.С., Аликулов З.А.</i> Биохимический механизм воздействия диатомита на засухоустойчивость и солеустойчивость растений	41
<i>Куанбай Ж.И., Адманова Г.Б.</i> Сравнительный анализ иммуноглобулинов при сочетанном воздействии пыль-радиационного фактора в отдаленном периоде	49
<i>Укбаева Т.Д., Дюсембекова Д.А.</i> Проблема детского аутизма	54
<i>Стамғалиева З.Б., Ильясова Б.Б., Ділдабек А.Б., Тлеуқұлова Ж.Б., Муқиянова Г.С., Ақбасова А.Ж., Омаров Р.Т.</i> Биологическая роль сатиллетного вируса в развитии патогенеза.	61
<i>Секенова А.Е., Огай В.Б.</i> Роль мезенхимальных стволовых клеток в регуляции иммунного ответа	69
<i>Тасбулатова Г.С., Мукатаева Ж.М.</i> Морфологическое состояние младших школьников г.Павлодара	84
<i>Чуленбаева Л.Е., Кашанский С.В., Ильдербаев О.З.</i> Сравнительный анализ иммуноглобулинов при сочетанном воздействии пыль-радиационного фактора в отдаленном периоде	89

БИОЛОГИЯ



МРПТИ 34.25.23

A.Zh. Akbassova¹, R.Zh. Yermukhambetova, G.S. Mukiyanova, Zh.B. Tleukulova,
S.M. Kassenova, A.B. Dildabek, B.B. Ilyasova, Z.B. Stangaliyeva, R.T. Omarov

L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
(E-mail: ¹ a.j.alua@gmail.com)

TBSV P19 protein as a trigger of salicylic acid-induced resistance of *Solanum lycopersicum*

Abstract: Interaction between a virus and a host plant is of great current interest. In light of this, given article attempts to determine the role of virus proteins in an activation of defence mechanisms associated with salicylic acid in *Solanum lycopersicum* (tomatoes) during Tomato Bushy Stunt Virus (TBSV) infection. The influence of TBSV on tomatoes Money Maker cultivar and the tolerance of the cultivar to an infection were studied. No symptoms were observed during TBSV amplification in Money Maker. Protein P19 was identified as one of the signaling proteins in response to which plants activate a salicylic acid-induced defense mechanism. It might indicate the role of TBSV P19 protein as an initiator of salicylic acid-induced resistance. The obtained results might help to elucidate defence mechanisms of plants from viruses.

Keywords: TBSV, P19 protein, *Solanum lycopersicum*, Salicylic acid, PR-proteins.

INTRODUCTION. Plant resistance to viruses is determined by salicylic acid (SA)-induced defence mechanisms or an activation of RNA-interference (RNAi) process [2]. An activation of SA-induced mechanisms initiate several defense reactions including a generation of reactive oxygen species (ROS), hypersensitive response, synthesis of PR-proteins (pathogenesis-associated proteins) and apoptosis [2, 3]. An infection of *Nicotiana tabacum* with tobacco mosaic virus (TMV) leads to the significant elevation of SA, as well as to the increased expression of PR-genes in both inoculated and apical leaves [5]. Moreover, there was determined a synergetic interrelation between RNAi and SA-induced defence of plants during a viral infection [5, 6]. Interestingly, virus suppressors *Cucumber mosaic virus* (CMV) 2b and *Potyvirus* P1-HcPro interfere with SA-induced defence system of plants. Furthermore, RNA-dependent RNA-polymerase involved in RNAi is induced by a salicylic acid during an infection with *Tobacco mosaic virus* [7]. Thus RNA-interference and SA-induced resistance can functionally interact. Additionally this resistance mechanism can either directly or indirectly be activated by RNA-interference. Virus suppressors also might play a key role in SA-induced resistance [8].

MATERIALS AND METHODS. Plant and virus materials *Nicotiana benthamiana* and tomato (*Solanum lycopersicum*) plants were grown in 250 ml pots in a growth room. Growing conditions are 16/8 h photoperiod under white-fluorescent lamps and temperature regime of 25/20 (day/night) with relative humidity of 80%. For inoculation with virus material carborundum (d = 0,037mm) was applied to the surfaces of 3 middle leaves of 30 days old plants and they subsequently were mechanically inoculated with 50 μ l of material per plant (50 μ l of virus per 200 ml of 10 mM sodium phosphate/biphosphate buffer pH 6.9). Virus-infected and mock-inoculated (with 10 mM sodium phosphate/biphosphate buffer pH 6.9) plants were separated and grown under the same conditions.

Western blot analysis. Protein samples extracted from mock-inoculated and TBSV infected plants were separated by 12% SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). Separated proteins

in the gels were electrophoretically blotted onto nitrocellulose membrane (Osmonics, Westborough, MA). Protein transfer efficiency was verified by staining the membranes with Ponceau S (Sigma, St. Louis, MO). The membrane was subsequently used for immunoblotting with the specific antibody raised against P19 TBSV protein. Primary antibodies were diluted 5000-fold and secondary antibodies (alkaline phosphatase conjugated goat anti-rabbit antiserum; Sigma) were diluted 3000-fold. The blots were visualized by hydrolysis of tetrazolium-5-bromo-4-chloro-3-indolyl phosphate as the substrate.

RNA isolation. Extraction of total RNA was performed according to the protocol set of Total RNA Mini SI Isolation Spin-Kit (AppliChem). Total RNA was isolated from leaves according to the protocol set of Total RNA Mini SI Isolation Spin-Kit (AppliChem). The yield and quality of the RNA was determined by spectral photometry at 260 and 280 nm using the NanoDrop system (Germany).

qPCR. For qRT-PCR, 10 μ g of total RNA was used. Oligo-dT primers (5 μ g/ μ l) were used for first strand cDNA synthesis. Reverse transcription was carried out at 40 using M-MuLV RNase H+ (plus) Reverse Transcriptase (M-MuLV RT) according to the manufacturer's instructions (Phusion RT-PCR Kit, Thermo Scientific, Lithuania). Following RT-PCR, the cDNA was treated with ribonuclease H and RNase solution A (Thermo Scientific, Lithuania). The obtained cDNA was diluted 1:10, and PCR was performed in a volume of 15.5 μ l of Sybr Green PCR kit (Abgene, Hamburg, Germany) and 9.5 μ l of diluted cDNA, using the Applied Biosystems (Darmstadt, Germany) 7500 RealTime PCR System. The PCR conditions were as follows: 1 cycle at 50 °C for 1 min, 1 cycle at 9 °C for 3 min, 40 cycles at 90 °C for 10 s, 60 °C for 40 s, 72 °C for 5 min .

In order to find an internal standard for normalization, we generated specific primer sets with Primer Express 2.0 (Applied Biosystems). Primers were constructed on the *Oligo7* software (Table 1). Probes were constructed using SYBR Green and passive reference dyes ROX, FAM.

TABLE 1 – Primer sequences for real-time PCR

Gene	Primer sequence, 5'→3'
p19 – F	CGGCTACATAACGATGAGAC
p19- R	GCATAGTTAACCGAATCTCCC
<i>prp6</i> –F	GTACTGCATCTTCTTGTTTCCA
<i>prp6</i> -R	TAGATAAGTGCTTGATGTGCC
p33-F	CACGAGCACACATGGAGGAT
p33-R	GTGGACGCGATCACCTTAGT
Ubiquitin- F	AGGGATCCCACCAGATCAAC
Ubiquitin - R	GCAGCACACAGGACATTCAC

DISCUSSION. Middle level of leaves of 35 days old tomatoes cv. *Money Maker* were rub-inoculated with WT-TBSV virions as described previously. During 35 dpi (days post inoculation) of an experimental period all plants did not show any symptoms of viral infection such as curling, yellowing of leaves and stunting (Fig 1). Viral protein accumulation was analyzed by Western blot assay of P19 protein (Fig 2).

Four plant categories are distinguished based on the degree of resistance: sensitive, tolerant, supersensitive and extremely resistant. The diagnosis of a viral infection by western blotting assay of the viral protein P19 was carried out in order to determine a category of above-mentioned cultivars of tomatoes. The suppressor protein P19 is an indicator of a viral infection. Western blot analysis was performed according to the protocol using polyclonal antibodies against P19 (Fig. 2). Apical leaves of tomatoes were used for an experiment.

On the left - TBSV-infected *N. benthamiana* (*positive control*); on the right TBSV-infected tomatoes cv. *Money maker*

Note – an equal amount of proteins (20 μ g/ml) was loaded into an each well. Comparative intensity values correspond to the respective formazan bands of the protein P19 (upper row – 38 kDa proteins, lower row – P19). Images were processed using ImageJ software.



FIGURE 1 – Symptom development of TBSV infection on tomatoes cv. Money Maker
 A – Plants before inoculation. B – Plants after 21 days post inoculation (dpi). On the left mock - inoculated plant, on the right TBSV- inoculated plant

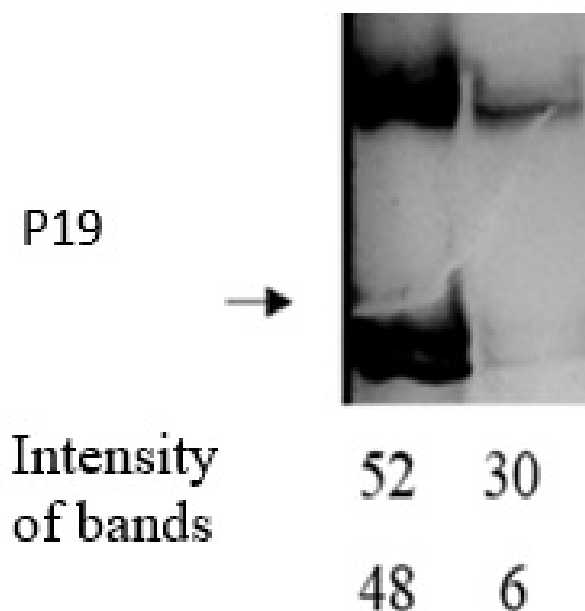


FIGURE 2 – Western blot analysis of P19 protein

The results of experiments demonstrate a tolerance of Money maker cultivar of tomatoes to an infection since despite an accumulation of the protein P19 in TBSV-infected plants, no apparent symptoms were detected.

An influence of TBSV infection on *N. benthamiana* and *Money maker* tomatoes cultivar was studied by mechanically inoculating 30 days old plant leaves.

Balachandran S. et al. (1997) showed that an early activation of defence mechanisms of *N. tabacum* against tobacco mosaic virus (TMV) leads to local damages of photosynthetic apparatus, resulting in a malfunction of photosynthetic parameters [9]. Moreover, a viral infection inhibits an expression of genes associated with functions of chloroplasts and photosynthesis [10].

Due to the fact that in the previous experiment during TBSV infection no visible symptoms and changes in the level of photosynthesis were observed, whereas the virus protein P19 was expressed, it was decided to study other parameters of the photosynthesis. Virus-infected plants demonstrate pronounced morphological and physiological changes in the form of symptoms, such as leaf chlorosis and necrosis, associated with alterations in the structure and function of the chloroplast [11].

In previous studies Chl-FI were used for an early diagnosis of a tobacco mosaic virus (TMV) infection in virus-infected *N. tabacum*. It has been shown that the early sign of an infection is the reduction in the level of fluorescence intensity and the light-dependent development of the

chlorotic-mosaic symptoms [12]. Similar results were obtained by M.L. Perez-Bueno (2006) by studying the effect of *Pepper mild mottle virus* (PMMo-V) on *N. benthamiana* [13]. According to the study, changes in the structure of the chloroplast and a corresponding decrease in the efficiency of photosynthesis have been established.

To date, more than 100,000 individual compounds of secondary metabolism have been identified. The secondary metabolism compounds, in contrast to primary metabolites, have a functional significance not at the cell level, but at the level of the whole plant. Secondary metabolites include alkaloids, terpenoids, phenolic and many other compounds. The group of phenolic compounds contains a couple of dozen members, including a salicylic acid [14]. Salicylic acid is one of the important signalling molecules in plants involved in the antiviral defense mechanism. Thus, it is of interest to study the effect of viral proteins on the accumulation of salicylic acid in plants during viral infection. For this purpose, an experiment was performed using *in vitro* synthesized transcripts of TBSV mutants (Fig. 3):

1. Mutant TBSV – RMJ, which does not express the capsid protein due to a complete elimination of the translatable sequence of its gene and with the incorporated gene of the GFP-reporter protein;
2. Mutant TBSV – 157, which does not express the protein P19.

30-35 days old Money maker (MM) tomatoes plants were inoculated with TBSV- RMJ, TBSV-WT, TBSV-157 transcripts. Control plants were inoculated with phosphate buffer without viral RNA. Total RNA was extracted at 14 dpi according to the protocol (Fig. 4) and cDNA was synthesized using RT-PCR. RNA concentration was measured on the NANO Drop spectrophotometer.

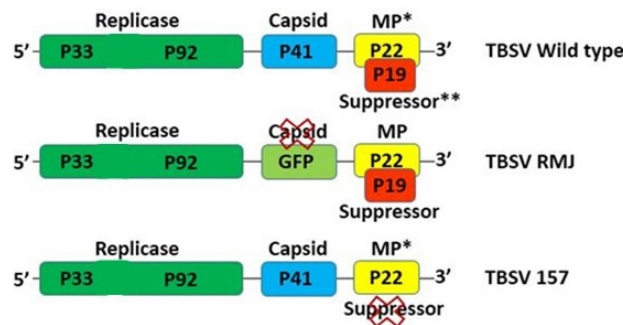
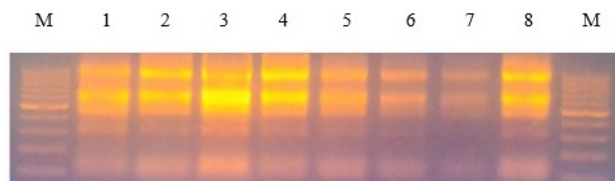


FIGURE 3 – schematic representations of genomes of wild-type TBSV and modified mutants obtained by site-directed mutagenesis

Note - TBSV (*Tomato Bushy Stunt Virus*) encodes the conservative suppressor protein P19. TBSV is a typical representative of the *Tombusviridae* family and contains a sense single-stranded molecule of 4800 nucleotides enveloped in the 41 kDa capsid of 180 identical protein subunits. The virus encodes five proteins: replicases P33 and P92 are translated by genomic RNA (gRNA), a capsid protein P41 by sub-genomic RNA1 (sgRNA1), suppressor protein of nuclease activity P19 and protein responsible for the movement of the virus in the host P22 by sub-genomic RNA2 (sgRNA2) [15].

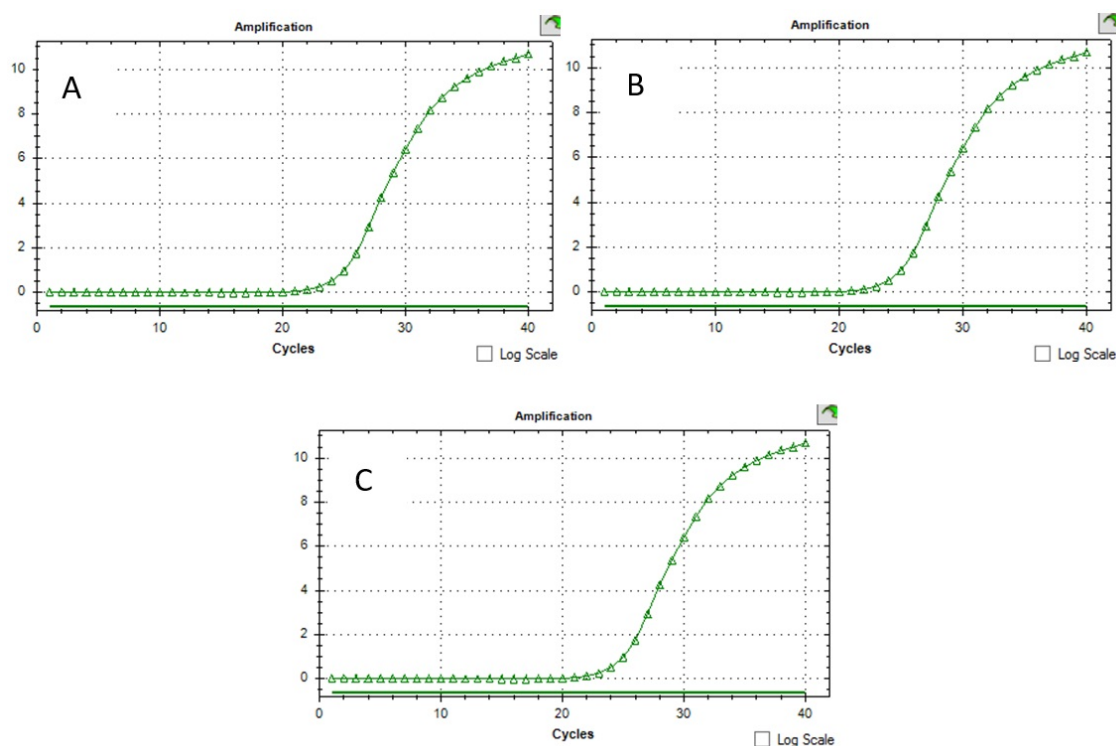


M – 100 kB molecular marker; 1 - a control plant; 2 - a plant inoculated with WT virus; 3 - a plant inoculated with RMJ-mutant; 4 - a plant inoculated with 157-mutant

FIGURE 4 – A detection of total RNA of Money Maker on 1% agarose gel

Real-time PCR was performed for 3 genes: two viral – *p19* (a factor of pathogenicity), *p33* (a viral replicase) and *prp-6* (a marker gene of SA). A housekeeping gene *ubiquitin* was used as a positive control. The experiment was repeated twice. The results of PCR analysis of control samples are shown below (Fig. 5).

20-21 nucleotides long forward and reverse primers with an annealing temperature interval of 0,6° C (54,9 - 55,5° C) for genes *p19*, *p33* and *prp-6* were selected on the *Oligo7* software. Products of selected primers were verified using the *BLAST* software. A synthesis of real-time PCR primers and PCR analysis were conducted at the laboratory of organic synthesis of the National centre of biotechnology in Astana.



A – Accumulation of protein p19; B - Accumulation of protein p33; C - Accumulation of protein PRP-6. Δ - ubiquitin; \circ - an analysed gene

FIGURE 5 – Accumulation of proteins in the control samples of MM tomatoes

As expected, control samples did not express *p19*, *p33* and *prp-6* but only a housekeeping gene *ubiquitin*. Further TBSV-infected samples were analysed.

The results for the samples inoculated with WT-TBSV transcripts are shown below (Fig. 6).

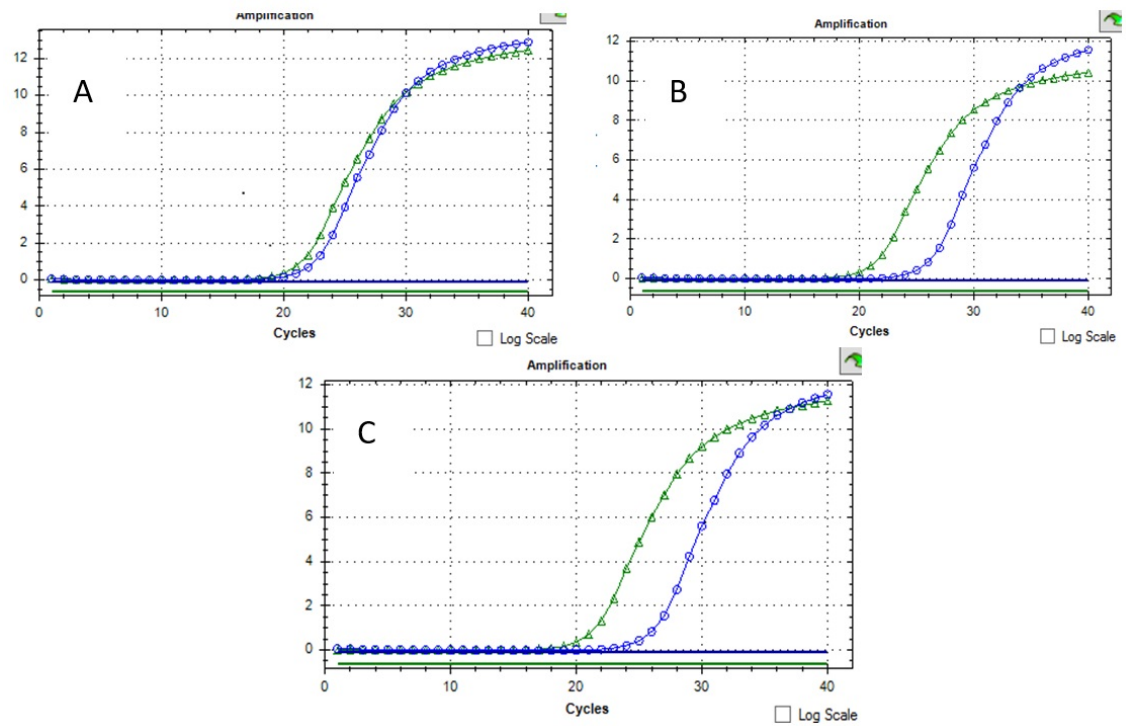
All of the viral proteins including PRP-6 are expressed in the WT-TBSV-infected samples.

The results for the RMJ-infected tomatoes samples are shown below (Fig. 7).

All of the viral proteins including PRP-6 are also expressed in the RMJ-infected MM tomatoes samples. An expression of viral proteins in these samples indicates an accumulation of viral infection. From obtained data it can be seen that the marker gene of SA-induced defence mechanisms *prp-6* is accumulated during viral infection.

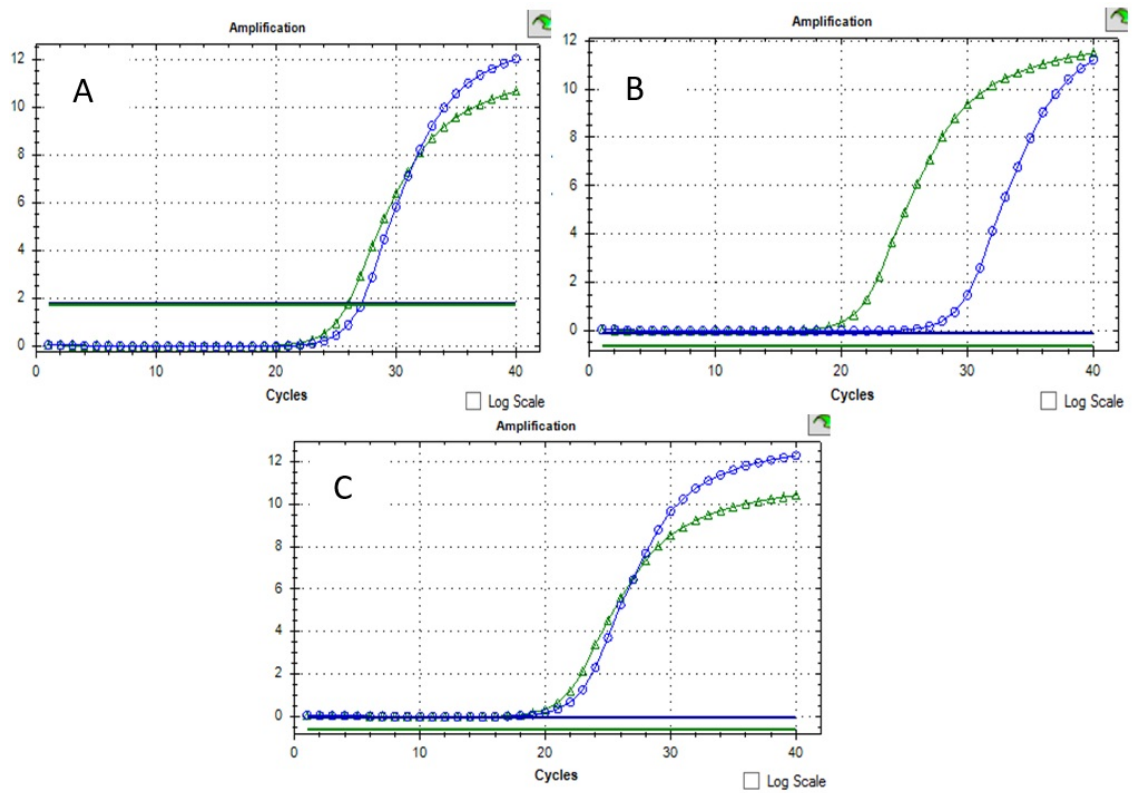
The results for the samples inoculated with 157-TBSV transcripts are shown below (Fig. 8).

All of the viral genes except *prp-6* are expressed in the samples inoculated with 157-TBSV transcripts. It is known that RMJ-mutant does not express the capsid protein due to a total elimination of the translatable sequence of its gene but contains a complete sequence of protein P19. Whereas 157-mutant does not express the protein P19 due to the presence of a stop-codon after an initiation site of *p19* gene. Therefore although PCR analysis demonstrates an expression of *p19* gene, functional protein P19 is not synthesized.



A - Accumulation of p19; B- Accumulation of p33; C - Accumulation of PRP-6. Δ - ubiquitin; \circ - an analysed gene

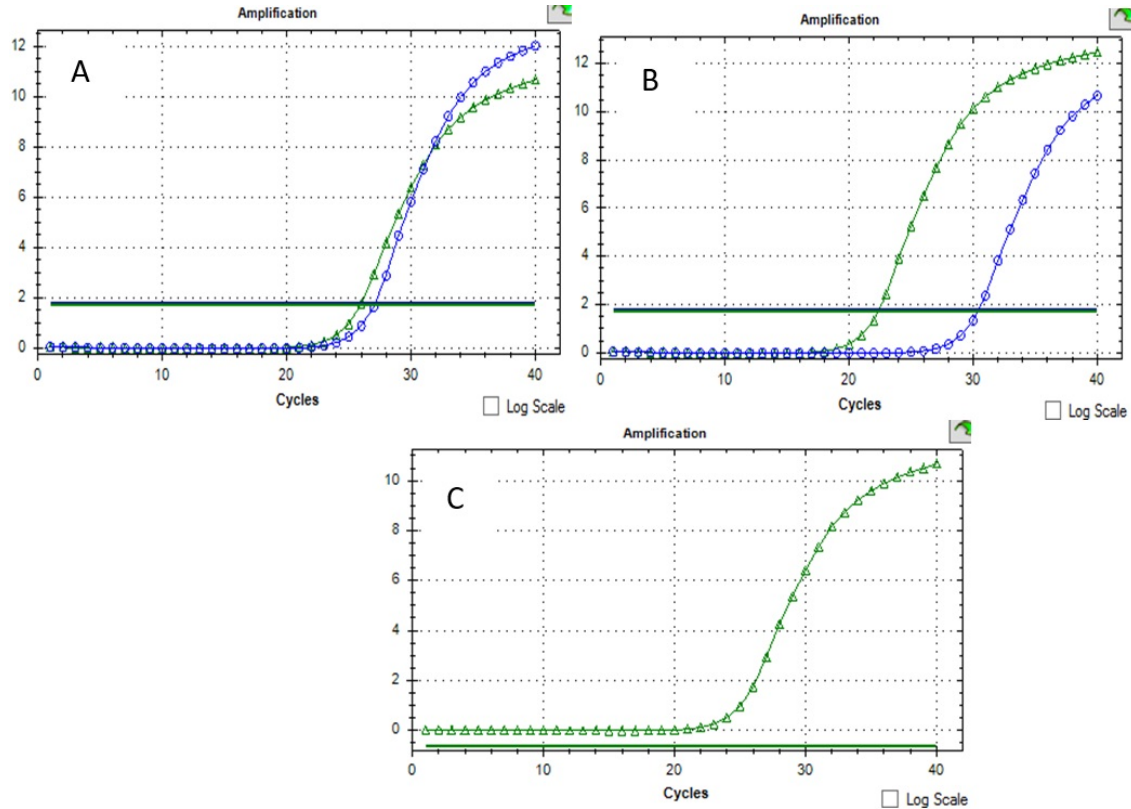
FIGURE 6 – The results of real-time PCR. An accumulation of proteins in the WT-TBSV-infected samples of MM tomatoes



A - Accumulation of p19; B - Accumulation of p33; B - Accumulation of PRP - 6. Δ - ubiquitin; \circ - an analysed gene

FIGURE 7 – The results of real-time PCR. An accumulation of proteins in the RMJ-TBSV-infected samples of MM tomatoes.

From these two mutants RMJ has greater ability of infecting *N.benthamiana*. It is determined by the total absence of capsid protein. The result of the lack of expression of protein P19 in the 157-mutant is the inability to suppress the mechanism of RNA interference of the host due to the weakened interaction with siRNA. This leads to a rapid recovery of the plant.



A - Accumulation of p19; B- Accumulation of p33; C- Accumulation of PRP-6; Δ - ubiquitin; \circ - an analysed gene

FIGURE 8 – The results of real-time PCR. An accumulation of proteins in the 157-TBSV-infected samples of MM tomatoes

According to real-time PCR data obtained from an analysis of a viral protein expression, it was found that the protein replicase P33 and the protein-suppressor of RNA interference P19 are expressed in all virus-infected samples, but not in the control plants inoculated with phosphate buffer. And the marker gene of the SA-dependent defence pathways PRP-6 is expressed only in the samples inoculated with transcripts of WT-TBSV and RMJ-TBSV which contain the P19 protein, but not in the samples with the lack of the protein P19.

Our results demonstrate that the protein P19 is one of the signalling proteins in response to which plants activate a SA-induced defense mechanism. That is, one of the functions of the TBSV protein P19 can be an initiation of SA-induced resistance.

The results of several studies support our obtained data. Plants developed a multifaceted immune system, including an effector-triggered immunity (ETI), to protect themselves from fungal, bacterial and oomycete pathogens [16, 17]. Many studies have shown that the SA serves as a key signalling molecule for the activation of the PAMP-triggered immunity (PTI) after infection with these various types of pathogens [18, 19]. For comparison, the mechanism by which plants resist the virus infection is less known. Because the viruses are intracellular pathogens and do not generate extracellular PAMP, they cannot initiate PTI, which is activated by PAMP-recognising receptors with extracellular recognition or binding domains. However, a number of plant resistance proteins (R-proteins) have been identified that recognize specific viruses. Similar to many of the R-proteins that recognize pathogens like bacteria, fungi and oomycetes, antiviral R-proteins belong to the class of nucleotide-binding site-leucine-rich repeat (NBS-LRR). They initiate the ETI and SAR via SA-dependent pathways that are identical to pathways activated by non-viral pathogens [20, 21].

In addition to these R-protein-mediated resistance reactions, plants use RNA to combat viral infection. Activation of this cellular process by viral double-stranded RNA leads to a targeted destruction of transcripts generated by both RNA and DNA viruses [22]. There have been some observations that the expression of RNA-dependent RNA polymerase 1, a critical component of the RNA suppression mechanism, is induced by SA in many plants [23] and the expression of the SA-induced gene is suppressed by some of the viral suppressor proteins [24]. Other studies have shown that resistance to various viruses, but not to bacteria or fungi, is mediated via the SA-induced activation of the mitochondrial alternative respiratory pathway [238], although this mechanism has not yet been determined. Together, these data show that the ability of SA to suppress all three major stages of a viral infection, including replication, cell-to-cell movement and long-distance movement [25], depends on its parallel activation of several antiviral defence mechanisms.

Foundation

This work was supported by Kazakhstan Grant National Program 2018-2020yy. Foundation was provided by Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (AP05135633 “The influence of virus protein determinants on acquired resistance of plants and generation plant seed material with pre-programmed resistance to the viral infection” and BR05236574 “The development of advanced technologies to produce crops resistant to stress factors in utilizing adaptive mechanisms of plants”).

Список литературы

- 1 Mazen Alazem, Na-Sheng Lin. Roles of plant hormones in the regulation of host-virus interactions // *Mol. Plant Path.* - 2015. - Vol. 16, № 5. - P. 529-540.
- 2 Jovel J., Walker M., Sanfacon H. Salicylic acid-dependent restriction of Tomato ringspot virus spread in tobacco is accompanied by a hypersensitive response, local RNA silencing and moderate systemic resistance // *Mol. Plant-Microbe Interact.* - 2011. - Vol. 24. - P. 706-718.
- 3 Lewsey M., Palukaitis P., Carr J. P. Plant-virus interactions: defence and counterdefence // *Annu. Plant Rev.* - 2009. - Vol. 34. - P. 134-176.
- 4 Vlot A.C., Dempsey D.A. Klessig, D.F. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease // *Annu. Rev. Phytopathol.* - 2009. - Vol. 47. - P. 177-206.
- 5 Baebler S., Witek K., Petek M., Stare K., Tusek-Znidaric M., Pompe-Novak M. et al. Salicylic acid is an indispensable component of the Ny-1 resistance gene-mediated response against Potato virus Y infection in potato // *J. Exp. Bot.* - 2014. - Vol. 65. - P. 1095-1109.
- 6 Hunter L.J., Westwood J.H., Heath G., Macaulay K., Smith A.G., Macfarlane S.A. et al. Regulation of RNA-dependent RNA polymerase 1 and isochorismate synthase gene expression in *Arabidopsis* // *PLoS One.* - 2013. - Vol. 8, № 6. - P. 245-254.
- 7 Sansregret R., Dufour V., Langlois M., Daayf F., Dunoyer P., Voinnet O. et al. Extreme resistance as a host counter-counter defense against viral suppression of RNA silencing // *PLoS Pathog.* - 2013. - Vol. 9. - P. 963-972.
- 8 Atkinson N.J., Urwin P.E. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field // *J. Exp. Bot.* - 2012. - Vol. 263. - P. 3523-3543.
- 9 Balachandran S., Osmond C.B. Susceptibility of tobacco leaves to photoinhibition following infection with two strains of tobacco mosaic virus under different light and nitrogen nutrition regimes // *Plant Physiol.* - 1994. - Vol. 104. - P. 1051-1057.
- 10 Yinzi Li, Hongguang Cui, Xiaoyan Cui, Aiming Wang. The altered photosynthetic machinery during compatible virus infection // *Virology.* - 2016. - Vol. 17. - P. 19-24.
- 11 Almasi A., Ekes M., Gaborjanyi R. Comparison of ultrastructural changes of *Nicotiana benthamiana* infected with three different tobamoviruses // *Acta Phytopath. et Entomol Hung.* - 1996. - Vol. 31. - P. 181-190.
- 12 Esau K., Cronshaw J. Relation of tobacco mosaic virus to the host cells // *J. Cell Biol.* - 1967. - Vol. 33. - P. 665-678.
- 13 Maria Luisa Perez-Bueno, Massimo Cascato, Martin vande Ven, Isabel Garcia-Luque, Roland Valcke, Matilde Baron. Imaging viral infection: studies on *Nicotiana benthamiana* plants infected with the pepper mild mottle tobamovirus // *Photosynth. Res.* - 2006. - Vol. 90. - P. 111-123.
- 14 Horton P., Wentworth M., Ruban A. Control of the light harvesting function of chloroplast membranes: the LHCI aggregation model for non-photochemical quenching // *FEBS Lett.* - 2005. - Vol. 579. - P. 4201-4206.
- 15 Omarov R., Sparks K., Smith L., Zindovic J., Scholthof H.B. Biological relevance of a stable biochemical interaction between the tobamovirus-encoded P19 and short interfering RNAs // *J. Virol.* - 2006. - Vol. 80. - P. 3000-3008.
- 16 Jones J. D., Dangl J. L. The plant immune system // *Nature.* - 2006. - Vol. 444. - P. 323-329.
- 17 Durrant W. E., Dong X. Systemic acquired resistance // *Annu. Rev. Phytopathol.* - 2004. - Vol. 42. - P. 185-209.
- 17 An C., Mou Z. Salicylic acid and its function in plant immunity // *J. Integr. Plant Biol.* - 2011. - Vol. 53. - P. 412-428.

- 18 Vlot A. C., Liu P. P., Cameron R. K., Park S. W., Yang Y., Kumar D., Zhou F., Padukkavidana T., Gustafsson C., Pichersky, E., Klessig D. F. Identification of likely orthologs of tobacco salicylic acid-binding protein 2 and their role in systemic acquired resistance in *Arabidopsis thaliana* // *Plant J.* - 2008. - Vol. 56. - P. 445-456.
- 19 Vlot A. C., Liu P. P., Cameron R. K., Park S. W., Yang Y., Kumar D., Zhou F., Padukkavidana T., Gustafsson C., Pichersky, E., Klessig D. F. Identification of likely orthologs of tobacco salicylic acid-binding protein 2 and their role in systemic acquired resistance in *Arabidopsis thaliana* // *Plant J.* - 2008. - Vol. 56. - P. 445-456.
- 20 Baebler S., Witek K., Petek M., Stare K., Tusek-Znidaric M., Pompe-Novak M., Renaut J., Szajko K., Strzelczyk-Zyta D., Marczewski W., Morgiewicz K., Gruden K., Hennig J. Salicylic acid is an indispensable component of the Ny-1 resistance-gene-mediated response against Potato virus Y infection in potato // *J. Exp. Bot.* - 2014. - Vol. 65. - P. 1095-1109.
- 21 Sanchez G., Gerhardt N., Siciliano F., Vojnov A., Malcuit I., Marano M. R. Salicylic acid is involved in the Nb-mediated defense responses to Potato virus X in *Solanum tuberosum* // *Mol. Plant-Microbe Interact.* - 2010. - Vol. 23. - P. 394-405.
- 22 Carr J. P., Lewsey M. G., Palukaitis, P. Signaling in induced resistance // *Adv. Virus Res.* - 2010. - Vol. 76. - P. 57-121.
- 23 Liu Y., Gao Q., Wu B., Ai T., Guo X. NgrRDR1, an RNA-dependent RNA polymerase isolated from *Nicotiana glutinosa*, was involved in biotic and abiotic stresses // *Plant Physiol. Biochem.* - 2009. - Vol. 47. - P. 359-368
- 24 Alamillo J. M., Saenz P., Garc?a J. A. Salicylic acid-mediated and RNA-silencing defense mechanisms cooperate in the restriction of systemic spread of Plum pox virus in tobacco // *Plant J.* - 2006. - Vol. 48. - P. 217-227.
- 25 Murphy A. M., Chivasa S., Singh D. P., Carr J. P. Salicylic acid-induced resistance to viruses and other pathogens: A parting of the ways? // *Trends Plant Sci.* - 1999. - Vol. 4. - P. 155-160

А.Ж. Акбасова, Р.Ж. Ермухамбетова, Г.С. Мукиянова, Ж.Б. Тлеукулова, С.М. Касенова,
А.Б. Ділдабек, Б.Б. Ильясова, З.Б. Стамгалиева, Р.Т. Омаров

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

TBSV P19 ақуызы *Solanum lycopersicum* өсімдігінің салицил қышқылымен белсендендірілетін қорғаныс механизмінің триггері ретінде

Аннотация: Бүгінде вирус пен оның қожайын өсімдігі арасындағы өзара әрекеттесуін зерттеу үлкен қызығушылық тудырады. Сол себепті осы мақалада TBSV-инфекциясы кезінде *Solanum lycopersicum* (қызанақ) өсімдігінің салицил қышқылымен байланысты қорғаныс механизмдерінің белсендірілуінде вирустық P19 ақуызының рөлін зерттелді. TBSV инфекциясы кезінде *Solanum lycopersicum* Money Maker сұрыбында ешқандай ауыру белгілері байқалған жоқ. P19 ақуызының *Solanum lycopersicum* Money Maker сұрыбында салицил қышқылы арқылы туындайтын қорғаныс механизмін белсендіретін қосымша ролі анықталды. Алынған нәтижелер вирусқа төзімді өсімдіктер сұрыптарын алу үшін көмектеседі.

Түйінд сөздер: TBSV, P19 ақуызы, *Solanum lycopersicum*, салицил қышқылы, PR протеиндері.

А.Ж. Акбасова, Р.Ж. Ермухамбетова, Г.С. Мукиянова, Ж.Б. Тлеукулова, С.М. Касенова,
А.Б. Ділдабек, Б.Б. Ильясова, З.Б. Стамгалиева, Р.Т. Омаров

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казакстан

P19 белок TBSV в качестве триггера индуцированной салициловой кислотой резистентности *Solanum lycopersicum*

Аннотация: Изучение взаимодействия между вирусом и растением-хозяином представляет большой интерес. В свете данной статья посвящена изучению роли вирусных белков в активации защитных механизмов, связанных с салициловой кислотой в *Solanum lycopersicum* (томаты) во время TBSV -инфицирования. Изучено влияние TBSV на томаты сорта Money Maker и определена толерантность сорта к инфекции. Во время TBSV-инфицирования в томатах сорта Money Maker не наблюдалось никаких симптомов. Белок P19 был идентифицирован как один из сигнальных белков, в ответ на которые растения активируют защитный механизм, вызванный салициловой кислотой. Это может указывать на дополнительную роль P19 белка TBSV в качестве инициатора защитных механизмов растений, связанных с салициловой кислотой при вирусной инфекции. Полученные результаты могут помочь понять способы защиты растений от вирусов для создания вирусостойчивых сортов растений.

Ключевые слова: TBSV, P19 белок, *Solanum lycopersicum*, салициловая кислота, PR-белки.

References

- 1 Mazen Alazem, Na-Sheng Lin. Roles of plant hormones in the regulation of host-virus interactions, *Mol. Plant Pathol.*, **16**(5), 529-540 (2015).
- 2 Jovel J., Walker M., Sanfacon H. Salicylic acid-dependent restriction of Tomato ringspot virus spread in tobacco is accompanied by a hypersensitive response, local RNA silencing and moderate systemic resistance, *Mol. Plant-Microbe Interact.*, **24**, 706-718 (2011).
- 3 Lewsey M., Palukaitis P., Carr J. P. Plant-virus interactions: defence and counter-defence, *Annu. Plant Rev.*, **34**, 134-176 (2009).
- 4 Vlot A.C., Dempsey D.A. Klessig, D.F. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease, *Annu. Rev. Phytopathol.*, **47**, 177-206 (2009).

- 5 Baebler S., Witek K., Petek M., Stare K., Tusek-Znidaric M., Pompe-Novak M. et al. Salicylic acid is an indispensable component of the Ny-1 resistance gene-mediated response against Potato virus Y infection in potato, *J. Exp. Bot.*, **65**, 1095-1109 (2014).
- 6 Hunter L.J., Westwood J.H., Heath G., Macaulay K., Smith A.G., Macfarlane S.A. et al. Regulation of RNA-dependent RNA polymerase 1 and isochorismate synthase gene expression in Arabidopsis, *PLoS One.*, **8** (6), 245-254 (2013).
- 7 Sansregret R., Dufour V., Langlois M., Daayf F., Dunoyer P., Voinnet O. et al. Extreme resistance as a host counter-counter defense against viral suppression of RNA silencing, *PLoS Pathog.*, **9**, 963-972 (2013).
- 8 Atkinson N.J., Urwin P.E. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field, *J. Exp. Bot.*, **263**, 3523-3543 (2012).
- 9 Balachandran S., Osmond C.B. Susceptibility of tobacco leaves to photoinhibition following infection with two strains of tobacco mosaic virus under different light and nitrogen nutrition regimes, *Plant Physiol.*, **104**, 1051-1057 (1994).
- 10 Yinzi Li, Hongguang Cui, Xiaoyan Cui, Aiming Wang. The altered photosynthetic machinery during compatible virus infection, *Virology.*, **17**, 19-24 (2016).
- 11 Almasi A., Ekes M., Gaborjanyi R. Comparison of ultrastructural changes of *Nicotiana benthamiana* infected with three different tobamoviruses, *Acta Phytopath. et Entomol Hung.*, **31**, 181-190 (1996).
- 12 Esau K., Cronshaw J. Relation of tobacco mosaic virus to the host cells, *J. Cell Biol.*, **33**, 665-678 (1967).
- 13 Maria Luisa Perez-Bueno, Massimo Cascato, Martin vande Ven, Isabel Garc?a-Luque, Roland Valcke, Matilde Baron. Imaging viral infection: studies on *Nicotiana benthamiana* plants infected with the pepper mild mottle tobamovirus, *Photosynth. Res.*, **90**, 111-123 (2006).
- 14 Horton P., Wentworth M., Ruban A. Control of the light harvesting function of chloroplast membranes: the LHCI aggregation model for non-photochemical quenching, *FEBS Lett.*, **579**, 4201-4206 (2005).
- 15 Omarov R., Sparks K., Smith L., Zindovic J., Scholthof H.B. Biological relevance of a stable biochemical interaction between the tombusvirus-encoded P19 and short interfering RNAs, *J. Virol.*, **80**, 3000-3008 (2006).
- 16 Jones J. D., Dangl J. L. The plant immune system, *Nature.*, **444**, 323-329 (2006).
- 17 Durrant W. E., Dong, X. Systemic acquired resistance, *Annu. Rev. Phytopathol.*, **42**, 185-209 (2004).
- 18 An C., Mou Z. Salicylic acid and its function in plant immunity, *J. Integr. Plant Biol.*, **53**, 412-428 (2011).
- 19 Vlot A. C., Liu P. P., Cameron R. K., Park S. W., Yang Y., Kumar D., Zhou F., Padukkavidana T., Gustafsson C., Pichersky, E., Klessig D. F. Identification of likely orthologs of tobacco salicylic acid-binding protein 2 and their role in systemic acquired resistance in *Arabidopsis thaliana*, *Plant J.*, **56**, 445-456 (2008).
- 20 Baebler S., Witek K., Petek M., Stare K., Tusek-Znidaric M., Pompe-Novak M., Renaut J., Szajko K., Strzelczyk-Zyta D., Marczewski W., Morgiewicz K., Gruden K., Hennig J. Salicylic acid is an indispensable component of the Ny-1 resistance gene-mediated response against Potato virus Y infection in potato, *J. Exp. Bot.*, **65**, 1095-1109 (2014).
- 21 Sanchez G., Gerhardt N., Siciliano F., Vojnov A., Malcuit I., Marano M. R. Salicylic acid is involved in the Nb-mediated defense responses to Potato virus X in *Solanum tuberosum*, *Mol. Plant-Microbe Interact.*, **23**, 394-405 (2010).
- 22 Carr J. P., Lewsey M. G., Palukaitis, P. Signaling in induced resistance, *Adv. Virus Res.*, **76**, 57-121 (2010).
- 23 Liu Y., Gao Q., Wu B., Ai T., Guo X. NgrDR1, an RNA-dependent RNA polymerase isolated from *Nicotiana glutinosa*, was involved in biotic and abiotic stresses, *Plant Physiol. Biochem.*, **47**, 359-368 (2009).
- 24 Alamillo J. M., Saenz P., Garc?a J. A. Salicylic acid-mediated and RNA-silencing defense mechanisms cooperate in the restriction of systemic spread of Plum pox virus in tobacco, *Plant J.*, **48**, 217-227 (2006).
- 25 Murphy A. M., Chivasa S., Singh D. P., Carr J. P. Salicylic acid-induced resistance to viruses and other pathogens: A parting of the ways, *Trends Plant Sci.*, **4**, 155-160 (1999).

Сведения об авторах:

Акбасова А. Ж. - Ph.D., Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің "Биотехнология және микробиология" кафедрасының доцент м.а., Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана, Қазақстан.

Ермухамбетова Р.Ж. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің "Биотехнология және микробиология" кафедрасының оқытушысы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана, Қазақстан.

Мукьянова Г.С. - Ph.D., Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің "Биотехнология және микробиология" кафедрасының оқытушысы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана, Қазақстан.

Тлеужұлова Ж.Б. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің "Биотехнология және микробиология" кафедрасының оқытушысы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана, Қазақстан.

Касенова С.М. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің "өсімдіктер биотехнологиясы" зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана, Қазақстан.

Ділдабек А. Б. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің төртінші курс студенті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана, Қазақстан.

Ильясова Б. Б. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің төртінші курс студенті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана, Қазақстан.

Стамгалмиева З. Б. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің төртінші курс студенті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана,Қазақстан.

Омаров Р.Т. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің "Биотехнология және микробиология" кафедрасының меңгерушісі, профессор. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13 (ғимарат 3, ЦИСИ), Астана,Қазақстан.

Akbassova A.Zh. - PhD., the senior teaching assistant of the Department of "Biotechnology and Microbiology" of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3 (CISI), Astana, Kazakhstan.

Yermukhambetova R.Zh. - The teaching assistant of the Department of "Biotechnology and Microbiology" of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3 (CISI), Astana, Kazakhstan.

Mukiyanova G.S. - PhD., the teaching assistant of the Department of "Biotechnology and Microbiology" of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3 (CISI), Astana, Kazakhstan.

Tleukulova Z. B. - The teaching assistant of the Department of "Biotechnology and Microbiology" of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3 (CISI), Astana, Kazakhstan.

Kassenova S.M. - researcher assistant of the Plant Biotechnology laboratory of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3 (CISI), Astana, Kazakhstan.

Dildabek A.B. - a student of the 4th course of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3 (CISI), Astana, Kazakhstan.

Ilyasova B.B. - a student of the 4th course of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3 (CISI), Astana, Kazakhstan.

Stamgalieva Z.B. - a student of the 4th course of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3 (CISI), Astana, Kazakhstan.

Omarov R.T. - Prof., Head of the Department "Biotechnology and Microbiology" of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, L. N. Gumilyov Eurasian National University, st. Kazhimukan, 13, building 3, Astana, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 25.05. 2018

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Биологиялық ғылымдар сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

1. **Журнал мақсаты.** Биохимия, молекулалық биология, биотехнология, биоинформатика, вирусология, биофизика, биоинженерия, физиология, ботаника, зоология, эволюциялық биология, генетика, микробиология, биомедицина салалары бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған бір дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408 кабинет) және *eurjourbio@enu.kz* электрондық поштасына PDF, Tex форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақаланың мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады. Мақаланың тех фарматындағы үлгісі *bulbio.enu.kz* журнал сайтында берілген.

3. **Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі** мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысында басуға келісін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

5. **Мақаланың құрылымы**

ГТАМРК <http://grnti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аннотация (100-200 сөз; формуласыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе /мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген болуы керек.

Мақаладағы *формулалар* тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана нөмірленеді.

Жалпы қолданыста бар *аббревиатуралар* мен *қысқартулардан* басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. *Қаржылай көмек туралы* ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдбиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдебиеттер тізіміне сілтемелердің нөмірленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізіледі: мәтінде кездескен әдебиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі. Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттер де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдебиеттер тізімінің әзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдебиеттер тізімінен кейін *библиографиялық мәліметтер* орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

8. **Төлемақы.** Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 2018 жылы 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

**Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
BIOSCIENCE Series"**

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works in the fields of Biochemistry, Molecular Biology, Biotechnology, Bioinformatics, Virology, Biophysics, Bioengineering, Physiology, Botany, Zoology, Evolutionary Biology, Genetics, Microbiology, Biomedicine.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408) and by e-mail eurjourbio@enu.kz in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. Article template in tex-format you can find on the journal web-site bulbio.enu.kz

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a formula, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement /goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Keywords (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial support** of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed. Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. Work with electronic proofreading. Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days. Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

8. Payment. Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Биологические науки»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ по направлениям биохимия, молекулярная биология, биотехнология, биоинформатика, вирусология, биофизика, биоинженерия, физиология, ботаника, зоология, эволюционная биология, генетика, микробиология, биомедицина.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail eurjourbio@enu.kz в формате Tex и PDF. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Шаблон статьи в формате tex приведен на сайте журнала bulbio.enu.kz.

Язык публикаций: Казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и Фамилию автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать формулы, по содержанию повторять название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждения, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры и сокращения**, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нецензурируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, после списка литературы, необходимо указать **библиографические данные** на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статье отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

8.Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге):

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: ¹ *axaulezh@mail.ru*, ² *ntmath10@mail.ru*, ³ *adilzhan_71@mail.ru*)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Аннотация: В рамках компьютерного (вычислительного) перечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов]

Ключевые слова: приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) перечник. [6-8 слов/словосочетаний]

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} & \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right))_Y \equiv \\ & \equiv \sup_{f \in F} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y. \\ & \left| \gamma_N^{(\tau)} \right| \leq 1 (\tau=1, \dots, N) \end{aligned}$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

3. Ссылки и библиография

Таблица 3 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 1 – Название рисунка

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. **doi: ... (при наличии) - статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ *Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан*

² *Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан*

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебег коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөз]

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ *Institute of Theoretical Mathematics and Scientific Computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

² *K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan*

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Куров В.А., Мижличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубанышева А.Ж. - Старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатапаева 2, Астана, Казахстан.

Темиргалиев Н. - Директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатапаева 2, Астана, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of Theoretical Mathematics and Scientific Computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of Theoretical Mathematics and Scientific Computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: Р.І. Берсімбаі

Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Биологиялық ғылымдар сериясы.
- 2018. 2(123) - Астана: ЕҰУ. 104-б.
Шартты б.т. - 8,48. Таралымы - 20 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана қ.,
Сәтпаев 2, көшесі, 13.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: (8-717-2) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды