

С.Б. Дубекова*, А.Т. Сарбаев, М.А.Есимбекова, А.К.Есеркенов

Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты, Алмалыбақ, Қазақстан, funny.kind@mail.ru*, kizamans2@mail.ru, minura.esimbekova@mail.ru, ajs-eserkenov@mail.ru

КҮЗДІК БИДАЙ СОРТУЛГІЛЕРІНІҢ ТАТ АУРУЫ ҚОЗДЫРҒЫШТАРЫНА (*P. STRIIFORMIS F. SP. TRITICI*; *P. TRITICINA F. SP. TRITICI*) ТӨЗІМДІЛІГІН ИММУНОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Дәнді дақылдардың аса қауіпті ауру қоздырғыштарының, климаттың жаһандық өзгеру жағдайында, дамып-таралу ареалының өзгеріп отыруы және оның салдарынан індет зияндылығының артуы өте қауіпті. Мұндай жағдайда, оңтүстік шығыс Қазақстан аумағында, күздік бидай егістігіндегі аурулардың басым түрлері – сары тат (*P. striiformis f. sp. tritici*) және қоңыр тат (*P. triticina f. sp. tritici*) фитопатогендерін бақылау маңызды. Фитопатогендердің дамуына қолайлы жылдарда масақ өнімділігі мен астық сапасының күрт төмендеуі байқалады. Ауру қоздырғыштарының жаңа агрессивті түрлері, жоғары әлеуетті, құнды дәнді дақыл сорттарының көпшілігін, патогенге төзімсіз етеді. Күздік бидай сортүлгілерінің селекциядағы иммунологиялық құндылығын анықтау үшін, 2021-2023 жылдары Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының тәжірибелік базасында, иммунологиялық зерттеулер жүргізілді. Тат қоздырғыштарының жасанды індеті аясында, күздік бидайдың жергілікті және шетелдік 200 сортүлгіден тұратын жинағы мақсатты түрде иммунологиялық бағалаудан өтті. Жасанды індет аясы сары тат (*P. striiformis f. sp. tritici*) және қоңыр тат (*P. triticina f. sp. tritici*) уредоспораларының популяциясын пайдалану арқылы жүргізілді. Қазақстанның оңтүстік-шығыс жағдайында, күздік бидайдың тат популяциясына төзімділігіне талдау жасалынды. Құнды сортүлгілердің тат қоздырғыштарына төзімділік реакциясы сипатталды. Бағалаудан іріктеліп алынған, ауруға төзімді сортүлгілер селекция үшін ең үлкен иммунологиялық құндылыққа ие. Ғылыми зерттеу жұмысының өзектілігі – аса қауіпті ауру қоздырғыштарының патогендік құрылымында вируленттіліктің өзгеруіне байланысты, төзімділіктің жаңа көздерін анықтау. Жоғары иммунологиялық әлеуеті бар, құнды генотиптерді іріктеп алып, селекцияда жаңа бастапқы материал ретінде қолдану, егістіктегі фитопатогендерден келетін эпифитотияның алдын алуға бағытталады.

Кілт сөздер: күздік бидай, сорт, сары тат, қоңыр тат, төзімділік, иммунитет, селекция.

Кіріспе

Бидай Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ететін маңызды стратегиялық дақылдардың бірі болып табылады. Ал оның егістігінде аса қауіпті тат (*Puccinia*) ауруының түрлері дамып, жыл сайын таралады. Аурудың дамуына қолайлы жылдары сары тат (*P. striiformis f. sp. tritici*) және қоңыр тат (*P. triticina f. sp. tritici*) қоздырғыштарының күздік бидай сорттарында жаппай таралуы байқалады [1, 2]. Аурудың даму динамикасына және сорттың сезімталдығына байланысты, қоздырғыштар өсімдіктің барлық жер үсті мүшелеріне әсер етеді, вегетативтік мүшелердің фотосинтездік белсенділігінің төмендеуіне, тұқым сапасының төмендеуіне және өнімділіктің 10-нан 70%-ға дейін төмендеуіне әкеледі. [3]. Ауру қоздырғыштарының ұзақ қашықтыққа аэрогендік жолмен, ауа тамшылары арқылы қоныс аудару мүмкіндігі және фитопатогеннің мутацияланған жаңа түрлерінің пайда болуы, дәнді дақылдардың ауруға төзімділігін тұрақсыз етеді [1, 2, 3].

Таттың даму динамикасына температура, ылғал, жел сияқты негізгі климаттық факторлар әсер ететіні белгілі. Климаттық жағдайдың жаһандық өзгерістері әсерінен,

қоршаған орта жағдайларына бейімделген жаңа, мутацияланған тат патотиптері, ауыр індетке әкелуі мүмкін, мұндай үрдіс АҚШ пен Канаданың орталық және шығыс бөліктерінде анықталуда [4]. Соңғы жылдары Еуропа, Африка, Орталық Азия елдерінде сары таттың агрессивті расалары анықталған [5]. Демек, бұл бидай өсіруші елдерде, оның ішінде Қазақстанда эпифитотия тудыратын вирулентті қоздырғыштардың пайда болу қаупін арттырады. Індет әсерінен Yr9 және Yr27 гендері төзімділігінің тұрақсыздығының нәтижесінде, көптеген елдерде жоғары өнімді сорттар үлкен эпифитотияға ұшыраған [6]. Осы уақытқа дейін жаһандық тат анықтамалық орталығы (GRRC) Аргентинада сары таттың бірнеше түрін анықтады. Олардың екеуі 2015-2016 жылдары Еуропа мен Солтүстік Африкада алғаш рет табылған бірдей патотиптер болды [7]. Осылайша, 2017 жылы сары тат індеті бірнеше континентте байқалған. Қытайда күздік бидай өсірілетін аймақтардың көпшілігінде, мысалы, 2012 жылы Ганьсу, Сычуань, Шаньси, Хэнань және Аньхой провинцияларында қоңыр тат эпифитотиясы әсерінен ең үлкен егін шығыны тіркелген [8]. Тат қоздырғышы үшін климаттық жағдай қолайлы болып, бидайдың жеке сорттары үлкен аумаққа егілген болса - тат популяциясында вируленттілік пайда болып, төзімділік тұрақсыз болады. Бүгінгі күні бидай қоңыр татының төзімді 100-ден астам гендері (Lr) анықталған, олардың 78-і ресми түрде атау алған [9]. Жалпы аса қауіпті тат түрлері Қазақстан аумағында өте құрғақ жылдарды қоспағанда, жыл сайын дерлік кездесетіні белгілі (Қойшыбаев 2018).

Ауруды үнемі бақылап, иммунологиялық көрсеткіштеріне баға беру арқылы, таттың таралу қаупін алдын алуға болады. Жоғары өнімді, ауруға төзімді жаңа сорттарды өндіріске енгізу, фитопатогендерден қорғауда фунгицид қолдану құнын төмендетеді және экологиялық, экономикалық тұрғыдан тиімді. Осыған байланысты ғалымдар бидайдың құнды белгілері бойынша үздік жетістіктерден кем түспейтін, өнімділігі жоғары және ауруға төзімді сорттарды зерттеп, жетілдіруді мақсат етіп отыр. Климаттық жаһандық өзгерістердің ерекшеліктеріне байланысты, үздіксіз селекция үрдісі негізінде, кешенді шаруашылық-құнды белгілері бар, бейімделген, жоғары өнімді сорттарды жетілдіру аса маңызды. Сонымен қатар, қоздырғыш популяциясына төзімділік үшін, дәнді дақылдардың шетелдік сортүлгілер жинағын және жергілікті селекцияны үнемі, жүйелі түрде бақылап, бағалау - жаңа сорттар шығару кезеңінде, бастапқы материалды дұрыс таңдаудың алғышарты. Жыл сайын селекциялық бағдарламалар аясында, зертханада атқарылатын іс-шараға байланысты, жергілікті және шетелдік сортүлгілерге, аймақтағы аса қауіпті ауруларға төзімділігі бойынша, кешенді иммунологиялық бағалау жүргізіледі [10,11,12,13]. Аймақтағы негізгі дәнді дақылдардың бірі - күздік бидайдың иммунологиялық ерекшеліктерін зерттеу, селекцияда ауруға төзімділік бағытына арналған құнды ғылыми жұмыс. Осыған орай, зерттеу жұмысының негізгі мақсаты - күздік бидай сортүлгілерінің тат қоздырғыштарына төзімділігін бағалау және жаңа үлгілерді іріктеп алу болып табылды.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Имунологиялық зерттеу жұмыстары (2021-2023 жж.) Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының (ҚазЕжӨШҒЗИ, N43,238193° E76,696753°) тәжірибе базасында жүргізілді. Егістікте жасанды індет аясында, күздік бидайдың жергілікті және шетелдік 200 сортүлгіден тұратын жинағы иммунологиялық ерекшеліктері бойынша зерттелді (кесте 1). Стандарт ретінде жасанды індет аясында қоздырғышқа сезімтал, жергілікті Алмалы, Стекловидная 24, Богарная 56 сорттары пайдаланылды. Сонымен қатар, жасанды індетті күшейтіп, аурудың біркелкі таралуын реттей отырып, салыстырмалы бағалау үшін, қоздырғышқа төзімсіздікпен ерекшеленетін шетелдік Моросо сорты пайдаланылды.

Зерттелетін сортүлгілерді инокуляциялау, дақылдың «түптену-түтіктену» фазасында, *P. striiformis* және *P. triticina* урединиоспораларымен, 1:100 қатынаста талькпен араластырылып, 20 мг спора/м² жүктемемен жүргізілді. Бақылау, есепке алу және бағалау жұмыстары ауру белгілерінің алғаш пайда болу кезеңінде басталып, дәннің сүттеніп пісу фазасына дейін, 7-10 күн аралығында жүргізілді [14]. Сортүлгілердің қоздырғышқа төзімділігінің критеріі ретінде реакция түрі (IT) мен өсімдіктің зақымдану дәрежесі (%) пайдаланылды. СИММУТ ұсынған Халықаралық шкала бойынша реакция түрі анықталды [15]: 0 - (иммунды) зақымдану

белгілері жоқ; R (ауруға төзімді) - ұсақ некротикалық аймақтары бар, пустулалар жоқ; MR (ауруға орташа төзімді) – ұсақ пустулалар хлоротикалық және некротикалық дақтармен қоршалған; MS (ауруға орташа төзімсіз) - орташа мөлшердегі пустулалары бар, некротикалық дақтар жоқ, бірақ хлороздық дақтар кездеседі; S (ауруға төзімсіз) - хлорозсыз және некротизациясыз ірі пустулалар. Өсімдіктің зақымдану дәрежесі (%) Коббпен өзгертілген Peterson R.F шкаласымен бағаланды [16].

Кесте 1 – *P. striiformis* және *P. triticina* популяциясына төзімділікті бағалау үшін әртүрлі географиялық аймақтардан алынған күздік бидай генотиптер жинағы

Генотиптер шыққан ел, ұйым*	Генотиптер көлемі, %
Қазақстан	44
Өзбекстан	13
Қырғызстан	16,5
Тәжікстан	4,5
Ресей	13
Украина	1,5
Түркия	1,5
Сербия	0,5
МХ-TCI	1
TR-EDR-TCI	0,5
TCI	4

* TCI - Түркия/CIMMYT/ICARDA, МХ - Мексика, TR - Түркия

Өсімдік биомассасының индексі (NDVI – Normalized Difference Vegetative Index) анықтау Green Seeker (Trimble Navigation Limited, АҚШ) портативті құрылғысының көмегімен жүзеге асырылды [17].

2021 және 2023 жылдардағы зерттеудің вегетациялық кезеңінде, жоғары ауа температурасы, жауын-шашынның аз түсуі және ылғалдың жетіспеушілігі салдарынан әсіресе сары таттың қарқынды дамып, таралуы тежелді. Ал 2022 жылдың метеорологиялық жағдайы салыстырмалы түрде ылғалды болды (мерзімді жауын-шашын, ылғал), бұл қоздырғыштардың пайда болуы мен дамуына жалпы қолайлы болды. Зерттеу жылдарына берілген ауа-райы климаттық ақпарат, тәжірибе жүргізілген ғылыми зерттеу институтының метеорологиялық станциясының көрсеткіштерімен сәйкес талданып алынды.

Зерттеу нәтижелерімен оларды талдау

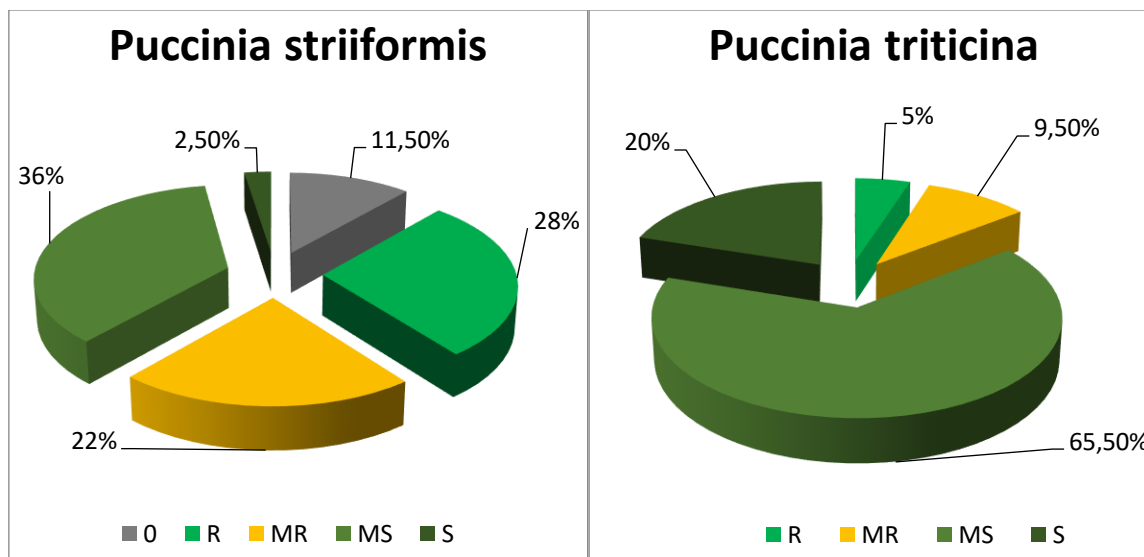
Күздік бидай сортүлгілерін танаптық тәжірибеде иммунологиялық зерттеу барысында, олардың *P. striiformis* және *P. triticina* популяцияларына төзімділігі туралы жаңа ғылыми негізделген деректер алынды. Оңтүстік-шығыс Қазақстан аумағында, күздік бидай сортүлгілерін үнемі мақсатты түрде иммунологиялық бағалау негізінде, соңғы жылдағы тат қоздырғыштарына төзімділік жағдайы талданды.

Жасанды індет аясында, салыстырмалы бағалау және талдау үшін қолданылған, стандарт сорттар - Алмалы, Стекловидная 24, Богарная 56 ауруға қарсы орташа төзімсіздік (MS) реакциясын көрсетсе, шетелдік Мороссо сорты ауру қоздырғыштарымен 70-100%-ға дейін залалданып, S реакция түрін көрсетті. Бұл ғылыми зерттеу барысында, сортүлгілерді объективті бағалау мен іріктеу үшін, жасанды індет аясының қолайлы болғанын көрсетеді.

Тат қоздырғыштарына (*P. striiformis*, *P. triticina*) төзімділігіне қарай, зерттеудегі сортүлгілер: иммунды – 0, ауруға төзімді – R, ауруға орташа төзімді – MR, ауруға орташа төзімсіз – MS және төзімсіз – S реакция түрлеріне жіктелді (сурет 1). Сонымен, сары тат (*Puccinia striiformis*) қоздырғышына қарсы ауру белгілері жоқ (0) және төзімділік (R) белгісімен – 39,5% ерекшеленсе, ал қоңыр тат (*Puccinia triticina*) қоздырғышына төзімділікпен (R) - 5% бөлініп шықты.

Жалпы зерттеудегі сортүлгілердің жартысынан көбі, яғни 60,5%-ы сары тат қоздырғышына, ал қоңыр тат қоздырғышына 95%-ы төзімсіздік реакциясымен айқындалды.

Алынған мәліметтерді талдай келе, сортүлгілердің иммунологиялық әлеуетін арттыру үшін, төзімділікке негізделген генетикалық әртүрлілікті анықтау аса маңызды екенін атап өтуге болады, себебі зерттеудегі күздік бидай материалының басым бөлігі, жасанды індет аясында тат қоздырғыштарына сезімтал (MS-S) болды. Жергілікті бидай сорттары мен линияларының көпшілігі осы аса қауіпті тат қоздырғышына өте сезімтал болатынын және індет жаппай дамыған жылдары өнімділіктің төмендеуіне әкеп соқтыруы мүмкін екендігін ескере отырып, дәнді дақылдардың гендік қорына мақсатты түрде бағалау және іріктеу жүргізіп отыру керек.



Сурет 1 –Күздік бидай сортүлгілерінің тат қоздырғыштарына (*P. striiformis*, *P. triticina*) төзімділік реакция түрлері бойынша жіктелуі

Сонымен қатар, бағалаудан өткен күздік бидай материалының арасынан бөлініп шыққан, ауру белгілері жоқ төзімді сортүлгілер, зерттеудің маңызын көрсетеді және өсімдікті аурудан қорғауды қамтамасыз етуде, генетикалық төзімділіктің маңыздылығын растайды. Зерттеу жылдары тат қоздырғыштарына (*P. striiformis*, *P. triticina*) төзімділік көрсеткен сортүлгілер: Andijan 4; Pgor; Yaksart; Ayvina; Durakhshon; Sipar; Adajio; Granma; Kantskaya, иммунитет үшін селекцияда құнды болып табылады.

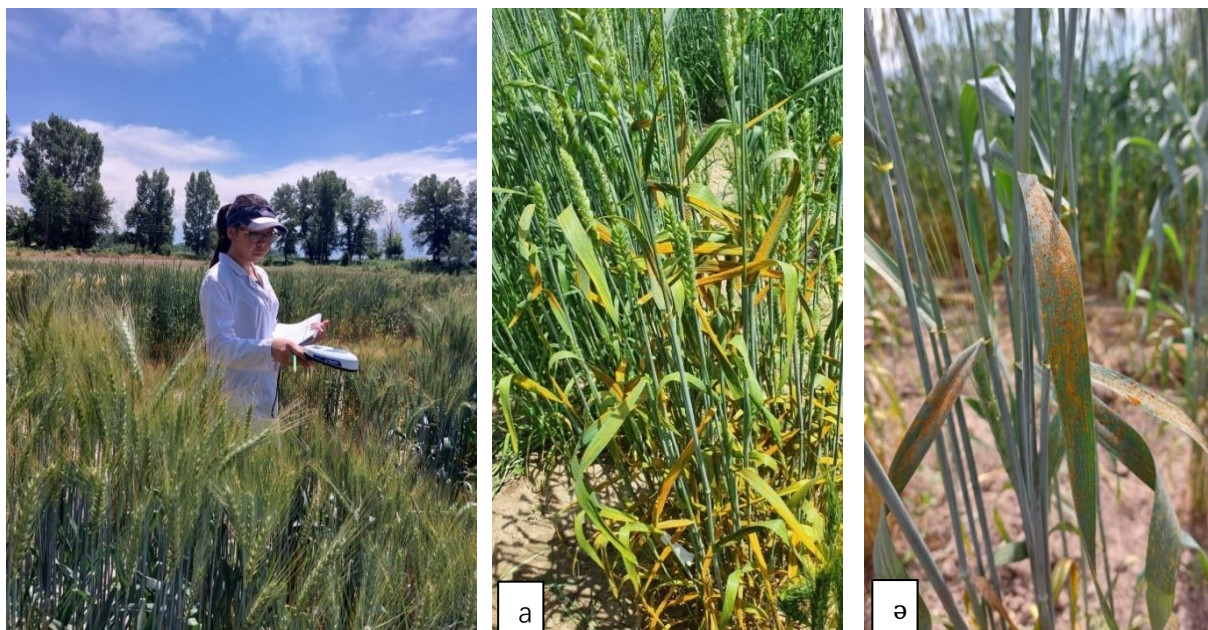
Күздік бидайдың жергілікті сортүлгілері: Alatau; Alikhan; Zhadyra; Konditerskaya; Reke; Ybileinaya 60 және шетелдік сортүлгілер: Jayhun; Jasmina; Zimnica; Pamyat; Polovchanka; Ezoz; Xosildor; Yanbosh; Kamol; Dorade-5/3/Progr; Gratsia; Petr, жасанды індет аясында сары тат (*Puccinia striiformis*) қоздырғышына төзімділігімен ерекшеленді.

Зерттеудегі сортүлгілердің қоңыр тат (*Puccinia triticina*) қоздырғышына қарсы иммунологиялық көрсеткіштері біршама төмен болды. Бұл табиғи-климаттық жағдайлар және дақыл мен қоздырғыштың геномдық құрылымының ерекшеліктеріне байланысты. Сонымен, сары тат ауруына күздік бидай материалының 60,5%-ы төзімсіз болса, ал қоңыр татпен 95% - ы залалданды.

Тат қоздырғыштарына аса сезімтал шетелдік Morocco сортының деңгейінде (S) сары татпен (*P. striiformis*): Dordoy 16; Zhanyam; Zhiger 2014; Akterekskiy; Zernokormovaya 50 және қоңыр татпен (*P. triticina*): Alatau; Botagoz; Karabalykskaya ozimaya; Karaspan; Progress; Rausin; Mars 1; Nota; Sanzar 4; Sila; Adyr; Dank; Kairak; Ehol сортүлгілері залалданды, бұл олардың селекцияда иммунитет үшін әлсіздігін сипаттайды.

Ғылыми зерттеу негізіндегі алынған ақпарат, еліміздің астықты аймақтары үшін, ылғалды жылдары таттың қауіптілігін және соған байланысты, жоғары өнімділік пен осы қоздырғышқа төзімділікті біріктіретін, құнды сорттарды шығару қажеттілігін растайды.

Күздік бидай сортүлгілерінің иммунологиялық көрсеткіштері бойынша салыстырмалы нәтижелері көрсеткендей, 2021 және 2023 зерттеу жылдарымен салыстырғанда, 2022 жылдың вегетациялық кезеңіндегі ауа-райы жағдайы тат қоздырғыштары үшін қолайлы болды (сурет 2). Сонымен, зерттеу материалының сары татпен (*P. striiformis*) зақымдану дәрежесі 2021 және 2023 жылдары 15MS-ке дейін барса, ал 2022 жылы 70S дейін ауру тарап, дамыды. Ал қоңыр тат (*P. triticina*) қоздырғышымен ауру дәрежесі, зерттеу жылдары (2021-2023), 5R - 60S аралығында өзгеріп отырды. Бір аймақ жағдайында сортүлгілер арасындағы төзімділіктің әртүрлілігі, табиғи-климаттық жағдайдың ерекшеліктерімен өсімдіктің генетикалық құрылымы және патогендік популяцияға байланысты екені белгілі [18].



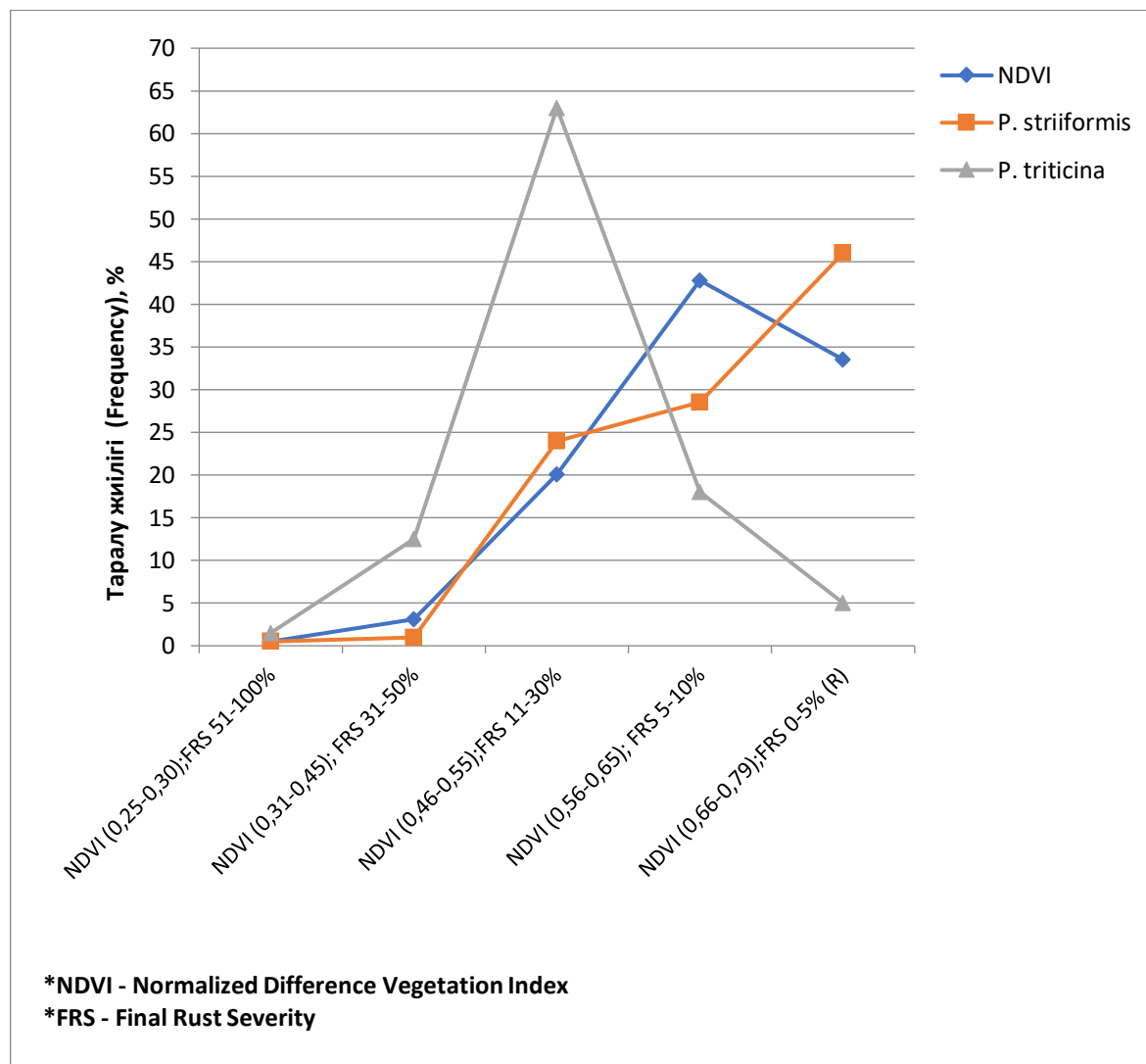
Сурет 2 – Жасанды індет аясындағы егістік жағдайында иммунологиялық зерттеулер:
а - сары тат (*P. striiformis* f. sp. *tritici*); ә - қоңыр тат (*P. triticina* f. sp. *tritici*) (© суреттер:
С. Б. Дубекова, 2022-2023).

Соңғы онжылдықта, тат қоздырғыштарына қолайлы жылдары, астық өсіруші елдерде, індеттің эпифитотиялық дамуы орын алған. *P. striiformis* қоздырғышының мутацияланған патотиптері Еуропа, Африка, Орталық Азия елдерінде табылған. 2016 жылы ертерек Ауғанстанда таралған сары таттың AF2012 штаммы Эфиопия мен Өзбекстанда анықталып, онда мыңдаған гектар бидай егісі залалданған [5]. Тат ауруымен күресу үшін тиімді фунгицидтер мен төзімді сорттардың қалыптастырылып жатқанына қарамастан, бұл қоздырғыштың агрессивті патотиптері астық өсіретін елдерде бидай өндірісіне қауіп төндіруде. Әр түрлі географиялық аймақ сорттарының төзімділігін сипаттап, ауру қоздырғыштарының қозғалысы мен вируленттілігін бағалау үшін, бірлескен халықаралық ынтымақтастық пен жүйелі бақылаулар қажет.

Зерттеу кезеңінде, жасанды індет аясында, сортүлгілердің NDVI (Normalized difference vegetation index) көрсеткіші қоса анықталды. Негізгі мақсат дақылдың вегетация кезеңінде, индекс мәндері мен аурумен залалдану көрсеткіштеріндегі өзгерістерді бақылау. Жасанды індет аясы жағдайында, күздік бидай сортүлгілері, аурудың зақымдану дәрежесі (%) мен NDVI индексінің мәні бойынша 5 топқа бөлініп, зерттеу материалында әр көрсеткіштің таралу жиілігі талданды (сурет 3). NDVI индексінің мәндері бойынша, аурудың дамуының бастапқы кезеңінде ерекше өзгерістер байқалған жоқ. Вегетация кезінде қоздырғышпен зақымдану дәрежесінің жоғарылауымен NDVI индексте өзгерістер орын ала бастады. Негізінен фитопатогендердің түрлеріне байланысты көрсеткіштердің таралу жиілігінде айырмашылықтар орын алуы байқалды. Сонымен, қоңыр татпен салыстырғанда, 5-10% дәрежесімен зақымданған сортүлгілер көлемі сары татта басым болды және сол деңгейде

сортүлгілердің көп бөлігі NDVI мәндері 0,56-0,65 деңгейінде болған. Кейінірек, қоңыр тат қоздырғышының дамуы кезінде, зерттеу материалының көп бөлігі төзімсіздік реакциясын көрсетіп, сортүлгілердің NDVI мәндері 0,46-0,55 деңгейіне түскен.

Жалпы, жаппай ауру дамыған кезде ($\geq 30\%$), NDVI индекс мәндері 0,79-дан 0,30-ға дейін төмендеуі және одан әрі 0,25-ке дейін күрт төмендеуі анықталды. Алайда, ауру қоздырғыштары дамуының орта сатысында кейбір өсімдіктерде NDVI индекс мәндерінің жоғары көрсеткіште тұруы, фотосинтетикалық белсенділіктің артуына тән, яғни генетикалық құрылымдағы төзімділікпенде байланысты.



Сурет 3 – Жасанды індет аясында, күздік бидай сортүлгілеріндегі тат қоздырғыштарымен залалдану дәрежесінің вариациясы мен NDVI индексінің жиілігі

Ауруға төзімділіктің қалыптасуы кезінде, өсімдіктегі физиология-биохимиялық заңдылықтарын зерттеуде, заманауи NDVI әдістерін қолдану отандық және шетелдік ғалымдардың жұмыстарынан көрініс табады [19, 20]. Дегенмен, NDVI индекс мәндерінің өсу немесе төмендеу сипаты және өсімдіктегі аурулардың ағымымен байланысын одан әрі зерттеу маңызды.

Дегенмен, жергілікті селекцияны және гендік қордағы коллекцияны жыл сайынғы зерттеу, бұрын татқа төзімді деп белгіленген сорттар мен линиялар, қазір жасанды індет аясы жағдайында, залалдану дәрежесі 10-70%-ға дейін ауыратыны анықталуда. Сорттар мен линияларда ауруға төзімділіктің жоғалуы, жаңа вирулентті тат патотиптерінің пайда болуымен байланысты екені белгілі [1,13]. Осыған байланысты үздіксіз селекция үрдісінде,

иммунологиялық ғылыми-зерттеу жұмыстары өзекті болып табылады. Генетикалық тұрғыда төзімділігі жақсартылып және зерттеу нысаны далалық – тәжірибелік жағдайда тексерілуі қажет. Жүргізілген ғылыми зерттеу жұмысы: 1) климаттың жаһандық өзгеру жағдайында, ауру қоздырғыш патотиптерінің мутацияға ұшырау үрдісіне байланысты, отандық және шетелдік сортұлгілер жиынтығын мақсатты иммунологиялық бағалау; 2) дәнді дақылдардың құнды гендік қорын толықтыруға арналған, ауруға төзімді жаңа генотиптерді іріктеп алу; 3) жоғары иммунологиялық әлеуеті бар генотиптерді селекцияға ұсыну, моделіне негізделген.

Қорытынды

Қорыта келгенде, жасанды індет аясы жағдайында, күздік бидай сортұлгілерінің 60,5%-ы сары тат (*Puccinia striiformis*) қоздырғышына, ал 95%-ы қоңыр тат қоздырғышына (*Puccinia triticina*) төзімсіздік реакциясын көрсетті. Зерттеудегі күздік бидай материалының арасынан бөлініп шыққан төзімді (R) сортұлгілер көлемі: сары тат қоздырғышына - 39,5% және қоңыр тат қоздырғышына - 5% құрайды. Іріктелген төзімді сортұлгілер селекцияға иммунитетке бағытталған құнды генотип ретінде ұсынылады.

Қаржыландыру. Ғылыми зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі қаржыландыратын бағдарлама (BR10765017; 2021-2023жж.) аясында жүзеге асырылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Койшыбаев М.К. Болезни пшеницы [Текст]/ М.К. Койшыбаев // Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), Анкара. 2018. -365 с.
2. Койшыбаев М. К. Роль устойчивых к болезням сортов в интегрированной защите пшеницы [Текст]/ М. К. Койшыбаев // Защита и карантин растений №3, Россия. 2010. – С. 30-33.
3. Chen X.M. Epidemiology and control of stripe rust [*Puccinia striiformis* f. sp. tritici] on wheat [Текст]/ X.M.Chen // Can. J. Plant Pathol., 2005, vol. 27, 314-317. <https://doi.org/10.1080/07060660509507230>
4. Lyon B., Broders K. Impact of climate change and race evolution on the epidemiology and ecology of stripe rust in central and eastern USA and Canada [Текст]/ B., Lyon, K. Broders // Can. J. Plant Pathol., 2017 Vol. 39, No. 4, 385–392, <https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1368713>
5. Hovmoller M.S. New races caused epidemics of yellow rust in Europe, East Africa and Central Asia in 2016. [Online source]. Available at: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/410357/> (02.02.2017)
6. Solh M. The growing threat of stripe rust worldwide Borlaug Global Rust Initiative [Текст]/ M. Solh, K. Nazari, W. Tadesse and C.R. Wellings // Technical Workshop Proceedings. global rust.org 1–4 September 2012, Beijing, China. pp.1-10 ISBN: 13:978-0-615-70429-6. https://globalrust.org/sites/default/files/posters/solh_2012.pdf
7. Hovmøller M.S., Algaba J. R., Thach T., Justesen A.F., Hansen J.G. Report for *Puccinia striiformis* race analyses and molecular genotyping 2017 [Текст]/ M.S. Hovmøller, J. R. Algaba, T. Thach, A.F. Justesen, J.G. Hansen // Global Rust Reference Center (GRRC), Aarhus University, Flakkebjerg, DK- 4200 Slagelse, Denmark. [Online source]. Available at: https://agro.au.dk/fileadmin/Summary_of_Puccinia_striiformis_race_analysis_2017.pdf
8. Li Z. F. Overview and application of QTL for adult plant resistance to leaf rust and powdery mildew in wheat [Текст]/ Z. F. Li, C. X. Lan, Z. H. He, R. P. Singh, G. M. Rosewarne, X.M. Chen, and X.C. Xia // **Crop Sci.** (2014) 54:1907-1925. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.02.0162>
9. McIntosh, R. A. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement [Текст]/ R. A. McIntosh, J. Dubcovsky, W. J. Rogers, C. Morris, and X. C. Xia // <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf>
10. Дубекова С.Б. Анализ состояния устойчивости озимой пшеницы к желтой ржавчине в условиях юго-востока Казахстана [Текст]/ С.Б.Дубекова, А.К.Есеркенов, А.А.Ыдырыс, А. Куресбек // Изденістер, нәтижелер — Исследования, результаты, - Алматы, 2020. – №4 – С. 214-220.

11. Ydyrys, A. Isogenic lines: Reaction to the Kazakhstan population of stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) [Текст]/ A.Ydyrys, A.Sarbaev, A.Morgounov, S. Dubekova&V. Chudinov //AGRIVITA Journal of Agricultural Science, 2021. 43(1), 221-232. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v43i1.2798>
12. Есимбекова М.А. Генетические ресурсы в селекции пшеницынаустойчивостьктвердойголове [Текст]/ М.А. Есимбекова, К.Б. Мукин, А.И. Абугалиева, К. Абдрахманов, С. Дубекова,А.И. Моргунов //Аграрнаянаука. 2019; (1): 22-26.<https://doi.org/10.32634/0869-B 155-2019 -326-1-22-26>
13. DubekovaS.B. Immunological Characteristics of Winter Wheat Lines with Resistance to Rust Diseases in Kazakhstan [Текст]/ S.B. Dubekova, A.T. Sarbaev, A.A. Ydyrys, A.K. EserkenovandSh.O. Bastaubaeva // OnLine Journal of Biological Sciences, 2021, 21 (4):356.365 <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.356.365>
14. Roelfs, A. P. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management [Текст]/ A. P. Roelfs, R. P. Singh and E. E. Saari // D.F.: CIMMYT. Mexico, 1992. 81 p. <http://hdl.handle.net/10883/1153>
15. [Rust scoring guide.CIMMYT. 1986. http://hdl.handle.net/10883/1109](http://hdl.handle.net/10883/1109)
16. Peterson R.F.A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals [Текст]/ R.F.Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah // Can. J. Res. Sect., 1948. V. 26. P. 496–500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>
17. Chu Ch.D. Sensitivity of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to seasonal and Interannual climate conditions in the Lhasa area [Текст]/ Ch.D. Chu,L. Lu, T. Zhang // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. – 2007. – Vol. 79, №4 (39). – P. 635-641.
18. Tuo Qi. Stripe Rust Effector PstGSRE1 Disrupts Nuclear Localization of ROS-Promoting Transcription Factor TaLOL2 to Defeat ROS-Induced Defense in Wheat [Текст]/ Jia Guo, Peng Liu, Fuxin He, Cuiping Wan, Md Ashraf Islam, Brett M.Tyler, Zhensheng Kang, Jun Guo // Molecular Plant. Vol.12(12). 2019. 1624-1638 <https://doi.org/10.1016/j.molp.2019.09.010>
19. Кумарбаева М.Т.Идентификация источников устойчивости к желтой ржавчине (*Puccinia striiformis Westend* f. sp. *tritici*) пшеницы в коллекции озимых образцов [Текст]/ Кумарбаева М.Т., Кохметова А.М., Ж.С. Кеишилов., А.А. Малышева, А.А. Болатбекова // Изденістер, нәтижелер — Исследования, результаты, - Алматы, 2023. – №2 (98) – С.89-101<https://doi.org/10.37884/2-2023/09>
20. A. Arora.Quantifying stripe rust reactions in wheat using a handheld NDVI remote sensor [Текст]/ A. Arora, R.K. Sharma, M.S. Saharan, K. Venkatesh, N. Dilbaghi, I. Sharma and R. Tiwari //BGRI2013TechnicalWorkshopProceedings. NewDelhi,India.

References

1. Kojshybaev M. K. Bolezni pshenitsy [Tekst]/ M. K. Kojshybaev // Prodoval'stvennaya i sel'skokhozyajstvennaya organizatsiya OON (FAO), Ankara. 2018. - 365 s.
2. Kojshibaev M. K. Rol' ustojchivykh k bolezniam sortov v integrirovannoj zashhite pshenitsy [Tekst]/ M. K. Kojshibaev // Zashhita i karantin rastenij №3, Rossiya. 2010. – S. 30-33.
3. Chen X.M. Epidemiology and control of stripe rust [*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*] on wheat [Tekst]/ X.M.Chen // Can. J. Plant Pathol., 2005, vol. 27, 314-317.<https://doi.org/10.1080/07060660509507230>
4. Lyon B., Broders K. Impact of climate change and race evolution on the epidemiology and ecology of stripe rust in central and eastern USA and Canada [Tekst]/ B., Lyon, K.Broders // Can. J. Plant Pathol., 2017 Vol. 39, No. 4, 385–392, <https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1368713>
5. Hovmoller M.S. New races caused epidemics of yellow rust in Europe, East Africa and Central Asia in 2016. [Online source]. Available at: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/410357/> (02.02.2017)
6. Solh M. The growing threat of stripe rust worldwide Borlaug Global Rust Initiative [Tekst]/ M. Solh, K. Nazari, W. Tadesse and C.R. Wellings // Technical Workshop Proceedings. global rust.

org 1–4 September 2012, Beijing, China. pp.1-10 ISBN: 13:978-0-615-70429-6.
https://globalrust.org/sites/default/files/posters/solh_2012.pdf

7. Hovmøller M.S., Algaba J. R., Thach T., Justesen A.F., Hansen J.G. Report for Puccinia striiformis race analyses and molecular genotyping 2017 [Tekst]/ M.S. Hovmøller, J. R. Algaba, T. Thach, A.F. Justesen, J.G. Hansen // Global Rust Reference Center (GRRC), Aarhus University, Flakkebjerg, DK- 4200 Slagelse, Denmark. [Online source]. Available at: https://agro.au.dk/fileadmin/Summary_of_Puccinia_striiformis_race_analysis_2017.pdf

8. Li Z. F. Overview and application of QTL for adult plant resistance to leaf rust and powdery mildew in wheat [Tekst]/ Z. F. Li, C. X. Lan, Z. H. He, R. P. Singh, G. M. Rosewarne, X.M. Chen, and X.C. Xia // **Crop Sci.** (2014) 54:1907-1925. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.02.0162>

9. McIntosh, R. A. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement [Tekst]/ R. A. McIntosh, J. Dubcovsky, W. J. Rogers, C. Morris, and X. C. Xia // <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf>

10. Dubekova S.B. Analiz sostoyaniya ustojchivosti ozimoy pshenitsy k zheltoj rzhavchine v usloviyakh yugo-vostoka Kazakhstana [Tekst]/ S.B. Dubekova, A.K. Eserkenov, A.A. Ydyrys, A. Kuresbek // Izdenister, nәtizheler — Issledovaniya, rezul'taty, - Almaty, 2020. – №4 – S. 214-220.

11. Ydyrys, A. Isogenic lines: Reaction to the Kazakhstan population of stem rust (Puccinia graminis f. sp. tritici) [Tekst]/ A. Ydyrys, A. Sarbaev, A. Morgounov, S. Dubekova & V. Chudinov // AGRIVITA Journal of Agricultural Science, 2021. 43(1), 221-232. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v43i1.2798>

12. Esimbekova M.A. Geneticheskie resursy v selektsii pshenitsy na ustojchivost' kverdoj golovne [Tekst]/ M.A. Esimbekova, K.B. Mukin, A.I. Abugalieva, K. Abdrakhmanov, S. Dubekova, A.I. Morgounov // Agrarnaya nauka. 2019; (1): 22-26. <https://doi.org/10.32634/0869-B155-2019-326-1-22-26>

13. Dubekova S.B. Immunological Characteristics of Winter Wheat Lines with Resistance to Rust Diseases in Kazakhstan [Tekst]/ S.B. Dubekova, A.T. Sarbaev, A.A. Ydyrys, A.K. Eserkenov and Sh.O. Bastaubaeva // OnLine Journal of Biological Sciences, 2021, 21 (4):356-365 <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.356.365>

14. Roelfs, A. P. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management [Tekst]/ A. P. Roelfs, R. P. Singh and E. E. Saari // D.F.: CIMMYT. Mexico, 1992. 81 p. <http://hdl.handle.net/10883/1153>

15. [Rust scoring guide. CIMMYT. 1986. http://hdl.handle.net/10883/1109](http://hdl.handle.net/10883/1109)

16. Peterson R.F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals [Tekst]/ R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah // Can. J. Res. Sect., 1948. V. 26. P. 496–500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>

17. Chu Ch.D. Sensitivity of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to seasonal and Interannual climate conditions in the Lhasa area [Tekst]/ Ch.D. Chu, L. Lu, T. Zhang // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. – 2007. – Vol. 79, №4 (39). – P. 635-641.

18. Tuo Qi. Stripe Rust Effector PstGSRE1 Disrupts Nuclear Localization of ROS-Promoting Transcription Factor TaLOL2 to Defeat ROS-Induced Defense in Wheat [Tekst]/ Jia Guo, Peng Liu, Fuxin He, Cuiping Wan, Md Ashraf Islam, Brett M. Tyler, Zhensheng Kang, Jun Guo // Molecular Plant. Vol.12(12). 2019. 1624-1638 <https://doi.org/10.1016/j.molp.2019.09.010>

19. Kumarbaeva M.T. Identifikatsiya istochnikov ustojchivosti k zheltoj rzhavchine (Puccinia striiformis Westend f. sp. tritici) pshenitsy v kolleksii ozimyx obraztsov [Tekst]/ Kumarbaeva M.T., Kokhmetova A.M., Zh.S. Keishilov., A.A. Malysheva, A.A. Bolatbekova // Izdenister, nәtizheler — Issledovaniya, rezul'taty, - Almaty, 2023. – №2 (98) – S.89-101 <https://doi.org/10.37884/2-2023/09>

20. A. Arora. Quantifying stripe rust reactions in wheat using a handheld NDVI remote sensor [Tekst]/ A. Arora, R.K. Sharma, M.S. Saharan, K. Venkatesh, N. Dilbaghi, I. Sharma and R. Tiwari // BGR12013 Technical Workshop Proceedings. New Delhi, India.

С.Б. Дубекова*, А.Т. Сарбаев, М.А.Есимбекова, А.К.Есеркенов

Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,
Алматы, Казахстан. funny.kind@mail.ru*, kizamans2@mail.ru, minura.esimbekova@mail.ru,
ajs-eserkenov@mail.ru

**ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ РЖАВНИЦЫ (*P. STRIIFORMIS* F. SP.
TRITICI; *P. TRITICINA* F. SP. *TRITICI*)**

Аннотация

В условиях глобального изменения климата, происходят географическое изменение ареала развития и распространения наиболее опасных возбудителей зерновых культур, в следствии возрастает вредоносность эпидемий. В таком случае важна борьба с фитопатогенами желтой ржавчины (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) и бурой ржавчины (*P. triticina* f. sp. *tritici*) — основных видов болезней на полях озимой пшеницы в юго - восточном Казахстане. В годы, благоприятные для развития фитопатогенов, наблюдается резкое снижение урожайности колосков и качества зерна. Новые агрессивные виды возбудителей делают большинство высокопотенциальных, ценных сортов зерновых культур уязвимыми к возбудителю. С целью определения иммунологической ценности сортов озимой пшеницы в селекции, в 2021-2023 годах были проведены иммунологические исследования на опытной базе Казахского НИИ земледелия и растениеводства. Целенаправленной иммунологической оценке, в условиях искусственно-инфекционного фона ржавчины, подверглась коллекция из 200 отечественных и зарубежных сортов озимой пшеницы. Искусственные заражения проводились с использованием популяций уредоспор желтой ржавчины (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) и бурой ржавчины (*P. triticina* f. sp. *tritici*). Проанализирована устойчивость озимой пшеницы к ржавчине, в условиях юго-востока Казахстана. Описана реакция устойчивости ценных сортов к возбудителям ржавчины. Наибольшую иммунологическую ценность для селекции имеют устойчивые к болезням сорта, отобранные в результате иммунологической оценки.

Актуальность научно-исследовательской работы заключается в выявлении новых источников резистентности, обусловленных изменением вирулентности патогенной структуры особо опасных возбудителей. Отбор ценных генотипов с высоким иммунологическим потенциалом и использование их в качестве нового исходного материала в селекции направлены на предотвращение эпифитотии, вызываемой фитопатогенами в полевых условиях.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, желтая ржавчина, бурая ржавчина, устойчивость, иммунитет, селекция.

S.B. Dubekova*, A.T. Sarbaev, M.A. Yessimbekova, A.K. Yesserkenov

Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almaty, Kazakhstan. funny.kind@mail.ru*, kizamans2@mail.ru, minura.esimbekova@mail.ru,
ajs-eserkenov@mail.ru

**IMMUNOLOGICAL ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF WINTER WHEAT
TO THE RUST DISEASE (*P. STRIIFORMIS* F. SP. *TRITICI*; *P. TRITICINA* F. SP. *TRITICI*)**

Abstract

Under the conditions of global climate change, there is a geographical change in the area of development and distribution of the most dangerous pathogens of grain crops, as a result, the harmfulness of epidemics increases. In this case, it is important to control the phytopathogens of yellow rust (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) and leaf rust (*P. triticina* f. sp. *tritici*), the main types of diseases in the fields of winter wheat in southeastern Kazakhstan. In years favorable for the development of phytopathogens, there is a sharp decrease in the yield of spikelets and grain quality. New aggressive types of pathogens make most high-potential, valuable varieties of grain crops vulnerable to the pathogen. In order to determine the immunological value of winter wheat varieties in breeding, in 2021-2023, immunological studies were carried out on the experimental basis of the

Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing. A collection of 200 domestic and foreign varieties of winter wheat was subjected to a targeted immunological assessment, under conditions of an artificially infectious background of rust. Artificial infestations were carried out using yellow rust (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) and leaf rust (*P. triticina* f. sp. *tritici*) uredospore populations. The resistance of winter wheat to rust was analyzed in the conditions of the south-east of Kazakhstan. The reaction of resistance of valuable varieties to rust pathogens is described. Disease-resistant varieties selected as a result of immunological evaluation have the greatest immunological value for breeding.

The relevance of research work lies in identifying new sources of resistance caused by changes in the virulence of the pathogenic structure of particularly dangerous pathogens. The selection of valuable genotypes with high immunological potential and their use as new source material in breeding are aimed at preventing epiphytotics caused by phytopathogens in field conditions.

Key words: winter wheat, variety, yellow rust, leaf rust, resistance, immunity, breeding.

МРНТИ 68.35.57

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2023/14>

А.Апушев¹, Б.Юсупов², Н.Салыбекова^{1*}, Б.Тойжигитова¹, А.Мамадалиев¹, А.Мамбаева³

¹ Международнй казахско-турецкй университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан, apushev-ak@mail.ru, nurdana.salybekova@ayu.edu.kz*, bayan.toijigitova@ayu.edu.kz, annnvar@bk.ru

² Туристическй комплекс Каравансарай, Международнй казахско-турецкй университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан, b.yussupov@mail.ru

³ Евразийскй технологическй университет, Алматы, Казахстан, a.mambaeva@etu.edu.kz

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ДИКОРАСТУЩИХ ВИДОВ ТЮЛЬПАНА В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТУРКЕСТАНА

Аннотация

В предлагаемой статье приведены предварительные результаты интродукционного исследования дикорастущих видов тюльпана в субаридных условиях Ботанического сада Международного казахско-турецкого университета имени Х.А.Ясави. Посадочный материал пяти дикорастущих видов тюльпана охарактеризован по величине луковиц (разбор), полевой всхожести, динамике роста, развития и цветения. В первый год вегетации кроме *Tulipa turkestanica* другие виды зацвели, образовали семена, что свидетельствует об успешности интродукции изучаемых дикорастущих видов тюльпана в субаридных условиях Туркестана. По результатам исследовательской работы можно предположить, что представленные виды диких тюльпанов могут быть донорами особенно ценных селекционных признаков.

На успех интродукции видов тюльпанов влияют почва, климатические условия и видовые характеристики. В Туркестанской области самые благоприятные условия для интродукции дикорастущих видов тюльпанов. В Туркестане в 2023 году работы по восстановлению роста диких видов тюльпанов начались в начале февраля. В зависимости от вида, в изученном виде максимальный прирост растений *Tulipa orthopoda* за сутки достигает 1,0 см, минимальный составляет 0,36 см, а у вида *Tulipa turkestanica* – 0,26 см. Наиболее интенсивный рост почти всех видов наблюдается до первой декады 3-го месяца.

Размер луковиц - это уникальная характеристика, влияющая на всхожесть участка однолетнего растения, высоту растения, динамику цветения и особенности вида, которые следует учитывать при селекции. Результаты исследования позволяют предположить, что изучаемые виды диких тюльпанов могут быть донорами с ценными селекционными