

Н.Н. Салыбекова<sup>1</sup>, Ж.Т. Абдрасулова<sup>2</sup>, З.С. Ажибаева<sup>1</sup>, А.Е. Сержанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан;

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан  
(E-mail: karakat\_84@mail.ru)

## *Fusarium equiseti* түрінің биоэкологиялық ерекшеліктері

Көкөністерді зардаптайтын зең түрлерінің әсерінен өнім түсімі мен сақтау мерзімі жылдан жылға азаюда. Ауру тудырушы саңырауқұлақ түрлерінің биоэкологиялық ерекшеліктерін зерттеудің заманауи зерттеу әдістері арқылы түрге ажыратудың практикалық маңызы зор. Мақалада қызыл бұрыш (*Capsicum annuum* L.) фузариоз ауруын қоздырушы зең түріне морфологиялық және молекулалық-генетикалық зерттеу жүргізілген. Фитопатогеннің таксономиялық орнын анықтауда морфологиялық ерекшеліктері нақты бола бермейді. Осы мақсатта *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. фитопатогенді микромицеттің молекулалық-генетикалық идентификациясы полимеразалық тізбектік реакция әдісі арқылы жүзеге асты. Полимеразды тізбектік реакция кезінде 18S рРНҚ кодтаушы ген бірізділігін табуда NS1 және NS4 консервативтік праймерлері қолданылды. 5.8S РНҚ кодтаушы ген бірізділігін және ішкі транскриптеуші спейсерлер жасау үшін ITS1 және ITS4 праймерлері қолданылды. 26S рРНҚ генинде D1/D2 домені амплификациясы үшін NL-1 және NL-4, *Fusarium oxysporum* үшін FOF1 және FOR1 праймерлері, *Fusarium equiseti* үшін FEF1 және FER1 арнайы праймерлері қолданылды. ДНҚ бөлігін секвенирлеуде алынған нуклеотидтік бірізділіктерді салыстыру арқылы жақын туыстық микроағзалар штаммдарға филогенетикалық талдау жасалды. Секвенирлеу нәтижесінде генинің нуклеотидтік бірізділігіне сүйене зерттелген штамм түрге ажыратылды. Молекулалық зерттеулермен қатар штаммға микроскоптық, макро- және микроморфологиялық ерекшелігін анықтау мақсатында талдаулар жүргізілді.

*Кілт сөздер:* зең түрі, ДНҚ, рРНҚ, ПТР, секвенирлеу, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc., диагностикалық белгі.

Өсімдіктің ауруы — бұл өте күрделі патологиялық процесс. Өсімдіктерде ауру қоздырғыштардың ішіндегі басты орынды алатындар фитопатогенді саңырауқұлақтар [1]. Табиғатта өсімдіктердің 200-дей түрінің ауру қоздырушысы болып табылатын *Fusarium* Link. туысына жататын түрлер кең тараған [2]. Бұл туыстың түрлері топырақта органикалық заттармен және өсімдіктерде факультативті паразитті коректеніп, соңғыларында ауру туғызады. Макроконицилері орақ, ұршық тәрізденген, әлсіз иілген, екі ұшы сүйірленген, кейде жіп тәрізді 3–6 жасушаға бөлінген. Таза себінді екпесінде әртүрлі ашық түсті үлпілдек жіпшумақты, дифференцияланған немесе аздап тармақталған конидия сағақтары болады [3–5].

Фузариум туысы *Tuberculariaceae* тұқымдасына жатады. Бұлардың конидия сағақтары спородохияға жинақталған. Фузариум туысына жататын саңырауқұлақтардың басым көпшілігі фитотрофты.

Конидияларының диагностикалық белгісі — дөңестігін Д.Ф.Л. Шлехтендаль және А.К. Корда талдаған. *Fusarium* түрін бөліп алу макро-, микроконидиялары, хламидоспоралары, сонымен қатар колония көрінісіне, коректік ортада өсу жылдамдығына, пигментациясына қарай ажыратылады [3; 58].

Ауру қоздырушы патогеннің түрін дәл анықтау мақсатында зерттеу жұмысы жүргізілді. Түрдің идентификациясы барлық биологиялық зерттеулердің негізгі баспалдағы болып табылады. Дұрыс идентификациялау әрбір түрдің биологиялық, экологиялық ерекшеліктерімен қатар, физиологиялық және биохимиялық құрамын анықтаудың, сонымен қатар саңырауқұлақ түрі тудыратын аурумен күресу шараларын жасаудың бастамасы. Түрдің таксономиялық орнын анықтауда морфологиялық ерекшеліктерін сипаттаумен қатар, саңырауқұлақ түрлерінің ДНҚ бірізділігінің әртүрлілігіне негізделі идентификациялау жүйесі маңызды қадамдардың бірі.

### *Зерттеу материалдары мен әдістері*

Алматы облысы, Қарасай ауданы, Қайнар аулында орналасқан «Қазақ картоп және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» егістік алқабынан алынған қызыл бұрыштың (*Capsicum annuum* L.) фузариоз ауру қоздырушы түріне зерттеу жүргізгенде фузариоз (кұрғақ шірік) ауруы қоздырушысының түрін ажырату үшін морфологиялық ерекшеліктерімен қатар, фитопатогеннің таксономиялық жүйедегі орнын нақты анықтау мақсатында молекулалық талдау әдісі қолданылды.

Микроскоптық зерттеуде жарық микроскопы (Micros Austria Camera 519 Cu 5 Otcmos бейне-қондырғысымен МСХ100, микроскоп окуляры EW10X/20, объективі PLAN 40X/0.65) (Micros, Австрия) және сканерлеуші микроскоптары (JSM-6510LA Analytical Scanning Electron Microscope, «JEOL», Жапония) пайдаланылды.

Саңырауқұлақ түрлерінің таза екпесі картоп-декстрозды агарда (ҚДА) 27 °С температурада өсірілді. 10-тәулікте колонияларға ажыратылып, 18S рРНҚ талдауды үшін биомассасы алынған соң, ДНҚ бөліп алу жұмыстары СТАВ әдісі хаттамасына сәйкес жүргізілді [6]. *Capsicum annuum* L. жемісін зақымдаған фузариоз ауруы қоздырушысының таза екпесіне, яғни, бір штамм бойынша зерттеу жүргізілді. Филогенетикалық талдау жасау үшін зерттелген штаммды GenBank базасындағы *Fusarium* туысы түрлері мен басқа саңырауқұлақ изоляттарымен салыстырылды.

ДНҚ үлгілерін одан әрі пайдалану үшін 4 °С температурада сақталды. ДНҚ концентрациясы спектрофотометр (Nanodrop Thermo ND-1000, Thermo Scientific, Массачусетс, АҚШ) пайдалана отырып, 900 нг/мкл (OD260) өлшенді.

Әрбір ПТР реакциясы 50 мкл соңғы көлемінде жүргізілді және 5,0 мкл KCl бар 10x *Taq* буфферден тұратын (Thermo Scientific, Массачусетс, АҚШ), 2,5 мМ MgCl<sub>2</sub> 3,0 мкл, 100 мМ 8,0 мкл дНТФ, әрбір праймерден 1 мкл, 5U/мкл *Taq* ДНҚ полимераза-рекомбинант (Thermo Scientific, Массачусетс, АҚШ) 0,25 мкл, 27,8 мкл стерилді дистилденген су және 4 мкл ДНҚ үлгі ретінде пайдаланылатын саңырауқұлақ түрінің ДНҚ суспензиясы (100 нг). ПТР амплификация бағдарламасы бойынша ДНҚ сынамасы 5.8S РНҚ кодтаушы ген бірізділігін және ішкі транскриптеуші спейсерлер жасау үшін ITS1 және ITS4 праймерлері ITS1 — TCCGTAGGTGAACCTGCG және ITS4 — TCCTCCGCTTATTGATATGC қолданылды. 3 минут 95 °С температурада денатурациялануын қамтамасыз етеді, сонымен қатар, 95 °С — 30 секунд, 57 °С — 50 секунд және 72 °С 30 секундқа созылатын 35 айналымнан тұрады, ақырғы элонгация сатысы 72 °С 5 минут жүргізілді.

26S рРНҚ генінде D1/D2 домені амплификациясы үшін NL-1 GCATATCAATAAGCGGAG-GAAAG және NL-4 GGTCCGTGTTTCAAGACGG праймерлері үшін ПТР бағдарламасы 3 минут 95 °С температурада денатурациялануын қамтамасыз етеді, 95 °С 30 секунд, 52 °С 50 секунд және 72 °С 30 секундқа созылатын 35 айналымнан тұрады, ақырғы элонгация сатысы 72 °С 5 минут жүргізілді [7, 8].

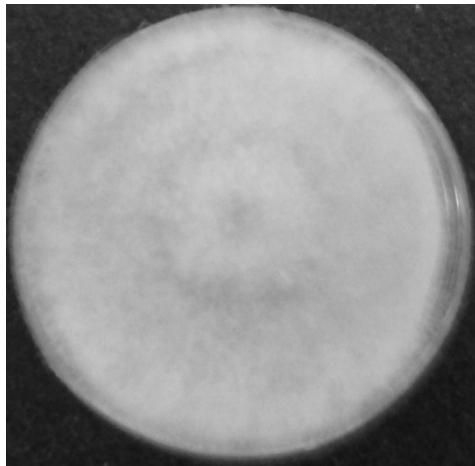
*Fusarium equiseti* түріне FEF1 5'-CATACTATACGTTGCCTCG-3' және FER1 5'-TTACCA-GTAACGAGGTGTATG-3' праймерлері, ал *Fusarium oxysporum* үшін FOF1 5'-ACATACCA-CTTGTTCCTCG-3' және FOR1 5'-CGCCAATCAATTTGAGGAACG-3' арнайы праймерлері қолданылды. ПТР бағдарламасы 3 минут 95 °С температурада денатурациялануын қамтамасыз етеді, 95 °С 30 секунд, 52 °С 50 секунд және 72 °С 30 секундқа созылатын 35 айналымнан тұрады, ақырғы элонгация сатысы 72 °С 5 минут жүргізілді.

Амплификацияланған ПТР өнімдері (10 мкл) және 100 п.н. ДНҚ сатысы (Thermo Scientific, Массачусетс, АҚШ) 0,5x ТАЕ 1 сағат 30 минутқа 80 V/см буфферде 1,5 % агарозалық гель электрофорез арқылы ажыратылды. Агарозды гель бромды этидий (0,5 мкг/мл) 10 минутқа қойылды. Гель ультракүлгін сәуле астында суретке түсіру жүйесі арқылы түсірілді.

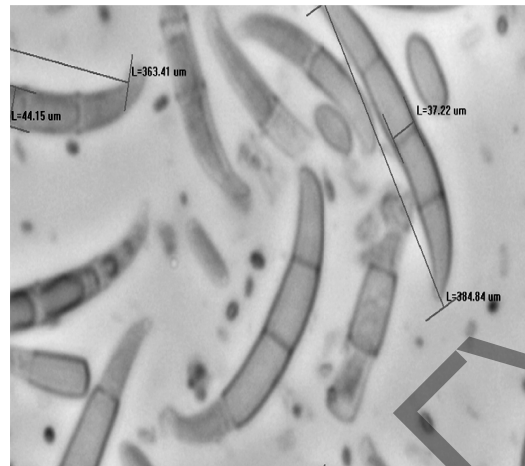
18S рРНҚ және 5.8S рРНҚ гендерін секвенирлеу АЕ 3000 автоматты секвенаторында (Applied Biosystems, АҚШ) жүргізілді. Алынған нуклеотидтік бірізділік BLASTn онлайн-сервисін қолдана отырып, GenBank [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast>] ақпараттық базасымен салыстырылды. Салыстыру нәтижесінде штаммдардың қай түрге жататыны туралы қорытынды жасалды. Идентификация нәтижесінде анықталған саңырауқұлақтардың атауларының өзектілігі түрлердің дұрыс жазылуы Muscobank ақпараттық базасының номенклатурасы көмегімен тексерілді.

#### *Зерттеу нәтижелері және оларды талдау*

*Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. түрі басқа *Fusarium* туысы штаммдарынан колониясының тез өсуімен (ҚДА-да 250С-да 6-тәулікте диаметрі 6,0–8,0 см) ерекшеленеді. Конидияларынан тек макроконидиялары түзіледі, кейде аздап 1–2 жасушалы микроконидияларын кездестіруге болады. Парабола немесе гипербола тәрізді, ортаңғы бөлігі кеңдеу, екі ұшы созылыңқы түрде сүйірленген (1-сур.). Негізінен 4-тен 8 жасушалыға дейін болады. 9–13 жасушалылары өте сирек түзіледі. 1–3 жасушалылары 7–34×2,5–4,8 мкм, 4–12 жасушалылары 23–80×3–6 мкм. Конидияларының орташа өлшемі 56,83±1,33×4,57±0,01 мкм. *Capsicum annuum* L. жемісін зақымдаған.



А — таза дақылы



Б — конидиялары

1-сурет. *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc.

18S рРНҚ кодтаушы ген бірізділігін талдауда біріншілік скрининг, GenBank ақпараттық мәліметтер базасында көрсетілгендей, қызыл бұрыш (*Capsicum annuum* L.) өсімдігінен бөлініп алынған штаммның келесі систематикалық топқа: *Eukaryota*; *Fungi*; *Dikarya*; *Ascomycota*; *Pezizomycotina*; *Sordariomycetes*; *Hypocreomycetidae*; *Hypocreales*; *Nectriaceae*; *Fusarium*; *Fusarium oxysporum* түріне жататынын көрсетті. Филогенетикалық талдау жасауға бөлініп алынған 18S рРНҚ геніне негізделген GenBank базасындағы *Fusarium* туысы түрлері мен басқа саңырауқұлақ изоляттарына тұраралық ұқсастығына талдау жүргізілгенде штаммының бірнеше түрге жататыны анықталды.

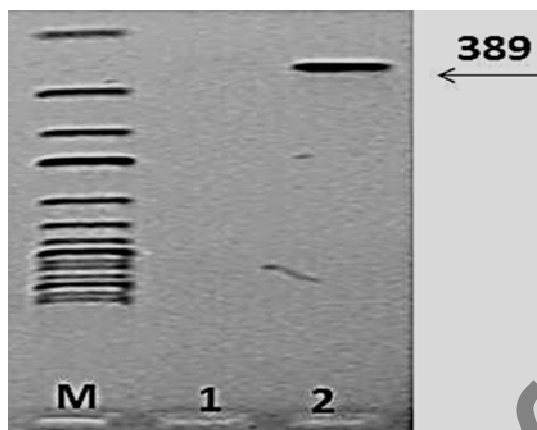
Ұқсас түрлердің филогенетикалық туыстығын анықтау үшін 5.8S рРНҚ кодтаушы ген және ішкі транскриптеуші спейсерлер ITS1 және ITS2 аймағының нуклеотидтік бірізділіктерін салыстыру әдісі қолданылды. 5.8S рРНҚ кодтаушы ген бірізділігін және ішкі транскриптеуші спейсерлер ITS1 және ITS2 аймағының ДНҚ бөлігін секвенирлеуде алынған бірізділіктер төмендегі кестеде келтірілген.

К е с т е

*Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. ДНҚ бөлігін секвенирлегенде алынған гендерінің бірізділігі

Кодталатын ген	Нуклеотидті бірізділік
5.8S р РНҚ	AACTGSRAATGGCTCAKWATAKAAGTTATCGTTTATTTGATAGTACCTTACTACTTGGATAACCGTGGTAATTCTAGAGCTAATACATGCTAAAAATCCCGACTTCGGAAGGGATGTATTTATTAGATTA AAAACCAATGCCCTTCGGGGCTCACTGGTGATTCATGATAACTCCTCGAATCGCATGGCCTTGTCGCGGCGATGGTTCAATTCATCAAAATTTCTCCSTATCAACTTCGATGTTTGGGTATTGGCCAAAACATGGTTGCAACGGGTAACCGAGGGTTAGGGCTCGACCCCGGAGAAGGAGCCTGAGAAAACGGCTACTACATCCAAGGAAGGCAGCAGGCGCGCAAA TTACCCAAATCCCGACACGGGGAGGTAGTGACAATAAATACTGATACAGGGCTCTTTGGGTCTTGTAATTGGAATGAGTACAATTTAAATCCCTTAACGAGGAACAATTGGAGGGCAAGTCTGGTGCCAGCAGCCGGTAATCCAGCTCCAATAGCGTATATTAAGTTGTTGTGGTTAAAAAGTCTGTAAGTTGAACCTTGGGCTGGCCGTCGCGTCCGCTCACCGCGTACTGGCTCGGCCGGGCTTTCCCTCTGTGGAACCCCATGCCCTTCACTGGGCGTGGCGGGGAAACAGGACTTTTACTGTGAAAAAATTAGAGTGCTCCAGGCAGGCATATGCTCGAATACATAGCATGGAATAATAGAAATAGGACGTGTGGTTCTATTTGTTGGTTTCTAGGACCGCGTAATGATTAATAGGGACAGTCGGGGGCATCAGTATTCAATTGTCAGAGGTGAATCTTGGATTATTGAGACTAACTACTGCGAAAGCATTGGCCAGGGATGTTTCATAATCAGACGAAGTTAGGGGATCGAAGACGATCGAGA
5.8S р РНҚ	AACTGSRAATGGCTCAKWATAKAAGTTATCGTTTATTTGATAGTACCTTACTACTTGGATAACCGTGGTAATTCTAGAGCTAATACATGCTAAAAATCCCGACTTCGGAAGGGATGTATTTATTAGATTA AAAACCAATGCCCTTCGGGGCTCACTGGTGATTCATGATAACTCCTCGAATCGCATGGCCTTGTCGCGGCGATGGTTCAATTCATCAAAATTTCTCCSTATCAACTTCGATGTTTGGGTATTGGCCAAAACATGGTTGCAACGGGTAACCGAGGGTTAGGGCTCGACCCCGGAGAAGGAGCCTGAGAAAACGGCTACTACATCCAAGGAAGGCAGCAGGCGCGCAAA TTACCCAAATCCCGACACGGGGAGGTAGTGACAATAAATACTGATACAGGGCTCTTTGGGTCTTGTAATTGGAATGAGTACAATTTAAATCCCTTAACGAGGAACAATTGGAGGGCAAGTCTGGTGCCAGCAGCCGGTAATCCAGCTCCAATAGCGTATATTAAGTTGTTGTGGTTAAAAAGTCTGTAAGTTGAACCTTGGGCTGGCCGTCGCGTCCGCTCACCGCGTACTGGCTCGGCCGGGCTTTCCCTCTGTGGAACCCCATGCCCTTCACTGGGCGTGGCGGGGAAACAGGACTTTTACTGTGAAAAAATTAGAGTGCTCCAGGCAGGCATATGCTCGAATACATAGCATGGAATAATAGAAATAGGACGTGTGGTTCTATTTGTTGGTTTCTAGGACCGCGTAATGATTAATAGGGACAGTCGGGGGCATCAGTATTCAATTGTCAGAGGTGAATCTTGGATTATTGAGACTAACTACTGCGAAAGCATTGGCCAGGGATGTTTCATAATCAGACGAAGTTAGGGGATCGAAGACGATCGAGA
26S р РНҚ (Кодтайтын домен D1/D2)	ATGWTAAATGACATAGTACGGCGAGTGAAGCGGCRACAGCTCAAATTTGAAATCTGGCTCTCGGGCCGAGTTGTAATTTGTARAGGATGCTTTTGTATGCGGTGCCTTCCGAGTTCCCTTGGAAACGGGACGCCATAGAGGGTGAGAGCCCGTCTGGTTGGATGCCAAATCTCTGTA AAGCTCCTTCGACGAGTCGAGTAGTTTGGGAATGCTGCTCTAAATGGGAGGTATATGCTTCTAAAGCTAAATACCGGCCAGAGACCCG ATAGCGCACAAAGTAGAGTGATCGAAAGATGAAAAGCACTTTGAAAAGAGAGTTAAAAAGTACGTGAAATTTGAAAAGGGAAGCGT TTATGACCAGACTTGGGCTGGATAATCATCTGGGGTCTCTCCAGTGCACCTTTCCAGTCCAGGCCAGCATCAGTTTTCGCCGGGGGA TAAAGGCTTCGGGAATGTGGCTCCCTCCGGGGAGTGTATAGCCCGTTGCGTAATACCTGGCGGGGACTGAGGTTCCGCGCATCTGCA AGGATGCTGGCGTAATGGTCATCAACGACCCGCTTGAAMCMMCGGACM

Зерттеулер нәтижесі екі түрге *Fusarium oxysporum*, *Fusarium equiseti* жататынын көрсетті. Алынған нәтижені нақтылау мақсатында арнайы праймерлер қолданылды. *Fusarium oxysporum* үшін FOF1 және FOR1 арнайы праймерлері, *Fusarium equiseti* үшін FEF1 және FER1 праймерлері қолданылды. 2-суретте көрсетілгендей, FEF1 және FER1 арнайы праймерлерін қолданғанда 400 п.н. ұзындықта бірізділіктері оқылды. Бұл *Fusarium equiseti* түріне сәйкестігін көрсетеді [8; 330].



Қатарлар 250–10000 п.н. молекулалық маркерлер (төменнен жоғары қарай); 1 — FOF1 және FOR1; 2 — FEF1 және FER1 праймерлерін қолданғандағы реакция нәтижелері

2-сурет. FEF1/FER1 арнайы праймерлерімен (389 п.н.) жүргізілген қызыл бұрыш (*Capsicum annuum* L.) өсімдігінен бөлініп алынған *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. түріне жүргізілген ПТР амплификациясының гель электрофорезі

FOF1 және FOR1 арнайы праймерлерін қолданғанда фрагменттердің оқылмауы зерттелген штаммның *Fusarium oxysporum* түріне жатпайтынын көрсетеді. Штаммға FEF1 және FER1 арнайы праймерлерін қолданғанда 389 п.н. ұзындықта бірізділіктерінің оқылуы зерттеліп отырған түрдің *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. түріне жататынын нақтылайды.

Нуклеотидтік бірізділіктерге жүргізілген зерттеу және морфологиялық сипаттама нәтижелері зерттелген штаммның *Penicillium aurantiogriseum* Dierckx түріне жататынын көрсетті.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Хмельницкая И.И., Веприцкая И.Г., Аринбасарова М.У., Великанов Л.Л. // Микология и фитопатология. — 2003. — Вып. 3. — С. 58–63.
- 2 Билай В.И. / Токсикообразующие микроскопические грибы / В.И. Билай, Н.М. Пидопличко. — Киев: Наук. думка, 1970. — 60 с.
- 3 Leslie J.F. The *Fusarium* laboratory manual / J.F. Leslie, B.A. Summerell. — 1st ed. — Oxford, London: Blackwell Publishing Ltd, 2006.
- 4 Салыбекова Н.Н. Көкөністерді зақымдайтын *Fusarium* туысы түрлерінің биологиялық ерекшеліктері / Н.Н. Салыбекова, Ж.Ж. Кужантаева, Е. Басым, З.С. Ажибаева // Новости науки Казахстана. — Алматы, 2016. — № 1(127). — 99–112-б.
- 5 Салыбекова Н.Н. *Macrosporium commune* Rabenh. және *Fusarium martii* Appel & Wollenw. түрлерінің көкөністерді зақымдау ерекшеліктері / Н.Н. Салыбекова, Ж.Ж. Кужантаева, Е. Басым, Ж.Т. Абдрасулова, Г.А. Бабаева // Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ хабаршысы. Биология сериясы. — 2015. — № 2(64). — 444–452-б.
- 6 Weising K. DNA fingerprinting in plants and fungi / K. Weising, H. Nybom, K. Wolff, W. Meyer. — CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1995. — P. 336.
- 7 Clerck E.De. Isolation, Characterization, and identification of bacterial contaminants in semifinal gelatin extracts / E.De. Clerck, T. Vanhoutte, T. Hebb, J. Geerinck, J. Devos, P.De. Vos // Applied and Environmental Microbiology. — 2004. — P. 3664–3672.
- 8 Prashant K. Mishra. Development of a PCR-based assay for rapid and reliable identification of pathogenic Fusaria / Prashant K. Mishra, Roland T.V. Fox, Alastair Culham // FEMS Microbiology Letters. — 2003. — Vol. 218. — P. 329–332.

Н.Н. Салыбекова, Ж.Т. Абдрасулова, З.С. Ажибаева, А.Е. Сержанова

### Биоэкологические особенности *Fusarium equiseti*

Под воздействием грибов, поражающих овощи, с каждым годом уменьшается урожай и сокращается срок хранения. Всем известна практическая важность изучения биоэкологических особенностей и применения инновационных методов определения видов болезнетворных грибов. В статье рассмотрены результаты молекулярно-генетического и морфологического исследования вида грибов, который является возбудителем фузариоза перца (*Capsicum annuum* L.). При определении таксономического места морфологические особенности не всегда бывают точными. В связи с этим идентификация фитопатогенного микромицета *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. производилась методом полимеразно-цепной реакции. Были использованы праймеры NS1 и NS4 при определении кодирующего гена 18S рРНК. При определении генетической последовательности внутри транскрибирующего спейсера кодирующий ген 5.8S РНК были использованы праймеры ITS1 и ITS4. Для амплификации домена D1/D2 гена 26S рРНК были использованы праймеры NL-1 и NL-4. Для *Fusarium oxysporum* использованы специфические праймеры FOF1 и FOR1, для видов грибов *Fusarium equiseti* — FEF1 и FER1. Были сделаны филогенетические анализы на родственные связи штаммов микроорганизмов исходя из нуклеотидных последовательностей, полученных в результате секвенирования ДНК. В результате секвенирования был определен вид штамма. Дополнительно производились исследования по определению микроскопической, макро- и микроморфологической особенностей штамма.

**Ключевые слова:** виды грибов, ДНК, рРНК, ПЦР, секвенирование, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc., диагностический признак.

N.N. Salybekova, Zh.T. Abdrassulova, Z.S. Azhibaeva, A.E. Serzhanova

### Bioecological features of *Fusarium equiseti*

Under the influence of fungi in vegetables, with reduced yield and reduced storage period every year. Everyone knows the practical importance of studying bioecological features and the use of innovative methods for determining the types of pathogenic fungi. The article reviewed the results of molecular genetic and morphological study of species of fungi, which is the causative agent of fusarium pepper (*Capsicum annuum* L.). When determining the taxonomic location, the morphological features are not always accurate. For this purpose, identification of phytopathogenic micromyte *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. performed by the polymerase chain reaction. Primers NS1 and NS4 were used to determine the coding gene for 18S rRNA. In determining the genetic sequences and inside the transcribing spacer of the 5.8S RNA encoding gene, primers ITS1 and ITS4 were used. NL-1 and NL-4 primers were used to amplify the D1/D2 domain of the 26S rRNA gene. Specific primers FOF1 and FOR1 were used for *Fusarium oxysporum*, specific primers FEF1 and FER1 were used for fusarium species *Fusarium equiseti*. Phylogenetic analyzes were carried out on the kinship ties of strains of microorganisms as compared to the nucleotide sequences obtained as a result of DNA sequencing. As a result of sequencing, the type of strain was determined. In addition, studies were conducted to determine the microscopic macro- and micromorphological features of the strain.

**Keywords:** species of fungi, DNA, RNA, PCR, sequencing, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc.

### References

- 1 Khmel'nitskaya, I.I., Vepri'tskaya, I.V., Arinbasarova, M.U., & Velikanov, L.L. (2003). *Mikolohiia i fitopatolohiia — Mycology and phytopathology*, 3, 58–63 [in Russian].
- 2 Bilai, V.I., & Pidoplichko, N.M. (1970). *Toksinoobrazuiushchie mikroskopicheskie hriby [Toxin-forming microscopic fungi]*. Kiev: Naukova Dumka [in Russian].
- 3 Leslie, J.F., & Summerell, B.A. (2006). *The Fusarium laboratory manual*. (1st ed.). Oxford, London: Blackwell Publishing Ltd.
- 4 Salybekova, N.N., Kuzhantaeva, Zh.Zh., Basim, E., & Azhibaeva, Z.S. (2016). Kokonisterdi zakimdaityn fusarium tuysy turlerinin biolohialyq erekshelikteri [Biological properties of kinds of relatives of Fusarium, which is harmful to vegetables]. *Novosti nauki Kazakhstana — Science news of Kazakhstan*, 1, 127, 99–112 [in Kazakh].
- 5 Salybekova, N.N., Kuzhantaeva, Zh.Zh., Basim, E., Abdrassulova, Zh.T., & Babaeva, G.A. (2015). *Macrosporium commune* Rabenh. zhane *Fusarium martii* Appel & Wollenw. turlerinin kokonisterdi zakimdau erekshelikteri [Features defeat vegetable species *Macrosporium commune* Rabenh. and *Fusarium martii* Appel & Wollenw.]. *Al-Farabi atindahy Kazakh ul'tyq universiteti khabarshysy. Biolohiia seriiasy — Bulletin of al-Farabi Kazakh national university. Biology series*, 2/2(64), 444–452 [in Kazakh].
- 6 Weising, K., Nybom, H., Wolff, K., & Meyer, W. (1995). *DNA fingerprinting in plants and fungi*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 336.

7 Clerck, E.De., Vanhoutte, T., Hebb, T., Geerinck, J., Devos, J., & Vos, P.De. (2004). Isolation, characterization, and identification of bacterial contaminants in semifinal gelatin extracts. *Applied and Environmental Microbiology*, 3664–3672.

8 Prashant, K., Mishra, R.T.V., & Fox, Alastair Culham. (2003). Development of a PCR-based assay for rapid and reliable identification of pathogenic *Fusaria*. *FEMS Microbiology Letters*, 218, 329–332.

Репозиторий Қарғу