

А.Ж. Бектурова, А.Ж. Догабаев, А.Б. Курманбаева, С.Б. Жангазин, У.И. Аманбаева, Ж.К. Масалимов

*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан  
(E-mail: bekturova\_az@enu.kz)*

### Температуралық стрестің *Nicotiana benthamiana* өсімдіктерінің морфометриялық көрсеткіштеріне әсері

**Аңдатпа:** Температура вируспен инфекцияланбаған және инфекцияланған өсімдіктердің өсуі мен дамуына, сондай-ақ өсімдіктер ұлпаларында патогендердің таралу жылдамдығына әсер ететін маңызды факторлардың бірі болып табылады. Температуралық стресс өсімдіктердің морфологиялық көрсеткіштерінің өзгеруін тудыруы мүмкін. Бұл мақалада *Nicotiana benthamiana* өсімдіктерінің морфометриялық көрсеткіштеріне төмен температуралық және жоғары температуралық стрестің әсері қарастырылды. *Nicotiana benthamiana* өсімдігіне температуралық стрестің әсер ету уақытын таңдау жүргізілді. Төмен температура өсімдіктердің морфометриялық көрсеткіштерінің айтарлықтай өзгеруін туындатқан. Сонымен қатар *Nicotiana benthamiana* өсімдіктер ұлпаларында вирустық инфекцияның таралу жылдамдығына төмен температураның оң әсері көрсетілді. Жоғары температура мен вирустық инфекцияның әсері өсімдіктер жапырақтарында тез арада некроз пайда болды. Өсімдіктерге жылу стреспен әсер ету уақытының артуы, өсімдіктердің зақымдану көрінісінің артуына алып келгені көрсетілді.

**Түйін сөздер:** морфометриялық көрсеткіштер, температуралық стресс, *Nicotiana benthamiana*, вирус.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-126-1-31-36>

**Кіріспе.** Температураның өзгеруі өсімдіктер жасушасының тіршілік әрекетіне әсер етеді. Өсімдіктерде қоршаған ортаның қолайсыз факторларына қарсы жауап ретінде реакциялар пайда болады.

Температура өсімдіктер патогендерінің өзара әрекеттесуінің сипатын, сондай-ақ инфекцияланбаған өсімдіктердің қалыпты дамуын қалыптастыратын маңызды факторлардың бірі болып табылады. 27<sup>0</sup> С температурада өсірілген өсімдіктердің өсу жылдамдығы 21<sup>0</sup> С температурада өсірілген өсімдіктермен салыстырғанда жоғары болып келеді. Осылайша, температура жекелеген өсімдіктердің патогендерінің даму жылдамдығына әсер етеді.

Температураның өзгеруіне өсімдік жасушасы реакциясының негізіндегі механизмдер, жасуша төзімділігінің артуына немесе керісінше өлуіне әкелуі мүмкін, бұл механизмдерді өсімдіктер физиологиясында, жасушалық және молекулалық биологияда қарқынды зерттегенмен, бірақ әлі де толық түсіну мүмкін емес [1,2].

Сыртқы факторлардың, қоршаған ортаның өсімдіктердің морфометриялық көрсеткіштеріне әсері белгілі. Жапырақ бетінің ені, ұзындығы және қалыңдығы, олардың геометриялық формалары, меншікті ауданы, тамырларының ұзындығы және т.б. параметрлері өзгереді. Берілген морфометриялық сипаттамалардың ішінде жапырақтың ұзындығы мен енін өлшеу ең қолайлы болып табылады.

#### Материалдар мен әдістер

Зерттеу нысаны ретінде *Nicotiana Benthamiana* өсімдіктері пайдаланылды.

**Өсімдіктің өсу шарттары:** Өсімдік тұқымдары ылғал топыраққа егіліп 5-7 күн бойы жұқа пленкамен жабылды, өсімдіктер өскеннен кейін 200 мл құмыраға жеке отырғызылды.

Құрамында (TerraVita, Ресей) биогумус, азот (NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>) - 150 мг/л, фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - 270 мг/л, калий (K<sub>2</sub>O) - 300 мг/л, рН 6,0-6,5 сияқты негізгі қоректік заттары бар топырақ қолданылды. Жылыжай Есop 4200К, 230V ақ флюоресцентті шамдармен, 16 сағаттық фотопериоды бар таймермен және салыстырмалы ылғалдылығы 80 градус болатын күндізгі және түнгі температура 25/20<sup>0</sup> С режимімен жабдықталған. Аптасына 3 рет 50 мл қран суымен суарылды.

Өсімдіктердің вирустық материалмен инокуляциялануы: 25-35 күннен кейін өсімдіктерге іріктеу жүргізілді. Зерттеу нақтылығы үшін іріктеудің басты критерийі өсімдіктер өлшемінің бірдей болуы болды. Өсімдікті вируспен инфекциялау үшін 20 мкл көлемде вирусты транскрипт және инокуляциялауда қолданылатын буфер қолданылды. Инокуляцияға арналған буфердің құрамына 10мМ натрий - рН 6,9 фосфатты буфер және карборандум ( $d= 0,037\text{мм}$ ) кіреді. Жапырақтың бетіне жеңіл айналмалы қозғалыстар арқылы зиян келтіреміз, осылайша вирус клеткаға өтеді.

Инокуляция аяқталғаннан кейін бақылаудағы және инфекцияланған өсімдіктерді контаминацияны болдырмау мақсатында, бірдей шарттағы жекелеген орындарда байқалды.

#### **Алынған нәтижелер және оны талқылау**

Зерттеу барысында температураның және вирустық инфекцияның әсері кезіндегі өсімдіктердің морфометриялық өзгерістеріне визуалды бағалау жүргізілді. Эксперимент *Nicotiana benthamiana* өсімдіктерінде жүргізілді. Эксперименттер келесі нұсқалар бойынша қойылды:

- 1) бақылаудағы өсімдіктерді  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 2) инфекцияланған өсімдіктерді  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсіру;
- 3) өсімдіктер 2 сағаттық суық стресте, яғни ( $10^{\circ}\text{C}$ ) температурада, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 4) өсімдіктерді 2 сағаттық суық стресте ( $10^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, бейімделу кезеңінен кейін TBSV вирусын жұқтырылды, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 5) өсімдіктер 24 сағаттық суық стресте ( $10^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 6) өсімдіктер 24 сағаттық суық стресте ( $10^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, бейімделу кезеңінен кейін TBSV вирусы жұқтырылды, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 7) өсімдіктер 120 сағаттық суық стресте ( $10^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 8) өсімдіктер 120 сағаттық суық стресте ( $10^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, бейімделу кезеңінен кейін TBSV вирусы жұқтырылды, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 9) өсімдіктер 2 сағаттық жылулық стресте ( $40^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 10) өсімдіктер 2 сағаттық жылулық стресте ( $40^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, бейімделу кезеңінен кейін TBSV вирусы жұқтырылды, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 11) өсімдіктер 24 сағаттық жылулық стресте ( $40^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 12) өсімдіктер 24 сағаттық жылулық стресте ( $40^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, бейімделу кезеңінен кейін TBSV вирусы жұқтырылды, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 13) өсімдіктер 120 сағаттық жылулық стресте ( $40^{\circ}\text{C}$ ) өсірілді, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді;
- 14) өсімдіктер 120 сағаттық жылулық стресте ( $40^{\circ}\text{C}$ ) өсіріліп, бейімделу кезеңінен кейін TBSV вирусы жұқтырылды, одан әрі  $25^{\circ}\text{C}$  температурада өсірілді.

Өсімдіктердің өсу шарттарын сақтау мақсатында, өсімдіктер LCC-250 ME (Daihan Labtech) өсу камерасында тиісті температурада 70:30 қатынасында вермикулит қосылған қоректік топырақта өсірілді.

Бақылаудағы өсімдіктердің жапырақтары натрий-фосфатты буфермен және карборандуммен өңделді. Тәжірибедегі өсімдіктердің жапырақтары натрий-фосфатты буфермен, вириондармен және карборандуммен өңделді.

3.1 – 3.2 суретте температуралық стрестің өсімдіктердің морфологиялық параметрлеріне әсері көрсетілген.

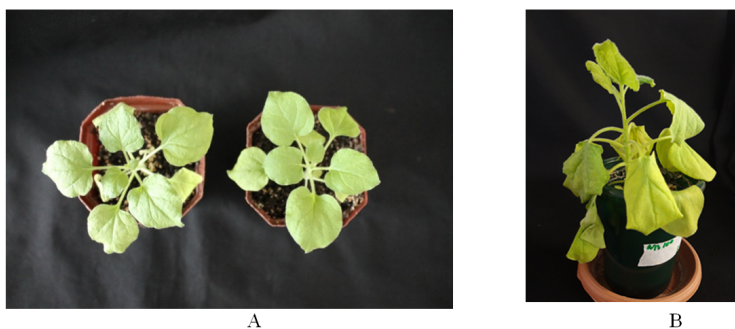
Өсімдіктерді визуалды бағалау 2 сағаттық суық және жылу стресінің *Nicotiana benthamiana* морфометриялық көрсеткіштеріне айтарлықтай әсерін көрсетпеді.

24 сағаттық температуралық стресте *Nicotiana benthamiana* морфометриялық көрсеткіштеріне елеулі өзгерістер әкелген жоқ.

Өсімдіктерге төменгі температурамен әсер ету кезінде 5 тәуліктен кейін өсімдіктердің морфометриялық түр өзгерісі жақсы байқалды (сур.1).

Алынған мәліметтерден өсімдіктердің ыстықты немесе суықты қайтымсыз зақымданусыз төзе алатындығын көреміз. Қысқа мерзімді температуралық стресс *Nicotiana benthamiana* дамуына айталықтай өзгеріс әкелмеді. Бұл өсімдіктер ферменттерінің тез бейімделу белсенділігінің өзгерісіне байланысты және қоршаған ортаның қолайсыз факторларынан «ағзаны қорғаудың бірінші» желісі болуы мүмкін.

Жалпы мамандандырылған бейімделу көптеген процестер есебінен қолайсыз жағдайлардағы өсімдіктердің тіршілігін қамтамасыз етеді: гендер экспрессиясының өзгеруі және жаңа макромолекулалардың пайда болуы, протекторлық қосылыстар деңгейін арттыру, гормональды баланс пен өсу процестерінің өзгеруі (өсудің тежелуі, зақымдалған ағзаларды регенерациялық ауыстыру, бүйрек пен жаңа тамырлардың өсуі, аэренхиманың түзілуі және т. б.), сонымен қатар, зақымдануды болдырмау мен жою есебінен физиологиялық процестердің бағыты мен деңгейі өзгерген кездегі организмнің резервті мүмкіндігінің тұрақтануы, организмдегі органдар мен клеткалар, ұлпалар арасындағы әртүрлі байланыстарды қамтамасыз етеді.



СУРЕТ 1 – *Nicotiana benthamiana* температуралық стресс әсеріне дейін және төмен температураның 120 сағаттық әсерінен кейін. А – температуралық стрестің әсеріне дейінгі өсімдік; В – температуралық стрестің әсерінен кейінгі өсімдік

Температуралық стресс өсімдік ұлпаларына вирустық инфекцияның өтуіне әсер ететіні көрсетілді. Суық стресс ( $10^0\text{C}$ ) вирустық инфекцияның пайда болуына оң әсер етті (сур.2). Суреттерден көріп отырғанымыздай, вирустық инфекция жапырақтардағы ақшыл зақымдалған аймақтар ретінде көрінеді. 8 күні вирустық инфекцияның әсерінен жергілікті некротикалық аймақтар анық көрінді. Вирустық инфекцияның өсуіне 120 сағаттық суық стресс ең күшті әсер етті. Жапырақтардың зақымдалуы және жапырақ некрозы байқалды (сур.2).

Вирустық инфекция мен жоғарғы температураның ( $40^0\text{C}$ ) әсері өсімдік жапырағының тез солуына әкелді (сурет 3).

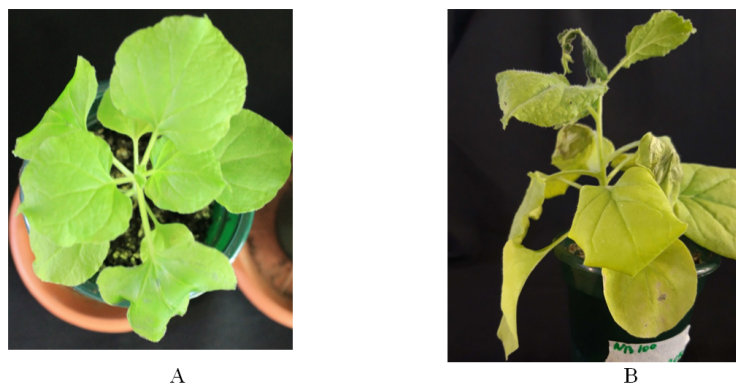
Жылулық стресс уақытының ұзақтығы өсімдіктердің зақымдануының артуына әкелді.

Суретте 120 сағаттық суық және жылулық стрестің *Nicotiana benthamiana* морфометриялық көрсеткіштеріне айтарлықтай әсері көрсетілген. Суық стресс бақылаумен салыстырғанда вирустық инфекцияның дамуын тездетті. Жоғары температураның және вирустық инфекцияның әсері, бақылаумен және суық стресспен салыстырғанда вирустық инфекцияның тез өтуіне әкелді.

Осылайша, температуралық стресс *Nicotiana benthamiana* өсімдіктер жапырақтары тіндеріндегі вирустық инфекцияның қарқынды дамуын тудырды деп болжауға болады.

Климаттың өзгеруі шарттарында әртүрлі температуралардағы өсімдіктер сипаттамаларын салыстыруды зерттеу маңызды болып табылды, сонымен қатар, вирус жұқтырылмаған өсімдіктерді өсіру кезінде және әр түрлі сыртқы биотикалық ынталандырудың әсері кезінде жасуша өмірінің цикліне тәуелді патогендерге вирустарды зерттеу маңызды [3].

Қарастырлып отырған әдебиеттерде вирустың дамуына температураның қолайлы әсер ететіндігі туралы қарама-қарсы мәліметтер көрсетілген. Вирустардың репликациясына



Сурет 2 – *Nicotiana benthamiana* вирустық инфекцияның және төменгі температураның 120 сағаттық әсерінен кейін. А – температуралық стрестің әсеріне дейінгі өсімдік; В – температуралық стрестің және вирустық инфекцияның әсерінен кейінгі өсімдік



Сурет 3 – *Nicotiana benthamiana* TBSV (А) вирусымен инфекцияланған бірінші күн және жоғарғы температура мен вирустық инфекцияның аралас әсерінен кейінгі 8 күн. А – бірінші күні инфекцияланған өсімдік; В – температуралық стрестің және вирустық инфекцияның әсерінен кейінгі өсімдік

олардың түрі мен өсімдік-қожайыны әсер етеді. Жоғары температуралар TCV вирусының *Arabidopsis* өсімдіктерінің нақты репликациясына әкеледі және темекі мозайкасы вирусының немесе өсімдіктердің қорғаныс жүйелерінің әлсіреуі есебінен репа мозайкасы вирусының таралуын жеңілдетеді [5].

Екінші жағынан, жоғарғы температурада инфекцияланған өсімдіктерді өсіру кезінде инфекция белгілері аз байқалды және РНК интерференциямен байланысты өсімдіктердің вирустарға қарсы жауабы көрініс берді [6]. РНК-интерференцияға, вирустардың таралуына және өсімдіктерді қорғауға температураның әсерінің маңыздылығы одан әрі зерттеуді талап етеді [7,8]

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Grover A., Mittal D., Negi M., Lavania D. Generating high temperature tolerant transgenic plants: Achievements and challenges // Plant Sci. – 2013. - V.205–206.- P. 38–47.
- 2 Ruelland E., Zachowski A. How plants sense temperature // Env. Exp. Bot. - 2010.- V.69, I.3.- P.225–232.
- 3 Obrkpańska-Stkplowska A, Renaut J, Planchon S, Przybylska A, Wiczorek P, Barylski J., Palukaitis P. Effect of temperature on the pathogenesis, accumulation of viral and satellite RNAs and on plant proteome in peanut stunt virus and satellite RNA-infected plants // Front. Plant Sci. – 2015. – V.6, № 903. – P.1-14.
- 4 Zhang, X., Zhang, X., Singh, J., Li, D., Qu, F. Temperature-dependent survival of Turnip crinkle virus-infected arabidopsis plants relies on an RNA silencing-based defense that requires dcl2, AGO2, and HEN1 // J. Virol. - 2012.-V. 86. – P. 6847–6854.
- 5 Kirbly, L., Hafez, Y. M., Fodor, J., Kirbly, Z. Suppression of tobacco mosaic virus-induced hypersensitive-type necrotization in tobacco at high temperature is associated with downregulation of NADPH oxidase and superoxide and stimulation of dehydroascorbate reductase // J. Gen. Virol. - 2008. – V. 89. – P. 799–808.
- 6 Tuttle, J. R., Idris, A. M., Brown, J. K., Haigler, C. H., Robertson, D. Geminivirus-mediated gene silencing from Cotton leaf crumple virus is enhanced by low temperature in cotton // Plant Physiol. - 2008.- V. 148. – P. 41–50.
- 7 Zhong, S.-H., Liu, J.-Z., Jin, H., Lin, L., Li, Q., Chen, Y., et al. Warm temperatures induce transgenerational epigenetic release of RNA silencing by inhibiting siRNA biogenesis in *Arabidopsis* // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. - 2013.- V. 110. – P. 9171–9176.

8 Ghoshal, B., Sanfazon, H. Temperature-dependent symptom recovery in *Nicotiana benthamiana* plants infected with tomato ringspot virus is associated with reduced translation of viral RNA2 and requires ARGONAUTE 1 // Virology. - 2014. - V.456. – P. 188–197.

А.Ж. Бектурова, А.Ж. Догабаев, А.Б. Курманбаева, С.Б. Жангазин, У.И. Аманбаева, Ж.К. Масалимов

*Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

#### Определение морфометрических показателей растений *Nicotiana benthamiana* при температурном стрессе

**Аннотация:** Температура является одним из важнейших факторов, влияющих на рост и развитие здоровых и инфицированных растений, а также на скорость распространения патогенов в тканях растений. Температурный стресс способен вызывать изменения морфологических признаков растений. В статье было рассмотрено влияние низкотемпературного и высокотемпературного стресса на морфометрические показатели растений *Nicotiana benthamiana*. Был проведен подбор времени воздействия температурного стресса на растения *Nicotiana benthamiana*. Показано, что пониженная температура вызывала значительные изменения морфометрических показателей растений. В то же время присутствовал положительный эффект пониженной температуры на скорость распространения вирусной инфекции в тканях растений *Nicotiana benthamiana*. Комбинированное действие повышенной температуры и вирусной инфекции приводило к более быстрому отмиранию листьев растений. Повышение времени теплового стресса приводило к увеличению проявления повреждений растений.

**Ключевые слова:** морфометрические показатели, температурный стресс, *Nicotiana benthamiana*, вирус.

A.Zh. Bekturova, A.Zh. Dogabayev, A.B. Kurmanbayeva, S.B. Zhangazin, U.I. Amanbaeva, Zh.K. Masalimov

*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

#### Determination of morphometric parameters of *Nicotiana benthamiana* plants under temperature stress

**Annotation** Temperature is one of the most important factors affecting the growth and development of healthy and infected plants, as well as the rate of spread of pathogens in plant tissues. Temperature stress can cause changes in the morphological characteristics of plants. The article considers the influence of low-temperature and high-temperature stress on the morphometric parameters of *Nicotiana benthamiana* plants. The time of influence of temperature stress on *Nicotiana benthamiana* plants was selected. It is shown that the reduced temperature caused significant changes in morphometric parameters of plants. At the same time, there was a positive effect of low temperature on the rate of spread of viral infection in plant tissues. The combined effect of high temperature and viral infection led to more rapid death of plant leaves. Increasing the time of thermal stress led to an increase in the manifestation of plant damage.

**Keywords:** morphometric parameters, temperature stress, *Nicotiana benthamiana*, virus.

## References

- 1 Grover A., Mittal D., Negi M., Lavania D. Generating high temperature tolerant transgenic plants: Achievements and challenges, *Plant Sci.*, 205–206, 38–47 (2013).
- 2 Ruelland E., Zachowski A. How plants sense temperature, *Env. Exp. Bot.*, 69, 3, 225–232 (2010).
- 3 Obrkowska-Stokłowska A, Renaut J, Planchon S, Przybylska A, Wiczorek P, Barylski J., Palukaitis P. Effect of temperature on the pathogenesis, accumulation of viral and satellite RNAs and on plant proteome in peanut stunt virus and satellite RNA-infected plants, *Front. Plant Sci.*, 6, 903, 1-14 (2015).
- 4 Zhang, X., Zhang, X., Singh, J., Li, D., Qu, F. Temperature-dependent survival of Turnip crinkle virus-infected arabidopsis plants relies on an RNA silencing-based defense that requires dcl2, AGO2, and HEN1, *J. Virol.*, 86, 6847–6854(2012).
- 5 Kir6ly, L., Hafez, Y. M., Fodor, J., Kir6ly, Z. Suppression of tobacco mosaic virus-induced hypersensitive-type necrotization in tobacco at high temperature is associated with downregulation of NADPH oxidase and superoxide and stimulation of dehydroascorbate reductase, *J. Gen. Virol.*, 89, 799–808 (2008).
- 6 Tuttle, J. R., Idris, A. M., Brown, J. K., Haigler, C. H., Robertson, D. Geminivirus-mediated gene silencing from Cotton leaf crumple virus is enhanced by low temperature in cotton, *Plant Physiol.*, 148, 41–50 (2008).
- 7 Zhong, S.-H., Liu, J.-Z., Jin, H., Lin, L., Li, Q., Chen, Y., et al. Warm temperatures induce transgenerational epigenetic release of RNA silencing by inhibiting siRNA biogenesis in *Arabidopsis*, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 110, 9171–9176 (2013).
- 8 Ghoshal, B., Sanfazon, H. Temperature-dependent symptom recovery in *Nicotiana benthamiana* plants infected with tomato ringspot virus is associated with reduced translation of viral RNA2 and requires ARGONAUTE 1, *Virology*, 456, 188–197 (2014).

#### Авторлар туралы мәлімет:

Бектурова А.Ж.- б.ғ.к., биотехнология және микробиология кафедрасының доценті, м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Қажымұқан 13, Астана, Қазақстан.

Догабаев А.Ж.- биотехнология және микробиология кафедрасының оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Қажымұқан 13, Астана, Қазақстан.

*Курманбаева А.Б.*- PhD биотехнология және микробиология кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Қажымұқан 13, Астана, Қазақстан.

*Жангазин С.Б.*- PhD биотехнология және геномика кафедрасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Қажымұқан 13, Астана, Қазақстан.

*Аманбаева У.И.*- жалпы биотехнология және микробиология кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Қажымұқан 13, Астана, Қазақстан.

*Масалимов Ж.К.* - к.б.н., доцент кафедрасы биотехнология және микробиология Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, факультет естественных наук, Казимукана, 13, Астана, Қазақстан

*Bekturova A.Zh.* - Associate Professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhimukan, Astana, Kazakhstan

*Dogabayev A.Zh.* - teacher of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhimukan, Astana, Kazakhstan

*Kurmanbayeva A.B.* - PhD, Senior lecturer of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhimukan, Astana, Kazakhstan

*Zhangazin S.B.* - PhD, Senior lecturer of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhimukan, Astana, Kazakhstan

*Amanbaeva U.I.* - Graduate student of the Department of General biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhimukan, Astana, Kazakhstan

*Masalimov Zh.K.* - Associate Professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhimukan, Astana, Kazakhstan

Редакцияға 17.12.2018 қабылданды