

Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті

ӘӨЖ: 632.1: 632.3/4

Қолжазба құқығында

**БАКИРОВ СЕРІК БАКИРҰЛЫ**

**Қазақстанның оңтүстік – шығыс жағдайларына бейімделген  
бидайдың қатты қара күйеге (*Tilletia spp.*) төзімді генотиптерін  
идентификациялау**

8D05101 – Биология

Философия докторы (PhD)  
дәрежесін алу үшін дайындаған диссертация

Отандық ғылыми кеңесшілері  
Маденова А.К. PhD докт.  
Ғалымбек Қ. PhD докт.,  
қауым. проф. м.а.  
Шетелдік ғылыми кеңесші  
Kadir Akan (Turkey)  
PhD докт., қауым. проф.

Қазақстан Республикасы  
Алматы, 2023

## МАЗМҰНЫ

<b>НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР</b> .....	3
<b>АНЫҚТАМАЛАР</b> .....	4
<b>БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР</b> .....	6
<b>КІРІСПЕ</b> .....	7
<b>1 БИДАЙ ЖӘНЕ ҚАТТЫ ҚАРА КҮЙЕ АУРУЫНА СИПАТТАМА</b> .....	13
1.1 Бидай дақылының шаруашылықтағы маңызы.....	13
1.2 Бидайдың қара күйе аурулары және олардың түрлері, зерттелу тарихы.....	15
1.3 Әлемде <i>Tilletia caries</i> (D.C.) Tul. және <i>Tilletia levis</i> (J.G.) Kühn. патогендерінің географиялық аймақтарда таралуы және олардың биологиялық ерекшеліктері.....	16
1.4 Қатты қара күйе ауруымен күресудің жолдары.....	22
1.5 Қатты қара күйеге төзімділік селекциясында маркерлік технологияны қолданудың маңызы.....	30
<b>2 ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ</b> .....	33
2.1 Зерттеу нысаны және әдістері.....	33
2.2 Зерттеу жүргізілген аймақтың климаттық жағдайына сипаттама.....	44
<b>3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ</b> .....	51
3.1 Бидай үлгілерінің қатты қара күйеге ( <i>Tilletia caries</i> (D.C.) Tul.) төзімділігі .....	51
3.1.1 Жасанды індеттік ортада қазақстандық бидай сорттарының <i>Tilletia caries</i> (D.C.) Tul. патогеніне төзімділігі.....	51
3.1.2 Жасанды індеттік ортада шетелдік бидай үлгілерінің қатты қара күйеге төзімділігін сынау.....	56
3.2 ПТР талдау негізінде бидай үлгілерінен қатты қара күйеге ( <i>Tilletia caries</i> (D.C.) Tul.) төзімді <i>Vt</i> -ген көздерін идентификациялау.....	63
3.2.1 Қазақстандық бидай сорттарынан қатты қара күйеге төзімді <i>Vt</i> – ген көздерін идентификациялау.....	63
3.2.2 Шетелдік бидай үлгілерінен <i>Tilletia caries</i> (D.C.) Tul. қоздырғышына төзімді <i>Vt</i> -ген көздерін идентификациялау.....	68
3.3 Бидай үлгілерінің биомасса индекс (NDVI) көрсеткішін есептеу.....	78
3.3.1 Қазақстандық бидай сорттарының биомасса индекс көрсеткіштерін анықтау.....	78
3.3.2 Шетелдік бидай үлгілерінің биомасса индекс көрсеткішін есептеу..	82
3.4 Бидай үлгілерінің құрылымдық белгі көрсеткіштеріне талдау.....	90
3.4.1 Қазақстандық бидай сорттарының құрылымдық белгілерін талдау..	90
3.4.2 Шетелдік бидай үлгілерінің құрылымдық белгілерін талдау.....	98
<b>ҚОРЫТЫНДЫ</b> .....	110
<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ</b> .....	112
<b>ҚОСЫМШАЛАР</b> .....	124

## НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесідей мемлекеттік үлгі қалыптарға сілтемелер жасалды:

Қазақстан Республикасының Заңы. Ғылым туралы: 2011 жылдың 18 ақпанда, №407-IV ҚРЗ қабылданған.

МЕМСТ 7.1-2003. Библиографиялық жазба. Құрастырудың жалпы талаптары мен ережелері.

МЕМСТ 7.32-2001. Ғылыми-зерттеу жұмысы туралы есеп. Құрылым және рәсімдеу ережелері

МЕМСТ 7.32-2001. (2006 жылы өзгеріс енгізілген). Ғылыми-зерттеу жұмысына есеп беру. Құрылымы мен безендіру ережелері.

МЕМСТ 6.38-90. Бірыңғай құжаттама жүйелері. Ұйымдастыру-құжаттама жүйелері. Құжаттарды рәсімдеуге қойылатын талаптар.

МЕМСТ 21507 – 81. Анықтаулар мен терминдер.

МЕМСТ 10842-89. 1000 дәннің массасын анықтау стандарты

## АНЫҚТАМАЛАР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі терминдерге сәйкес анықтамалар қолданылған:

**Қатты қара күйе** – *Basidiomycetes* класына, *Teliobasidiomycetidae* клас тармағына, *Ustilaginales* қатарына, *Tilletiaceae* тұқымдасына, *Tilletia* туысына жататын қара күйе қоздырғыштарының бір түрі.

**Vt ген** – қатты қара күйе ауруына төзімділік танытатын өсімдік бойындағы тұқымқуалайтын бірлік.

**Сорт** – тұқым қуалау арқылы берілген белгілі бір морфологиялық, биологиялық және шаруашылықтық құнды белгілері мен қасиеттері бар, селекция жолымен алынған мәдени өсімдіктердің жиынтығы;

**Жұмсақ бидай** – *Poaceae* астық тұқымдасы (қоңыр бастар тұқымдасы), *Triticum* туыстығына жататын өсімдік түрі (*T. aestivum* L.).

**Коммерциялық (бағалы) сорт** – белгілі бір елде (аймаққа) егуге рұқсат етілген сорт;

**Ауруға төзімді** – бұл өзінде кейбір сорттағы (кейде түрдегі) өсімдіктердің ауруларға не зиянкестерге шалдықпайтын, не болмаса олар өзге сорттарға (түрлерге) қарағанда аз мөлшерде шалдығатын жағдай;

**Төзімділік** – өсімдіктің зиянды ағзаларға және қоршаған ортаның қолайсыз факторларына қарсы тұруға қабілеттілігі;

**Төзімсіздік** – өсімдіктің патогеннің зақымдануына және ұлпада таралуына қарсы тұра алмауы;

**Ие-өсімдік** – паразиттік ағзалардың қоныстану және көбею ортасы болып табылатын тірі өсімдік;

**ДНҚ–маркерлер немесе молекула–генетикалық маркерлер** – түрлі генотиптерді, дербестерді, тұқымдарды, сорттарды, желілерді салыстыру кезінде белгілі бір генге не хромосоманың өзге кез келген бөлігіне арнап, ДНҚның нуклеотидтік реттілігі деңгейінде молекулалық биология әдістерімен анықталатын полиморфты белгі;

**Вируленттілік (пәрменділік)** – ие – өсімдіктегі төзімділік генін жеңетін, патогеннің арнайы қабілеттілігі;

**Эпифитотия** – патогеннің кең таралып, қатты дамуы;

**Фитопатологиялық баға беру** – өсімдіктердің фитопатогендерге шалдығуын анықтып, зиянды аурулармен заманауи түрде күресуді көздейді;

**Marker Assisted Selection (MAS)** – маркерлер арқылы селекция;

**Залалдану деңгейі** – зақымданған өсімдікте індеттің таралуын пайыз арқылы анықтайтын көрсеткіш;

**Тиімді төзімділік гені** – індеттік ортада патогеннің популяциясына немесе патотиптеріне (расаларына) қарсы тұра алатын белгілі төзімділік гені;

**Амплификация** – ДНҚ – ның белгілі бір аймағының қосымша көшірмелері түзілу үрдісі;

**Генетикалық талдау** – организмнің тұқым қуалау қасиеттерін зерттеу әдістерінің жиынтығы.;

**Геном** – өздерінде орналасқан гендерімен қоса хромосомалардың гаплоидтық жиынтығы;

**Ген** – геномда немесе хромосомада белгілі бір орын алып, организмде белгілі бір қызмет атқарылуын қадағалайтын, тұқымқуалаушылық ақпараттарының бірлігі;

**Дезоксирибонуклеин қышқылы (ДНК)** – барлық тірі организм клеткаларының ядросында, бактериялардың хромосомасында, көптеген вирустардың құрамында генетикалық ақпаратты сақтайтын, жоғарғы полимерлі табиғи қосылыс;

**Нуклеотид** – нуклеозидтің фосфорлы эфирі. 3' – немесе 5' – углеродты атомдарда гидроксильдік тобы бойынша рибоза (немесе дезоксирибоза) байланысқан табиғи нуклеотидтердегі фосфор қышқылының қалдығы;

**Полимеразды тізбекті реакция (ПТР)** – белгілі бір нуклеотидті тізбектің миллиондаған көшірмесін тез арада (бірнеше сағат ішінде) *in vitro* көбейтіп алуға мүмкіндік беретін, нуклейн қышқылдары фрагментін амплификациялау әдісі;

**Электрофорез** – электрлік алаңда электрмен зарядталған молекуланың бөлінуі;

**Локус** – хромосомадағы белгілі бір геннің (ДНК тізбегінің) өзіне тән орны;

**Полиморфизм** – бір түрге жататын, бірақ сыртқы көрінісі жағынан айырмашылығы бар, өтпелі формалары жоқ дарабастар;

**Популяция** – биологияда, белгілі бір кеңістікте генетикалық жүйе түзетін, бір түрге жататын және көп ұрпақ бойы көбею арқылы өзін-өзі жаңғыртып отыратын ағзалар тобы;

**Праймер** – нуклеин қышқылының қысқа фрагменті (олигонуклеотид), комплементарлы ДНК немесе РНК нысаны, ДНК полимераза арқылы комплементарлы тізбекті синтездеу болып табылады (ДНК репликациясы кезінде);

**Жасанды індеттік орта** – арнайы тәлімбақ, бұл белгілі бір ауруға селекциялық мәліметтерді бағалауда жасанды залалдандыру жағдайы.

## БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

ҚазЕжӨШҒЗИ – Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты

ПТР – Полимеразалық тізбектік реакция )

R – ауруға төзімді

MR – орташа төзімді

MS – орташа төзімсіз

S – төзімсіз

°C – Цельсий градусы

% – пайыз

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index

KAZ – Kazakhstan

BGR – Bulgaria

HUN – Hungary

ROM – Romania

TUR – Turkey

STS – Sequence–Tagged Site

ж. н – жұп нуклеотид

## КІРІСПЕ

**Жұмыстың жалпы сипаттамасы:** Қазақстанның оңтүстік – шығыс жағдайында бидайдың қатты қара күйесіне (*Tilletia caries* (D.C.) Tul.) фитопатологиялық, генетикалық, селекциялық және молекулалық әдістерді пайдалана отырып кешенді зерттеуге бағытталған.

**Тақырыптың өзектілігі:** Дәнді дақылдар Қазақстан үшін әлеуметтік, экономикалық және стратегиялық маңызды нысандар болып табылады. Дәнді дақылдардың, атап айтқанда бидайдың алып жатқан ауданы 15,5 млн га құрайды және шамамен 17 – 18 млн тонна астық өндіріледі, оның 8 млн тоннаға жуығы Еуропа, Таяу Шығыс және Араб елдеріне экспортталады [1] Республикамыздың оңтүстік және оңтүстік–шығыс аймағында басым егілетін дәнді дақылдардың бірі – күздік бидай.

Зиянкестер мен ауруларға генетикалық төзімділікті жоғарлату, сонымен қатар агротехникалық шараларды жақсартып климаттық өзгерістерге бейімдеу азық – түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етеді [2, 3]. Бидайдың қатты қара күйесі әлемде бидай өндірісіндегі аса қауіпті биотикалық шектеулердің бірі болып табылады. Аурудың таралуының алдын алып, залалданбаған өнімдерді алу үшін, тұқымдарды фунгицидтермен өңдеу барлық жерлерде қолданылады. Заманауи препараттарды қолдану тұқымдардағы және топырақтағы спораларды тиімді жояды, дегенмен бұл әдіс қоршаған орта мен адам денсаулығына зиян келтіреді, экономикалық жағынан тиімді емес және органикалық егіншілікке жатпайды [4, 5]. Еуропада қатты қара күйенің әсерінен егін шығыны 50%–дан асты, ал кейбір жылдары бұл ауру егіннің толық жойылуына әкелді [6]. Инфекцияның ең маңызды көзі – аурумен залалданған тұқымдар. Бидайдың қара күйемен залалдануы өскін кезеңінде басталады оған инфекция үшін қолайлы салқын және ылғалды орта себепші болады. Залалданған масақтар сұрғылт – көкшіл реңді түске енеді, салмағы жеңіл болғандықтан масақтары иілмей тік тұрады, масақ дәндерін жаншыса триметиламин иісі (консервіленген шабақ тұздығының иісі) шығады. Қойшыбаев М.Қ. (2002) зерттеулерінде өңделмеген тұқым себілгенде бидай 10%–ға дейін және одан да көп залалдануға ұшырайтынын көрсетті, бұл тікелей үлкен шығын ғана емес, сонымен қатар дән сапасының айтарлықтай төмендеуіне алып келеді. Құрамында триметиламин алкалоидтары бар қатты қара күйе споралары улы қасиеттеріне байланысты адам мен ауылшаруашылығында жануарларының денсаулығына кері әсер етеді. Қатты қара күйе спораларымен залалданған дәндерді тамақ өнімі және мал азығы ретінде қолдануға болмайды [7-9]. Өнімділігі тұрақты, астық сапасы жоғары және экологиялық жағдайларға бейімделген отандық бидай сорттары инфекциялық фонда аурулармен жоғары деңгейде залалданады. Қатты қара күйенің эпифитотиясы басталған жағдайда бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығы саласына үлкен шығын әкелуі мүмкін. Аурудың басым түрде таралуы өнім түсімінің 30% және одан көп төмендеуіне соқтырады [10]. Жоғары өнім мен сапалы тұқымдарды сақтау үшін органикалық өндірушілер ауруға төзімді бидай сорттарына сүйенуі керек [11,12]. Қатты қара күйемен

күресудің ең тиімді әдісі өсімдіктерді генетикалық тұрғыдан қорғау, бұл бидайдың қатты қара күйесіне төзімді жаңа үлгілерді өндіріске енгізу арқылы іске асады. Қатты қара күйеге төзімді негізгі гендермен байланысты бірқатар молекулалық маркерлер әзірленді. Олар шаруашылық құнды белгілері бар бидай сорттарында қатты қара күйеге төзімді *Bt* – гендерін индетификациялау үшін қолданылатын болады. Төзімділік гендері бар бидай сорттары химиялық фунгицидтердің орнына ауруға қарсы күресудің балама әдісі ретінде пайдаланылады. Мұндай зерттеулердің өзектілігі ауруға қарсы қолдануға болатын бидайдың генетикалық әртүрлі төзімділік көздерін және перспективті линияларын құру қажеттілігімен түсіндіріледі.

**Зерттеу нысаны:** Зерттеу нысаны ретінде қазақстандық 50 жұмсақ бидай сорттары, 36 болгариялық, 21 венгриялық, 10 румыниялық, 15 СҮММІТ Халықаралық зерттеу орталығынан алынған түркиялық бидай үлгілері қолданылды. Бидайды қатты қара күйемен залалдау үшін Алматы облысының *Tilletia caries* (D.C.) Tul спораларының популяциясы пайдаланылды.

**Зерттеу пәні:** Микология және генетика.

**Зерттеу жұмысының мақсаты:** Алматы облысының *Tilletia caries* (D.C.) Tul популяциясына төзімді бидай үлгілерін анықтау және *Bt* – төзімділік ген көздерін идентификациялау.

**Зерттеу жұмысының міндеттері**

1. Зертханалық және танаптық жасанды індет аясында бидай үлгілерінің *Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне төзімділігін бақылау және сынау;
2. Молекулалық ПТР әдісі негізінде бидай үлгілерінен қатты қара күйеге төзімді ген (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt11*, *Bt12*) көздерін айқындау;
3. Бидай үлгілерінің онтогенез кезеңдерінде биомасса индекс көрсеткіштерін есептеу;
4. Коллекциядағы ауруға төзімді және төзімсіз бидай үлгілерінің шаруашылық – құнды белгілеріне құрылымдық талдау жүргізу;
5. Зерттеу нәтижесінде қатты қара күйеге (*Tilletia caries* (D.C.) Tul.) төзімді және өнімділігі жоғары деп іріктелген бидай үлгілерін өндіріске ұсыну.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы:** Алғаш рет молекулалық ПТР талдау әдісінің негізінде Алматы облысы жағдайында қатты қара күйеге төзімді *Bt* – ген көздері идентификацияланды. Жасанды індеттік ортада Қазастанда өндіріске егуге рұқсат етілген бидай сорттары мен шетелдік бидай үлгілерінің *Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне төзімділігі сыналып, қатты қара күйеге төзімділері анықталды.

**Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы**

Генетикалық, фитопатологиялық, морфологиялық, молекулярлық ПТР және биомасса индекс көрсеткіштерін анықтау әдістерін қолдана отырып ғылыми-теориялық маңызға ие нәтижелер алынды. Фитопатологиялық бағалау нәтижесінде 12 отандық бидай сорт ауруға жоғары төзімді деп ерекшеленді. Шетелдік бидай үлгілерінен қатты қара күйеге төзімділік танытқандары болгариялық 6 үлгі, венгриялық 9 үлгі, румыниялық 8 үлгі және СҮММІТ орталығынан алынған 7 түркиялық лини. ПТР талдау нәтижесінде Карасай



сорттың бес төзімділік генінің комбинациясы анықталды, олар *Bt8*, *Bt11*, *Bt9*, *Bt10* және *Bt12*. Ал Динара, Егемен 20, Султан 2, Қазақстанская 16 және Қазақстанская 75 сорттарында 4 ген (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt12*) комбинациясы табылды, сонымен қатар 10 сортта (Алатау, Ажарлы, Безостая 1, Жетысу, Кокбидай, Мереке 75, Наз, Султан 95, Санзар 8, Сапалы) 3 ген комбинациясы (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*) анықталды. Зерттеу нәтижесінде қатты қара күйеге төзімді және өнімділік көрсеткіштері жоғары болған Жетысу, Егемен 20, Карасай, Қызылбидай, Наз, Алмалы, Мереке 75, Жалын, Қазақстан 16 және Динара сорттары өндіріске егуге ұсынылды.

Қатты қара күйеге сыналған румыниялық бидай үлгілерінің молекулалық скринингі 2 үлгінің (02429GP-1, F08245G1) *Bt9*-геніне ие екенін көрсетті. Румыниялық F08034G1 үлгісінде 4 геннің (*Bt8*, *Bt10*, *Bt11*, *Bt12*) комбинациясы идентификацияланды. Молекулалық скрининг нәтижесінде венгриялық бидай үлгілерінен 3 үлгі (Berény, Petur, Rába ) *Bt9* және 4 үлгі (Ati, Bereny, Koros, Petur) *Bt10* ген тасымалдаушылары болды. Болгариялық бидай үлгілерінен *Bt9*-ген тасымалдаушысы болып Klara, Demetra, Zlatitsa, Todor, Korona, Milena, Pobeda және Sadovo-1 үлгілері анықталды. СИММУТ орталығының SAULESKU#26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1 және TREGO/BTYSIB//ZARGANA-6/4/AU/CO652337//2\*CA8-155/3/ бидай үлгілерінен төзімділікке жауап беретін 5 ген (*Bt8*, *Bt11*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt12*) идентификацияланды.

*Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне сыналған шетелдік бидай үлгілерінің молекулалық скринингі нәтижесінде эффективті *Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt11* және *Bt12* гендері анықталған және шаруашылық құнды белгілері жоғары болған 02429GP-1, F08245G1, F08034G1, Ati, Bereny, Koros, Petur, Berény, Petur, Rába, Klara, Demetra, Zlatitsa, Todor, Korona, Milena, Pobeda және Sadovo-1 үлгілері иммунитет селекциясына төзімді донор ретінде ұсынылды.

Зерттеу материалдары мен алынған нәтижелерді биология мамандығының студенттері ботаника саласында саңырауқұлақтар бөлімінде астық тұқымдастардың паразиті болып саналатын қара күйе ауруларын қарастыруда пайдалана алады, сонымен қатар генетика және селекция пәндерінде өсімдіктердің өнімділік сапа көрсеткіштері мен қоршаған ортаның әртүрлі стресс факторларына төзімді белгілері бойынша теориялық білімдерін жоғарлатуда қолдана алады. Зерттеу жұмысында қарастырылған мәселелерді интеграция әдісі негізінде ботаника, генетика және селекция, молекулалық биология, экология пәндерінде қолдану білім алушылардың кәсіби білімін жетілдіріп, олардың заман талабына сай, бәсекеге қабілетті, біліктілік дағдылары қалыптасқан маман болып шығуына оң әсерін береді.

### **Қорғауға ұсынылатын негізгі қағидалар**

1. Жергілікті жұмсақ бидай сорттары мен шетелдік (Болгария, Венгрия, Румыния, СИММУТ) бидай үлгілерінің табиғи және жасанды індет асында қатты қара күйеге төзімділігі сыналды.

2. Бидай үлгілерінің вегетациялық даму кезеңдерінде (масақтану, гүлдеу, сүттену) биомасса индексі (NDVI) көрсеткіштері есепке алынды. NDVI

көрсеткіштері егіс жағдайын бақылауға, потенциалды өнімді анықтауға және аурулардың әсерін анықтауға пайдаланылады.

3. Қазақстанда өндірісте егуге рұқсат етілген коммерциялық бидай сорттары мен шетелдік бидай үлгілерінің вегетациялық кезеңдерінде фенологиялық бақылау жүргізіліп, шаруашылық құнды белгілеріне құрылымдық талдау жасалды. Бидай сорттарының аурумен заладану көрсеткіштері, өнімі мен сапасын анықтайтын басқада қасиеттер вегетациялық даму кезеңдерімен тікелей байланысты. Бидай үлгілерінің шаруашылық құнды көрсеткіштерін анықтау келесідей өлшемдерді қамтиды: өсімдіктің ұзындығы, масақ ұзындығы, масақтағы масақшалар саны, басты масақтағы дән саны, басты масақтағы дәннің салмағы, 1000 дән салмағы.

4. Молекулалық әдістердің көмегімен бидай үлгілерінен *Tilletia caries* (DC.) Tul. патогеніне төзімді *Bt* – гендері айқындалды. Әлемдік деңгейде қатты қара күйеге төзімді деп *Bt* – 1, *Bt* – 2, *Bt* – 3, *Bt* – 4, *Bt* – 5, *Bt* – 6, *Bt* – 7, *Bt* – 8, *Bt* – 9, *Bt* – 10, *Bt* – 11, *Bt* – 12, *Bt* – 13, *Bt* – 14 және *Bt* – 15 ген көздері анықталған. Бірақ аталған ген көздері жер шарының барлық аймақтарында бірдей тиімді емес. Сондықтан біздің аймақта қандай ген көздерінің тиімді екенін анықтап отыру қажет.

5. Фитопатологиялық және молекулалық скрининг нәтижесінде іріктеліп алынған Жетісу, Егемен 20, Карасай, Қызылбидай, Наз, Алмалы, Мереке 75, Жалын және Қазақстан 16 сорттары өндіріске ұсынылды. Ал шетелдік Демейфа, Аиика, Садова 1, Verény, Petur, F08347G8, F06659G–1, F08034G1, F07270G2 және СУММИТ орталығынан алынған (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36),(TX87V1613/KS91WGRC11//MV182000/3/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC),(SUNR30 (GALA 2–49/(CN#133/SUNSTATE\*4)//SUNSTATE)/4/338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA–3),(KATEA–1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/F474S1–1.1, (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN–1), (SAULESKU #26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1), (TREGO/BTY SIB//ZARGANA–6/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/...), (TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/5/F10S–1//...) бидай үлгілері бидай селекциясына қатты қара күйеге төзімді донор ретінде ұсынылды.

### **Диссертация тақырыбының мемлекеттік бағдарламалармен байланысы**

Диссертациялық жұмыс «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтында» 2018–2020 жылдары ҚР БҒМ қаржыландыруымен мемлекеттік тіркеу номері AP05131091 «ДНҚ технологиялары арқылы қазақстандық және шетелдік гермоплазмадан қатты қара күйеге (*Tilletia caries* (D.C.) Tul.) төзімді *Bt* – ген тасымалдаушыларын идентификациялау және перспективті бидай линияларын құрып органикалық егіншілікке енгізу» атты ғылыми жобасы шеңберінде қатар жүргізілді.

**Жұмыстың апробациясы:** Зерттеу жұмысының нәтижелері Педагогика ғылымдарының докторы, профессор Шілдебаев Жұмәділ Бәйділдәұлының 75 жылдық мерейтойына арналған «Қазақстан тәуелсіздігінің 30 жылдығы: Орта және жоғары мектептерде биологиялық және экологиялық білім берудің өзекті мәселелері (инновация және тәжірибе)» атты халықаралық ғылыми – практикалық конференциясында (Алматы, 20–21 желтоқсан 2021 ж.), Семей зоотехникалық–малдәрігерлік институтының 70 жылдығына және ветеринария ғылымдарының докторы, профессор Тоқаев Зейнолла Қалымбекұлының 80 жылдығына арналған «Қазақстан Республикасы агроөнеркәсіп кешенінің индустриалды инновациялық дамуының жағдайы мен келешегі» атты халықаралық ғылыми–практикалық конференциясының (Семей, 21 қазан 2022 ж.) материалдарында, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің құрметті профессоры Қожантаева Жеңіс Жүнісбекқызының туғанына 80 жыл толуына орай ұйымдастырылған Жаратылыстану ғылымдарының өзекті мәселелері және биологиялық білім берудің заманауи тәсілдері атты халықаралық ғылыми-практикалық гибриді конференцияның (Алматы, 3 наурыз 2023 ж.) материалдар жинағында баяндалды.

#### **Диссертация тақырыбы бойынша басылымдар**

Диссертациялық жұмыс бойынша 11 ғылыми мақала жарияланды, оның ішінде 4 мақала Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынатын ғылыми басылымдарда, 2 мақала Қазақстан ғылыми журналдарында, 3 мақала ҚР ұйымдастырылған халықаралық ғылыми – практикалық конференция материалдарында, 2 мақала Web of Science Core Collection және Scopus базаларына кіретін журналдарда жарияланған Saudi Journal of Biological Sciences, Volume 28, Issue 5, May 2021, P. 2816–2823. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.013>, ауылшаруашылық және биологиялық ғылымдары бойынша процентилі – 90 және The Bulletin The national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Almaty, NAS RK. January – February 2021. P. 50–57. [doi.org/10.32014/2021.2518–1467.7](https://doi.org/10.32014/2021.2518-1467.7)

ҚР БҒМ білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған баспаларда: “Ғылым және білім” Жәңгір хан атындағы БҚАТУ ғылыми–практикалық журналы (№1 (2022). Б 152–162.), Bulletin of the Korkyt Ata Kyzylorda University (№ 2 (61), 2022. P 114–122.), С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы ( № 2(113), 2022. Б 217–227.), “Ғылым және білім” Жәңгір хан атындағы БҚАТУ ғылыми – практикалық журналы (№ 3–3 (68), 2022. P 105–113.).

#### **Ғылыми зерттеу нәтижелерін өндіріске ұсыну**

ПТР талдау нәтижесінде қатты қара күйеге төзімді Vt8, Vt9, Vt10, Vt11 және Vt12 гендері анықталған және өнімділігі жоғары болған Карасай, Динара, Егемен 20, Казахстанская 16, Жетысу, Мереке 75, Наз, Жалын және Алмалы сорттары *Tilletia caries* (D.C.) Tul.) патогеніне төзімділік көздері ретінде өндіріске ұсынылды. Қатты қара күйеге сыналған шетелдік бидай үлгілерінің молекулалық скринингі нәтижесінде тиімді Vt8, Vt9, Vt10, Vt11 және Vt12

гендері анықталған 02429GP–1, F08245G1, F08034G1, Ati, Bereny, Koros, Petur, Berény, Petur, Rába, Klara, Demetra, Zlatitsa, Todorá, Korona, Milena, Pobeda және Sadovo–1 үлгілері қатты қара күйеге төзімді донор ретінде ұсынылды.

### **Диссертациялық жұмыстың құрылымы және көлемі**

Диссертация жұмысы кіріспеден, негізгі бөлімнен, зерттеу нысандары мен әдістерінен, зерттеу нәтижелерінен, қорытындыдан, экономикалық тиімділіктен, өндіріске ұсыныстан тұрады. Диссертация жұмысы 16 кесте, 43 суретпен көркемделген. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 163 оның ішінде 120 әдебиет ағылшын тілінде.

**Алғыс:** Автор диссертациялық жұмыстың орындалуына көрсеткен көмегі үшін ғылыми жетекшілері PhD Маденова Айгуль Калихожаевнаға және PhD Ғалымбек Қанатқа, Ph.D. Кадир Ақанға шексіз алғысын білдіреді. Сонымен қатар, автор далалық және зертханалық тәжірибелерді жасауда көрсеткен көмектері үшін ӨББИ «Генетика және селекция» зертханасының ұжымына, Абай атындағы ҚазҰПУ, Жаратылыстану және география институтының «Биология» кафедрасының ұжымына алғысын білдіреді.

# 1 БИДАЙ ЖӘНЕ ҚАТТЫ ҚАРА КҮЙЕ АУРУЫНА СИПАТТАМА

## 1.1 Бидай дақылының шаруашылықтағы маңызы

Бүгінгі таңда бидай күріш және жүгеріден кейінгі адамның азықтануы үшін ең маңызды үш дақылдың бірі [13]. Бидай өсіру шамамен 10 000 жыл бұрын неолит кезіндегі ерте шаруашылықтан басталады. Бидайдың алғашқы сорттары диплоидты (эйнкорн) және тетраплоидты (эммер) болды. Шамамен 9,000–8,000 жыл бұрын Түркияның оңтүстік–шығысында гексаплоидты жұмсақ бидай (AABBDD) мәдени эммер (AABB) және *Aegilops tauschii* (DD) будандастыруынан шықты. Бидай алғашқы үй жағдайында өсіруге арналған азық – түлік дақылдарының бірі болды [14]. Пісіп – жетілген масақтардың беріктігі және еркін бастырылатын генотиптердің дамуы жабайы формалардан ерекшеледі [15]. Жұмсақ бидайдың (*Triticum aestivum* subsp. *aestivum*) қарқынды селекциялық қызметі шамамен 100 жыл бұрын басталды. Өнімділіктің өсуі, сондай – ақ нан пісіру қасиеттерінің жақсаруы, ауруға төзімділік және күздік формалардың дамуы жұмсақ бидайдың маңыздылығын арттырды [14,р. 24].

Қазіргі уақытта жұмсақ бидай дүние жүзіндегі бидайдың ең маңыздысы (кіші түрі), дүние жүзіндегі бидай өндірісінің шамамен 95% құрайды. Қалған 5% бөлігі макарон, кускус және булгурға арналған қатты тетраплоид құрайды. Күнделікті калория мен ақуызды тұтынудың шамамен бестен бір бөлігінде бидай азық – түлік қауіпсіздігі үшін өте маңызды. Адамның тамақтануынан басқа (әлемдік бидай өндірісінің 71%) бидай маңызды мал азығы (әлемдік бидай өндірісінің 20%), сондай – ақ өнеркәсіптік мақсаттағы негізгі өнім (әлемдік бидай өндірісінің 2–3%) [16]. Германияда жұмсақ бидай өндірісінің 50% дейін малды азықтандыруға жұмсалады [13,р. 38]. Бидай негізінен қоңыржай аймақтарда өсетін түр ретінде сипатталғанымен, дақыл дамыған және дамушы елдерде климат пен географияның кең ауқымында өсіріледі. Қатты бидай жұмсақ бидайға қарағанда Жерорта теңізі климатына жақсы бейімделген [15,р. 562].

Бидай егістікке қажет болса, күздік немес жаздық деп жіктеледі [14,р. 31]. Еуропада жаздық бидайға қарағанда күздік бидай басым, себебі өнімділік жаздық бидайға қарағанда үш есе жоғары және көптеген аймақтарда аязбен зақымдалу қаупін бақылауға болады [13,р. 47]. ФАО мәліметтерінде 2014 жылы 220 миллион гектардан астам жерден шамамен 730 миллион тонна бидай өндірілді. Әлем бойынша 2014 жылы бидай өндіруші елдердің бестігіне Қытай, Франция, Үндістан, Америка Құрама Штаттары және Ресей Федерациясы кірді [17]. Батыс Еуропа елдері дүние жүзінде ең жоғары өнімділікке ие. 2014 жылы дүние жүзінде орташа өнімділік 32,89 дт/га құрады, ең жоғары өнімділік Ирландияда (100,14 дт/га), одан кейін Бельгияда (94,13 дт/га). Австрияда орташа өнімділікке 59,22 ц/га жетті [18].

Астық өндірісі Қазақстанның маңызды стратегиялық ресурсы, ауыл шаруашылығы өндірісінің негізгі саласы. Республикамыз бидай астығын еліміздің ішкі қажеттіліктерін қаматамасыз ету үшін ғана емес, сонымен қатар

шетелдерге экспорттау үшін де өндіреді. Күздік бидай негізінен республиканың оңтүстік және оңтүстік – шығыс облыстарында 1,5 – 2 млн га, оның ішінде суармалы жерлерде 140,5 – 170,4 мың га алқапта өсіріледі. 1980 жылдардың аяғында интенсивті технология бойынша 35 – 36% алқапта бидай егілді, оның орташа өнімділігі 11,2 – 11,5 ц/га, ал суармалы жерлерде 32,5 – 35 ц/га жетті [19]. Минералды тыңайтқыштар 1189 – 1212 мың тоннаға дейін жұмсалды. Азық – түлік астығы бойынша Қазақстан өзінің ғана емес, Орта Азия республикаларының да қажеттілігін өтеп отырды. Қазақстанда өсірілген қатты бидай макарон өнімдерін өңдеуге, сондай-ақ нанды жақсарту үшін Балтық маңы елдері мен басқа да республикаларға экспортталады. Бидай өнімділігі 15 – 20 ц/га болған Қазақстан дүние жүзіндегі негізгі астық өндірушілердің бірі ретінде жыл сайын 3,5 – 9,5 ц/га дейін бидай шығынына ұшырайды [20].

Дүние жүзі бойынша 1961 – 2014 жылдар аралығында бидай дақылының жылдық өсу қарқыны 2% құрады, ал жылдық өсу қарқыны (әлемдік бидай өндірісі) жасыл революцияның бірінші онжылдығында (шамамен 4,4%) ең жоғары болды.

Еуропаның ауыл шаруашылығы, органикалық және тұрақты, шығыны аз жүйеге көшкен сайын, соңғы екі онжылдықта бидайдың органикалық өндірісінде қатты қара күйе қайта пайда болды [21]. Нормативтік шектеулерге байланысты, тұқым арқылы таралатын көптеген ауруларды, соның ішінде қатты қара күйені органикалық ауылшаруашылық жүйесінде химиялық өңдеу арқылы бақылау мүмкін емес. Сәйкесінше, қатты қара күйе ауруларының саны артып келеді, ал органикалық тұқымдар қатты қара күйеге сезімтал, себебі олар құрғақ жағдайда 20 жылға дейін өне алады [22, 23]. Қатты қара күйемен залалданған бидайдың өнімділігі айтарлықтай шығынға ұшырап, тұқым сапасы төмендеп кетеді. Өңделмеген тұқымдарды егудің нәтижесінде егіс алқаптарының 80% – ға жуығы аурумен залалданып, өнімнің төмендеуі 40 % дейін ұшырайды [24]. Бидай дәндері қатты қара күйе спораларымен алмасқандықтан өнімнің шығынға ұшырауы аурумен бірдей жүреді, тұқымды тазалау оларды толығымен тоқтатпайды [25]. Сонымен қатар, тұқымның органикалық шаруашылығына қатысты заң талаптары қара күйе ауруының мәселесін одан әрі көтерді, себебі 2004 жылдың қаңтарынан бастап Еуропа Комиссияның (ЕС) №1452/2003 ережесіне сәйкес дәстүрлі түрде өңделген тұқымдарды органикалық ауыл шаруашылығында пайдалану мүмкін емес ол үшін барлық пайдаланылған өсімдіктер материалы органикалық егіншілік жағдайында өндірілуі керек. Бұл ереже химиялық өңдеуге тыйым салумен бірге ауруларды бақылауды қиындатады және отырғызылатын материалдың патогенсіз жоғары сапалы болуын талап етеді [26].

Қатты қара күйені дәстүрлі ауыл шаруашылығында тұқымдарды химиялық өңдеу арқылы бақылауға болады, бірақ органикалық өндіріс жүйелерінде аурумен күресудің жаңа жолдарын іздестіру қажет. Тек бірнеше тұқымды органикалық өңдеу тиімді, бұл өндіріс шығындарын арттырады және көп жағдайда тек шағын көлемде қолдануға болады. Сондықтан өсімдік иесінің

төзімділігін пайдалану органикалық жүйеде ауруларды тұрақты басқарудың негізгі құрамдас бөлігі болып табылады [27].

## **1.2 Бидайдың қара күйе аурулары және олардың түрлері, зерттелу тарихы**

*Tilletia* тұқымдасының саңырауқұлақтары тудыратын қатты қара күйе бидай өсірілетін барлық аймақтарда кездеседі және бидай өндірісінің негізгі мәселелерінің бірі болып табылады. Қара күйе ауруының споралары вегетация кезеңінде бір ғана ұрпақ беріп, патологиялық процесс телиоспораның пайда болуымен аяқталады. Телиоспоралар базидияспораларға өнеді, олар жұптасып соңында өсімдікті залалдайтын инфекция жіпшесін түзеді. Бидай дақылдарын қара күйе ауруын қоздыратын саңырауқұлақтардың 3-5 түрі залалдайды. Бидайдың қатты, ергежейлі, үнді, тозаңды, сабақты және қара бидайдың сабақты, қатты, тозаңды қара күйе түрлері кездеседі.

Қатты қара күйе дәнді дақылдардың аса қауіпті ауруларының бірі, бидай масақтарындағы дәннің орнын *Tilletia caries* спораларының қара тығыз массасымен толықтырады. Сонымен қатар, дәнді дақылдар залалданған кезде споралардағы триметиламиннен шығатын өткір майшабақ иісі тұқымның егістік қасиеттері мен астықтың тағамдық сапасын толығымен төмендетеді.

Саңырауқұлақ ауруларымен тиімді күресу шаралары шыққанға дейін, қатты қара күйе бидайдың ең қауіпті аурулардың бірі болып саналды [28]. Бидай дақылының XVIII ғасырда кең таралғаны сонша одан кедейлерге нан пісіріп, малға жем – шөп дайындаған. Залалданған дәннен алынған ұнның түсі өзгерген, жағымсыз иісі мен дәмі бар, бірақ жеуге жарамды және зиянды екендігі әлі дәлелденбеген еді [29]. 1750 жылы Матье Тиллет алғашқылардың бірі болып «бидайдың қатты қара күйесіне» іргелі тәжірибелер жүргізді. Тәжірибе үшін ол қара түсті споралармен залалданған тұқымдарды және споралардан таза тұқымдарды отырғызып салыстырды. Қара түсті споралар жұқтырылған тұқымдардан ол 50%-дан көп қатты қара күйені байқады, осылайша қатты қара күйе спораларының жұқпалы екенін дәлелдеді. Ол залалданған дәндерді суға, мал зәріне, сілті ерітінділеріне, әк пен тұзға және мыс сульфатымен жуып, аурудың алдын алуға тырысты. Әрқайсысы ауруды төмендетуге көмектесті, бірақ толықтай жоймады. Оның жаңашыл ғылыми жұмысы үшін қара күйе саңырауқұлақтарының туысын *Tilletia* деп атады [30, 31]. XX – шы ғасырдың басында қатты қара күйе Америка Құрама Штаттарының Тынық мұхитының солтүстік – батыс аймағындағы бидайдың аса қауіпті ауруы болып саналды. Ол бидайдың кез келген басқа ауруларына қарағанда жоғары өнім мен дән сапасының төмендеуіне әкелді. Сондықтан оны басқару, патогендік генетика, тұқымды өңдеу және төзімділік түрлері кеңінен зерттеле бастады. В. Д. Фаррер бірінші рет жүйелі селекция әдістерін қолданып, бидайдың «Флоренс» деп аталатын қатты қара күйеге төзімді бірінші сортын шығарды, оны Э.Ф.Гейнс Америка Құрама Штаттары Тынық мұхитының солтүстік – батысында алғашқы қатты қара күйеге төзімді сорт *Ridit* шығару үшін Turkey сортымен будандастырды [30, р. 210]. Гейнс пен Флор

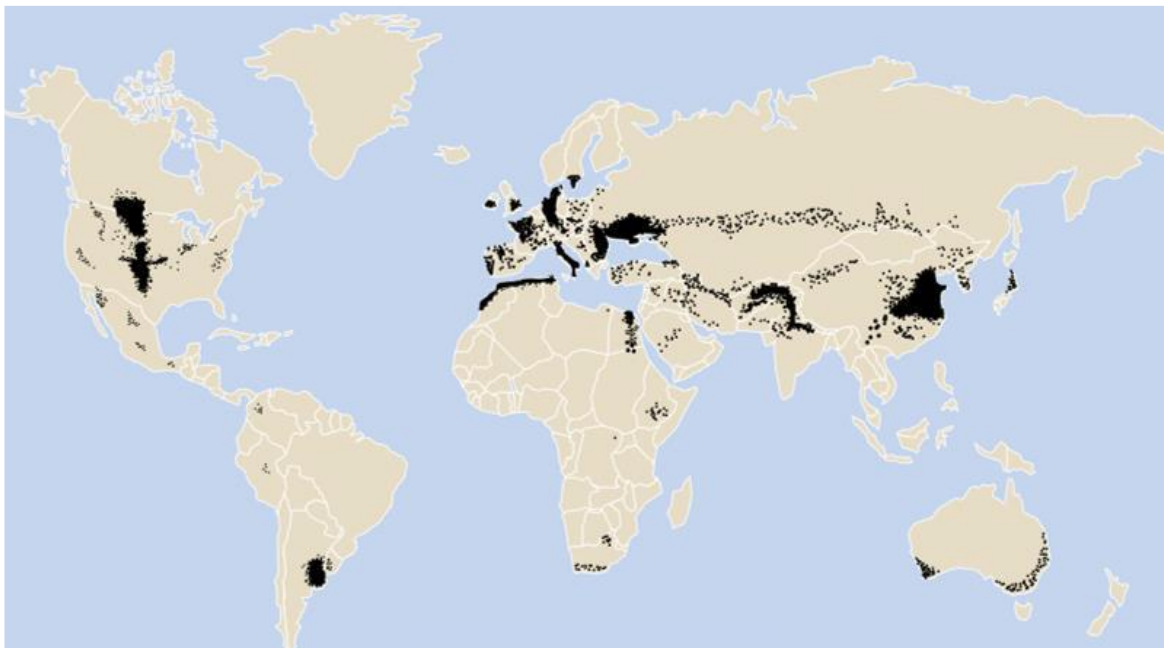
патогенге төзімділік генетикасын зерттеп, патогендердің физиологиялық нәсілдерінің бар екенін анықтады. Төзімді сорттардың жаңа вирулентті қоздырғыштармен залалданатын және төзімділік гендерінің қоздырғыштардың расалық популяциясының динамикасына әсер беретінін бақылау бидай мен қатты қара күйе арасында гендік өзара әрекеттесу бар екенін көрсетті. Осылайша, бидайдағы қатты қара күйеге төзімді (*Bt*) гендеріне сәйкес саңырауқұлақта авирулентті гендер (*avr* гендері) бар екені анықталды [27,р. 92]. *T. caries* расасы «Т» және *T. laevis* расасы «L» әрпімен белгіленеді және осы уақытқа дейін *T. caries* расаларының 30 түрі және *T. laevis* расаларының 10 түрі анықталды. 1979 жылы Хоффман мен Мецгер жаңадан алынған сорттарға қатысты қатты қара күйенің вируленттілік сипаттамаларын бағалау үшін *Bt1*–ден *Bt10* – ға дейінгі төзімділік гендерін тасымалдайтын 10 дифференциалды линиялардың жиынтығын құрды. Осы жылдар ішінде дифференциалды линиялар *Bt11*–ден *Bt15* – ке дейінгі төзімділік гендерін тасымалдайтын бес қосымша үлгілермен кеңейтілді [32]. Қатты қара күйеге төзімділікті скринингтеуде еуропалық қатты қара күйе популяцияларының көпшілігі *Bt 5, 8, 9, 10* және *Bt 11* төзімділік гендерімен қорғалған гермоплазмалар аурумен залалданбайтын көрсетті, ал олар *Bt 1, 2, 3* және *Bt 7* гендеріне қарсы вируленттілік танытты [27,р. 96]. Бұл Австрияда жүргізілген тәжірибелерге де сәйкес келеді, мұнда *T. caries* телиоспоралары *Bt 2* және *Bt 7* гендері үшін вирулентті болды, бірақ *Bt4, Bt5, Bt6, Bt8, Bt9, Bt10, Bt11* және *Bt12* гендері бар дифференциалды линиялар *T. caries* қоздырғышымен төмен деңгейде залалданды [33]. Превост 1807 жылы мыс сульфаты арқылы қатты қара күйені белгілі бір дәрежеде бақылауға болатынын көрсетті. Бірақ ХІХ ғасырдың екінші жартысында ғана аурулармен химиялық жолмен күресу басым бола бастады [34]. Гексахлорбензол қатты қара күйемен күресуде күшті қару екенін дәлелденді, гексахлорбензолдың тұқым және топырақ арқылы таралатын қатты қара күйе спораларына [35,36] қарсы тиімді болғаны сонша, гексахлорбензол енгізілгеннен кейін ауруды бақылау жұмыстары күрт баяулады [37]. Бірнеше жыл ішінде жаңа химиялық заттар кеңінен таралып, әлемнің көптеген елдерінде қатты қара күйе бақылауға алынды. Бұрын сонды көздескен өнімі төмен егіс алқаптары азайып, бұл классикалық ауру фермерлердің егістігінде сирек кездесетін болды және тек дұрыс өңделмеген тұқымдарда байқалып отырды [38, 39]. Осылайша қатты қара күйе органикалық бидай шаруашылығында қайта пайда болғанға дейін назардан тыс қалды.

### **1.3 Әлемде *Tilletia caries* (D.C.) Tul. және *Tilletia levis* (J.G.) Kühn. патогендерінің географиялық аймақтарда таралуы және олардың биологиялық ерекшеліктері**

Қатты қара күйе әлемнің бидай өсіретін аймақтарында кең таралған және тұқымның бетінде немесе топырақта инфекция ретінде тиімді сақталады. Ерте шаруашылықтарда бидайды қолмен жинап үгітуде, қатты қара күйенің желмен таралуы шаруалар үшін аса маңызды емес еді, дегенмен, жел қазіргі таңдағы ауыл шаруашылығында қатты қара күйенің таралуы үшін маңызды фактор.



Шаруашылықта комбайндардың қолданылуы қатты қара күйе телиоспораларының атмосфераға көтеріліп алыс қашықтықтарға тез таралуына алып келді [40]. Таяу Шығыстан қатты қара күйемен залалданып шыққан тұқымдар сауда және көші – қон тәрізді адамның әрекеттері арқылы аурудың бүкіл әлемге таралуына әкелді (сурет 1).



Сурет 1– Дүние жүзі бойынша қатты қара күйенің таралу аймақтары (Saari және Mamluk 1996)

Қатты қара күйе тат ауруларынан кейін ең көп таралған бидайдың саңырауқұлақ ауруы. Сербия мен Черногориядан, Македония мен Түркия арқылы Иранға дейін кең таралған аймақта қатты қара күйеге төзімділік көздерінің ең жоғары жиілігін табуға болады [41]. Астықтың қатты қара күйемен шамалы залалдануы өнімді төмендетуге және сауда мәселелерін тудыруға жеткілікті. Түркияда бидай егістігінің 10% жуығы қатты қара күйемен залалданғаны анықталғаннан кейін қатты қара күйе ауруы үлкен маңыздылыққа ие болды. Кейбір егістіктерде ауру тіпті 90% – ға жетеді [42]. Сонымен қатар, қатты қара күйе Оңтүстік Азияның, Солтүстік Африканың, Азияның, Солтүстік Американың және Оңтүстік Американың егістік алқаптарында әсіресе Аргентинада үлкен шығындарға әкелді. Қатты қара күйе Еуропаның барлық аймағында аса қауіпті ауру болып есептелді. Сонымен қатар, Австралияда тұқымдарды химиялық өндеуді кеңінен қолданғанға дейін осы аурудан айтарлықтай шығындар көп болды. Қатты қара күйе ауруы азайғанымен, эпидемиялар тез дамуы мүмкін, себебі топырақта әлі де аз мөлшерде инокулюмдар сақталған [40,р. 5]. Бидай қатты қара күйенің негізгі иесі

болғанымен, қара бидай, қызыл бетеге, арпа және кейбір астық дақылдар аурудың иесі бола алады [29,р. 224].

Базидиомицеттер класына жататын саңырауқұлақтар эволюция барысында ұзақ дамудан өтіп, олардың паразиттік тіршілігі жоғары деңгейге жетті. Ауру қоздырғыштары вегетативтік кезеңде өсімдікте ұзақ уақыт бойы дамып, тұқымда сақталады, тек ересек күйінде, көбінесе оның генеративті мүшелерінде қоздырғыштың сыртқы белгілері пайда болады. Сонау XVIII ғасырда адам қара күйенің әртүрлі ауруларын тани бастады. Бұндай бақылаулар қара күйе ауруларының әсіресе бидайдың қатты қара күйесінің фитопатологияның тарихи дамуымен тығыз байланысты екендігін көрсетеді. Қатты қара күйе жер шарының әр түрлі аймақтарында бидай өндірісін біраз шектеді.

Гейнс Э.Ф. Тынық мұхитының солтүстік – батысында бидайдың қатты қара күйеге төзімділігін зерттеді, ауру үлкен көлемде шығындар әкелді [43].

Осы уақыттарда аурудың биологиясын тану және онымен күресу жолдары бойынша едәуір жетістіктерге қол жеткізілді. Бірақ, соған қарамастан, бидайдың қатты қара күйесі аса қауіпті аурулардың бірі болып қала береді. Қатты қара күйе Солтүстік Африка мен Таяу Шығыстың көптеген елдеріндегі астық дақылдарының қауіпті ауруы болып саналды. Бұл аймақтағы елдерде ең көп таралған қоздырғыш – *Tilletia levis* Kühn.

Huber K. және Buerstmaer H. (2006) ғалымдары да аурудың бүкіл әлемде кең таралғанын атап өтеді. *Tilletia caries* (D.C.) Tul. және *Tilletia controversa* Kühn тудыратын бидайдың қатты және ергежейлі қара күйесі Австриядағы топырақ арқылы таралатын және тұқымының негізгі ауруы болып танылды. *T. caries* қоздырғышы бүкіл Австрияда кездеседі, ал *T. leavis* солтүстік аудандарда ғана кездеседі. *T. caries* қоздырғышы Австрияның барлық аймақтарында кездесті, бірақ ергежейлі қара күйенің таралуы солтүстік аймақтармен шектелген. Солтүстік Африка және Орталық Азия елдерінде қатты қара күйе тат ауруларынан кейін екінші орынды алады, ол егіннің 5–7% шығынға ұшыратады. Бұл елдерде тұқымның 40% ғана химиялық өндеуден өтеді [38,р. 981].

Сербияда 2012 жылдары сертификатталған және коммерцияланған сорттардың 151 үлгісін талдау нәтижесінде 129 үлгі *Tilletia* spp. саңырауқұлағымен залалданған. Ауруға шалдыққан үлгілердің ішінде басым кездескен қоздырғыш *T. caries* болды. Қатты қара күйе бидайдың дүние жүзіндегі ең маңызды және аса қауіпті ауруларының бірі болды және Қытайда карантиндік ауру ретінде есепке алынды.

*T. caries* патогені Ресейде және бұрынғы КСРО елдерінің Солтүстік – Батыс өңірінде, Белоруссияда, Украинаның батыс облыстарында, Оралда, Солтүстік Қазақстанда, Сібірде және Қиыр Шығыста таралған. *T. leavis* – оңтүстік облыстарда (Ростов, Астрахань, Волгоград облыстары, Краснодар өлкесі, Кавказ елдері, Орта Азия, Сібір аймағы, Украинаның шығыс облыстары) таралған. Украинаның орманды дала бөлігінде және орталық қаратопырақ аймағында екі түр де бірге кездеседі. Күздік бидайдың қатты қара күйесі 30 жылдан астам уақыт бойы Украина егістіктерінде өзекті мәселе болып

саналады. Өндірісте өсірілетін ауру қоздырғышына сезімтал сорттар эпифитотия жағдайында химиялық қорғаныссыз өнімділікті 50 – ден 100% – ға дейін төмендетуі мүмкін. Қазақстанда 2000 жылдардың басында күздік бидайдың қатты қара күйесінің таралу аймақтары мен залалдану дәрежесі өскен. Мәселен, 1997 жылы республиканың оңтүстік, оңтүстік – шығыс және шығыс облыстарында егістіктер 38%–ға дейін зардап шекті, бұл бидай дақылының үштен бір бөлігінің жоғалуына әкелді. Қатты қара күйе Орта Азияның барлық аймақтарында әсіресе күздік бидай егілетін оңтүстік және оңтүстік–шығыс Қазақстанда, сонымен қатар Шығыс Қазақстанда кең таралған.

Өткен ғасырдың 90 – жылдары Қазақстанның оңтүстік, оңтүстік – шығыс және шығыс облыстарында өңделмеген тұқымдарды себу күздік бидайдың қатты және ергежейлі қара күйемен заладануының күрт өсуіне әкелді. Мәселен, Алматы облысы Сарқанд ауданында 1994 жылғы егін алқабындағы тұқымдардың фитосараптамасының нәтижесінде қатты қара күйемен заладану 21,9% мөлшерде нормаға сай емес екенін көрсетті. Инфекциямен залалдану 1 дәнде 15 – 20 мың спораға жетті, бұл рұқсат етілген деңгейден жүздеген есе жоғары болды. "Пограничник" ТК шаруашылығында 2000 тонна элиталық Богарная 56 сортының тұқымы егіс алқабында себуге және азық – түлік ретінде пайдалануға жарамсыз болып табылды. 1997 – 1998 жж Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік – шығыс облыстарының кейбір шаруашылықтарында жиналған күздік бидай ұн және мал азығы ретінде өңдеуге жарамсыз болды, себебі телиоспоралардың құрамында майшабақ иісті улы зат триметиламин бар. Қатты және ергежейлі қара күйемен масақтардың залалдануы 15 – 38% жетті, яғни бір ғана ауру егіннің 1/3 бөлігін шығынға ұшыратты [44].

Қазіргі уақытта қатты қара күйе Еуропа аймағының солтүстік–батысында, Белоруссияда, Украинаның батыс облыстарында, Оралда, Қазақстанда, Сібірде және Қиыр Шығыста бидай дақылдарының шағын аудандарында кең таралған. Ауру қоңыржай жылы ылғалды және қоңыржай салқын климаты бар аймақтармен шектеледі. Соңғы жылдары қатты қара күйеден алынған күздік бидайдың егістік тапшылығы 3,4 – тен 1,35% – ға, жаздық бидайдың 3,45 – тен 0,42% – ға дейін төмендеді [45, 46].

Қатты қара күйенің залалдау көрсеткіші дәннің орнына споралы массаның түзілуінде ғана емес, көптеген өсімдіктердің вегетациялық кезеңінде, әсіресе күздік бидайдың кеш егілгенінде едәуір шығынға алып келеді. Залалданған өсімдіктердің суыққа және құрғақшылыққа төзімділігі төмендейді. Сонымен қатар, өсімдіктер қоздырғышпен күресу үшін көп энергия жұмсайды, бұл олардың өнімділігіне әсер етеді және егіннің 10 –15% шығынға ұшыратады [47, 48].

Астық бастыру кезінде аурумен залалданған дәндер үгітіліп, телиоспоралар сау дәннің бетіне, сабанға, жартылай топырақ бетіне түседі, инфекция астық сұрыптау машиналарында, көліктерде және қоймаға жиналады. Залалданған астық адам мен жануарлардың денсаулығына айтарлықтай зиян келтіреді, себебі ол адам азығына немесе малдың жем шөбіне түскенде эритроциттердің ыдырауын тудырып, бауыр мен бүйректің

паренхималық ұлпаларына әсер етеді [49-51]. Залалданған өсімдіктерге байланысты дақылдардың сиреуі астықтың жасырын өнім тапшылығына әкеледі. Жасырын өнім тапшылығын залалданбаған өсімдіктермен салыстырғанда сабақтың жер үсті бөлігінің массасы 30 – 40% , сабақ пен масақтың көлемі 15 – 20% кішірейеді; масақта 10 – 15% аз мөлшерде дән түзіледі және 1000 дәннің салмағы азаяды.

Зақымдалған өсімдіктердің масағында дәннің орнына қара споралы массаның пайда болуының нәтижесіндегі жасырын өнім тапшылығы кей кездері ашық өнім тапшылығынан екі – төрт есеге асып түседі. Аса қатты залалданудан өнім тапшылығы 15 – 20% және одан да көп мөлшерге жетуі мүмкін [47,с. 172].

Қатты қара күйе ауруларынан болатын егіннің шығынын есепке алғанда олардың жалпы залалы айқын және жасырын ысыраптардан тұратынын ескеру ұсынылады. Жасырын шығындар арнайы шкала бойынша бағаланады.

Өсімдіктегі сабақтардың 1,25%-ға дейін қатты қара күйемен залалдану кезіндегі айқын және жасырын ысыраптарының жалпы бағасын мына формула бойынша жүргізуге болады:  $y = 20x - 8x^2$ .

Залалдану пайызы жоғары болса, келесі формула қолданылады:  $y = 11,3 + 0,8x$ , мұндағы  $y$  – жалпы өнім тапшылығы (%);  $x$  – егістікте қатты қара күйенің таралуы (%).

Қатты қара күйеден жасырын өнім шығынының мөлшері топырақ–климат жағдайларына, сорттарға және ауру қоздырғыштарына байланысты өзгереді. Жаздық бидайға қарағанда, күздік бидайда қатты қара күйеден болатын шығын мөлшері жоғары. Бүкілодақтық өсімдіктерді қорғау институты жаздық бидайдың масақтарының 0,23%-ы қатты қара күйеден залалданғанда, егіннің 3,03%-ы іс жүзінде ысырап болғанын, яғни жасырын ысыраптың нақтыдан 12 есе көп болғанын анықтады. Күздік бидайда масақтың 0,17 % осы қара күйемен залалданған кезде астықтың жасырын шығыны 3,79 % құрады, яғни нақты ысыраптан 22 есе көп.

Систематикасына сәйкес қатты қара күйе қоздырғыштары *Mycota* патшалығына, *Basidiomycetes* класына, *Teliobasidiomycetidae* клас тармағына, *Ustilaginales* қатарына, *Tilletiaceae* тұқымдасына, *Tilletia* туысына жатады. Бұл саңырауқұлақтар тіршілік ерекшелігі бойынша облигатты паразиттер болып табылады [52].

Жалпы қатты қара күйе қоздырғыштарының *Tilletia caries* (D.C.) Tul. & C. Tul. (син. *Tilletia tritici* (Bjerk.) G. Winter) және *Tilletia laevis* J.G. Kühn (син. *T. foetida* (Wallr.) Liro) деп аталатын екі түрі бар. Екі түрдің өну жағдайы, өмірлік циклы және ауру белгілері бойынша өте ұқсас, бірақ телиоспоралардың морфологиясы бойынша ерекшеленеді. *T. caries* қоздырғышының қауызы торлы, пішін шар тәрізді болса, *T. laevis* қоздырғышының қауызы тегіс, жұмыртқа тәрізді пішінді болып келеді (сурет 2, 3) [27,р. 92].

*T. caries* телиоспоралары ашық қоңыр сарыдан сұр немесе қызыл қоңыр түске ие. Диаметрі 14 – 23,5 мкм, кейде 25 мкм дейін. Полигоналды торлары әдетте 0,5–1,5 мкм тереңдікке ие. *T. laevis* телиоспоралары ашық бозғылттан

кою зәйтүн қоңырға дейінгі түсте кездеседі және диаметрі 14 – 22 мкм. Телиоспораларды әдетте жарық микроскопының көмегімен ажыратуға болады [31,р. 12]. Республиканың оңтүстік облыстарындағы егіс алқаптарында *T. caries* саңырауқұлағы кездеседі, ал *T. laevis* саңырауқұлағы солтүстік облыстарда кездеседі [52,б. 368]. Қатты қара күйенің инфекциясы негізінен тұқым арқылы таралатын споралардан, сонымен қатар топырақта болатын споралардан болады. Инфекция үшін оңтайлы топырақ температурасының деңгейі 5–10 °С, ал салыстырмалы ылғалдылық 40%. Инфекция деңгейі 22°С температурада төмендейді. Қоңыржай және солтүстік аймақтарда жаздық бидайдың ерте егілуі және топырақтың салқынырақ температурасында күздік бидайдың кеш егілуі жалпы қатты қара күйенің деңгейін арттырады [29,р. 227]. Инфекциялық цикл тұқымдардағы немесе топырақтағы телиоспоралар өніп, инфекциялық жіпшелер пайда болған кезде басталады. Тұқым өнгеннен кейін көп ұзамай пайда болған жіпшелер бидай колеоптиліне енеді, бұл әдетте тұқым себілгеннен уақыттан 7 –10 күннен кейін пайда болады. Спора өніп шыққаннан кейін гаплоидты споридиялармен бірге базидий түзіледі, олар бір бірімен қосылып дикариоттық екіншілік жіпшелер мен екіншілік споридияларды түзеді. Содан кейін екінші реттік дикариоттық жіпшелер колеоптилге енетін аппрессориум түзеді. Жіпшелер бастапқыда төзімді және сезімтал сорттарда орналасады, бірақ төзімді сорттарда олар аурудың дамуына қажетті түйін аралықтары ұзармайынша апикальды меристемаға ауыспайды. Өскіндер 2 см – ге дейін инфекцияға сезімтал, бұл кезеңде жіпшелер төзімсіз өсімдіктерде жүйелі түрде өседі [22,р. 117]. Аналық түйін түзіле бастағанда, саңырауқұлақтар масақтарда көбейіп, эндосперм ұлпасында бүкіл ядро сорусқа айналғанша спора түзеді, оны қара күйені шарлары (споралы массасы) деп атайды. Қара күйенің шарлары 4–5 миллион спорадан тұрады және оңай үгітіледі. Әсіресе егін жинау немесе астық өңдеу кезінде споралар бөлініп, тұқымның және тыңайған жерлерге шөгу салдарынан топырақтың инфекциямен залдануына әкеледі. Құрғақ жаз айларында споралар күзде егілетін бидады залалдау үшін егіс алқабында сақаталады және инфекцияның келесі циклін бастайды [27,р. 96]. Табиғи егістік жағдайында қатты қара күйе телиоспоралары топырақта екі жылға жуық өмір сүреді. Олардың тіршілігіне топырақтың төмен ылғалдылығы және дара дақылды егіс қолайлы. Сондықтан, егер бидай егіс алқабында кем дегенде екі жыл бойы қайталанып егілмесе және желмен таралатын инокулумдардан қашық болса, егістіктер патогенсіз болып саналады [29,р. 230].

Табиғи жағдайда *T. caries* бидайдың көптеген түрлерінде тіршілік етеді сонымен қатар *Aegilops*, *Agropyron*, *Amblyopyrum*, *Poa*, *Bromus*, *Secale* тұқымдасының түрлерінде байқалады және тритикаледе де кездеседі. *T. caries* қоздырғыштарын жасанды жолмен жұқтырған кезде қара бидайды және сонымен қатар *Aegilops*, *Dactylis*, *Lolium*, *Agropyron*, *Hordeum*, *Bromus*, *Festuca* және т.б. түрлерді залалдауға қабілетті [53].

Инфекцияның негізгі көзі – сау тұқымның бетіне түсетін телиоспоралар. Қоздырғыштардың таралуы астық бастыру кезінде болады. Бұл жағдайда

залалданған дәндер үгітіліп, қатты қара күйенің споралы массасы таралады. Топыраққа енген телиоспоралар инфекция рөлін атқара алады, бірақ олар инфекциялық қасиетін тез жоғалтады және тек күздік дақылдар үшін қауіпті болуы мүмкін (егер жаздық бидай алдыңғы қатарда болса және егін жинау мен жаңа егін егу арасындағы кезең 3 – 4 аптадан аспайды [54]).

Қатты қара күйемен заладану белгілері алдымен масақтанудан кейін ең жас аналық түйінде пайда болады. Сау масақтармен салыстырғанда залалданғандар қою жасыл және жасыл түсті болып қалады, ал жетілген кезде олар әдетте біршама ашық, көкшіл – сұр түсті болады. Сорустар бидай дәндеріне ұқсайды, бірақ дөңгелек пішінге ие.

Mougad (2018) қатты қара күйемен залалдану бидай өскіндерінің тіршілікке қабілеттілігін арттыратынын, масақтануды кешіктіретінін, масақ ұзындығының ұлғаюын, тамыр ұзындығының ұлғаюын және биологиялық өнімділікті төмендететінін анықтады. Алынған телиоспоралардан өткір консервіленген шабақ тұздығының иісі шығып тұрады, сондықтан қатты қара күйені «сасық қара күйе» деп те атайды. Бұл өткір иістің негізгі себебі триметиламин болып табылады, ол залалданудың өте төмен деңгейінде де байқалады (0,1% к/т) және астық сапасын едәуір төмендетеді [55]. Қатты қара күйемен залалданған астық көбінесе мал азығы деңгейіне дейін түсіп кетеді, бұл да астық бағасының төмендеуіне әкеледі. Өндірушілер астық өңдеу жүйелеріндегі залалдануға байланысты бидай ұнын қабылдаудан бас тартуы мүмкін. Инфекцияның жоғары деңгейіндегі астықпен жануарларды азықтандыру сақтықпен жүргізілуі керек, себебі улы жанама әсерлер пайда болуы мүмкін. Залалданған дәндерді күйдіруге немесе ашытуға кеңес беріледі, себебі дәндерді өңдеу өте қымбат және тек жоғары сапалы бидай үшін экономикалық тұрғыдан тиімді. Ергежейлі қара күйе – телиоспорасы *Tilletia controversa* деп аталатын бұл ауру қатты қара күйемен тығыз байланысты. Екі түрді бір–бірінен ажырату қиын және кейде бір алқапта немесе тіпті бір өсімдікте кездеседі. Бірақ ергежейлі қара күйе тек биік таулы, тұрақты қар жамылғысы бар жерлерде ғана кездеседі және тек күздік бидайда болады. *T. controversa* телиоспоралары салқынырақ температураны қажет етеді және ұзақ жылдар бойы топырақта өміршеңдігін сақтайды [56].

#### **1.4 Қатты қара күйе ауруымен күресудің жолдары**

Қатты қара күйеден болатын жаппай шығынның алдын алу үшін жоғары сапалы тұқымды егу керек. Органикалық егістіктер үшін бидай өсіруде екі жыл үзіліс жасау ұсынылады, ал жалпы қатты қара күйе пайда болған жағдайда, одан әрі ластануды болдырмау үшін бүкіл егінді мұқият тазалау керек. Тұқымдарды топырақтың жоғары температурасында отырғызу инфекция деңгейін төмендетуі мүмкін, себебі тұқымдар тезірек өніп шығады және қатты қара күйе споралары тезірек өсіп – өніп, тұқымдарды залалдап үлгермейді. Күздік бидайды ерте егу және жаздық бидайды кеш егу кезінде тұқымдарды таяз отырғызуға артықшылық беріледі себебі бұл қатты қара күйе ауруының алдын алады Қатты қара күйеден кейін спораларды көму үшін залалданған алқаптарды терең жырту керек [22,р. 119]. Австрияда қатты қара күйенің

алдына алу үшін есепке алу шегі бір тұқымға 10 спораны құрайды, ал бір тұқымға 300 спораны құрайтын деңгейде залалданса арнайы тіркелген фунгицидтермен өңдеу керек. Егер залалдану одан да жоғары деңгейде болса, тұқым сертификатталмайды [57].

*Тұқымды химиялық өңдеу.* Генетикалық ерекшелік аурумен тек иесінің төзімділігі есебінен күресуді қиындатқандықтан, тұқым өңдеудің әртүрлі әдістері қолданылды. Өткен ғасырда ол формальдегидтен, мыс карбонатынан, органикалық сынаптан және полихлорбензолдардан карбоксиндері бар жүйелі фунгицидтерге көшті. Анықталғандай, гексахлорбензол (НСВ) қатты қара күйеге қарсы ең тиімді құрал болды. Өсімдіктерді қорғауға арналған бұл химиялық перпарат қатты қара күйе тәрізді ауруларды бақылау үшін көптеген өсімдік шаруашылығы жүйелерінде оңай бейімделді. Бұл химиялық тұқым өңдеудің пайда болуымен тек тұқым арқылы ғана емес, сонымен қатар топырақ арқылы берілетін инокулятты бақылауға болады. Дегенмен, өсімдіктерді химиялық қорғау бойынша шектеулер бар және оны пайдалануға қазіргі таңда тыйым салынған [27,р. 98].

Австрияда тіркелген тұқымдарды өңдеуге арналған химиялық заттардың көпшілігінде флудиоксонил және дифенокназол белсенді қосылыстары бар [58].

*Физикалық әдістер.* Қатты қара күйенің пайда болу жиілігін жеке тұқымдар топтамасындағы қатты қара күймен залалданудан сақтау арқылы азайтуға болады, себебі қатты қара күйенің егістікке тараған споралары дәннің бетінде бос күйінде орналасады, яғни дән өнгенге дейін залалданбаған сау күйде болады. Осылайша, ауа торы және тұқымдарды тазарту щеткалары тәрізді физикалық өңдеулерді қолдана отырып, споралардың жүктемесін азайту арқылы қатты қара күйенің пайда болу жиілігін төмендетуге болады [59]. XIX ғасырда тұқым арқылы таралатын аурулармен күресу үшін ыстық сумен өңдеу қолданылды, бірақ бұл әдіс қымбат және көп мөлшерде қолданылмайды, сондықтан тұқымдарды термиялық өңдеудің басқа түрлері дамыды. Германияда бумен және микротолқынмен өңдеудің комбинациясы бойынша тәжірибелер және электр сәулелерімен тұқымдарды сәулелендіру бойынша тәжірибелер жүргізілді. Сонымен қатар, бастапқыда тұқым беттеріндегі қоздырғыштарды жою үшін қолданылған «SonoSteam» технологиясы залалданған тұқымдарды бу мен ультрадыбыстық әсерге ұшырату арқылы қатты қара күйені бақылау үшін пайдаланылды. Швецияның ауылшаруашылық ғылымдары университеті тұқым арқылы тасымалданатын саңырауқұлақтарды, соның ішінде *T. caries*–ті жою үшін Thermo Seed деп аталатын жоғары дәлдіктегі ыстық, ылғалды ауамен өңдеу қолданылды [27,р. 100].

*Тұқымдарды органикалық өңдеу.* Koch et al. (2006) жүргізген тәжірибелерде қатты қара күйе инфекциясының ең жоғары деңгейі (94%) тіркелгенде ең тиімді органикалық тұқым өңдеу препараты Tillecur болды, ол суспензия ретінде тұқымдарға қолданылатын сары қыша ұнтағы. Waldow and Jahn (2007) ыстық су арқылы өңдеумен салыстырғанда тиімді бақылауды қамтамасыз ететін, өсімдіктердің өсуіне ықпал ететін Tillecur препаратын

инокуляттың жоғары деңгейінде оң әсер береді деп хабарлады. Олар сондай-ақ сезімтал сорттарды 1–5 спора/тұқым шегінде емдеуді ұсынады, ал орташа сезімтал сорттар аурудың пайда болуын болдырмау үшін, әсіресе тұқым өндірісінде 20 спораның инвазия деңгейінде өңделуі керек. Олар сондай-ақ сезімтал сорттарды 1–5 спора/тұқым шегінде өңдеуді, ал орташа сезімтал сорттарды тұқым өндірісінде қоздырғыштардың жиналып қалмауы үшін залалдану 20 спора деңгейіне жеткенде өңдеуді ұсынады [25,р. 270].

Батыс Азия мен Солтүстік Африкада *T.caries* және *T. laevis* қоздырғыштарының алдын алу үшін майсыздандырылған құрғақ сүт, гукет (жергілікті майсыздандырылған сүт) және бидай ұны тәрізді органикалық қоректік заттармен тұқымдарды өңдеу қолданылған. Бұл заттар телиоспораларды жоймаса да, қатты қара күйенің пайда болу жиілігін едәуір төмендеді, оның себебі белгісіз антагонистік микроорганизмдер санының көбеюіне немесе телиоспораның өнуін тежейтін уытты метаболиттердің түзілуіне байланысты болуы мүмкін [60].

Тағы бір балама нұсқа тұқымды сірке қышқылы ерітінділерімен өңдеу немесе фумигант ретінде сірке қышқылының буларын пайдалану, олардың екеуі де қатты қара күйенің пайда болу қаупін азайтады [61]. Сірке қышқылы жоғары биоыдырайтын табиғи зат болып табылады және оның уыттылығы төмен болғандықтан, тұқымдарды өңдеудің қоршаған ортаға әсерін азайту үшін шаруашылықтағы фунгицидтерді алмастыра алады. Жүргізілген тәжірибелерде тұқымның өсу қарқынын төмендетпестен, қатты қара күйемен залалдану 96%–ға дейін азайды [62].

*Биологиялық бақылау.* Биологиялық бақылау механизмдерін енгізу арқылы тұқымның өнуіне және күшіне теріс әсер етпей, қатты қара күйе ауруын сәтті бақылауға болады [63]. 1976 жылдың өзінде – ақ *Bacillus* түрлері қатты қара күйенің пайда болуын төмендеті алатыны байқалды, себебі олар телиоспоралардың өнуін едәуір төмендетеді. Сондай – ақ *Pseudomonas fluorescens* инокуляциясы *T. laevis* телиоспораларының өнуін тежейтіні және егістікте қатты қара күйенің пайда болуын 65%–ға азайтатыны хабарланды [64].

*Pseudomonas chlororaphis* изолятының МА 342 штаммы егістікте қатты қара күйенің пайда болуын тежейтіні анықтады, ол әрі қарай коммерциялық биопестицидтерге айналды. Солардың бірі *Cerall*, ол қазірдің өзінде бидайдың, қара бидайдың және тритикаленің тұқым арқылы таралатын ауруларына, соның ішінде *T. caries* қоздырғышына қарсы қолданылады.

Dromph and Borgen (2001) топырақта тасымалданатын *T. caries* инокуляциясының тіршілік қабілетіне коллмболалардың әсерін сынады. Нәтижесінде коллмболаларды қолдану қатты қара күйе телиоспораларының өнуін толығымен дерлік тежейтінін және бидай инфекциясын төмендететінін көрсетті [65].

*Қатты қара күйеге төзімділік селекциясы.* Соңғы жылдары бидай өсіретін елдерде қатты қара күйеге төзімділік селекциясының маңызы шамалы болды, себебі тұқымды химиялық өңдеу арқылы ауруды оңай басқаруға болады.



Дегенмен, органикалық ауылшаруашылығы үшін аурудың иесінің төзімділігін дамыту жалпы қатты қара күйенің деңгейін азайту және жоғары өнімділік пен түпкілікті пайдалану үшін қолайлы сапаға қол жеткізудің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады [66]. Фунгицидтер ауруды бақылауда тиімді болғанымен, олар қымбат және уыттылығы қоршаған ортаға қауіп төндіруі мүмкін. Сонымен қатар, төзімді сорттар химиялық заттарға қарағанда ауруды тиімді басқара алады. Органикалық фермерлер негізінен өсімдік қорғауға арналған жасанды, минералды тыңайтқыштар мен химиялық заттардың жоғары кірістері бар дәстүрлі егін шаруашылығының жүйелері үшін өндірілген дақыл сорттарына тәуелді. Дегенмен, органикалық бидай өндірісі төмен шығындарға жақсы бейімделген төзімді сорттарды өсіру үшін тиісті селекциялық бағдарламаларды қажет етеді деген болжам бар. Мұндай бағдарламалар, атап айтқанда, жақсартылған тамыр жүйесі, арамшөптермен күресу үшін және өнімділік тұрақтылығын сақтауға бағытталған болуы мүмкін [67]. Қиындықтардың бірі бидайдың экзотикалық сорттары мен бидай туыстарынан алынған қатты қара күйе төзімділік гендерінің бейімделген сорттарға енуі болып табылады, себебі қатты қара күйеге төзімділік көздерінің көпшілігінде нашар агротехникалық белгілер бар. Ағымдағы зерттеулер қатты қара күйенің залалдау деңгейіне және патогендердің жаңа нәсілдеріне мониторинг жүргізу, қатты қара күйеге төзімді сорттарды скринингтеу және ауруға төзімді жаңа көздерді іздестіру бойынша жалғасты. Молекулярлық әдістерді қолдану арқылы төзімділік гендері анықталып, картаға түсірілді. Қазіргі уақытта 15 төзімділік гендері анықталған, дегенмен сорттың осы гендердің қайсысына ие екені әрқашан белгісіз [66,р. 25]. Аурудың жоғары деңгейі белгілі бір өсімдік иесінің барлық төзімділік гендері үшін патогендердің комплементарлы вируленттілік гендері болған жағдайда дамиды. Егер өсімдікте қоздырғыштың авирулентті генінен басқа белгілі бір төзімділік гендері болса, ол қатты қара күйенің осы нәсіліне төзімді болады. Вирулентті нәсілдердің селективті көбеюі және вирулентті гендердің дамуы кезінде төзімділіктің қарсылығы төмендейді. Сондықтан төзімділіктің жаңа көздерін үздіксіз іздеу және сорттарға енгізу жұмыстары әрқашан қажет [31,р. 20].

Ұзақ мерзімді генетикалық төзімділік аурумен күресудің экологиялық залалсыз әдісі болып табылады. Қатты қара күйенің қоздырғыштары жаңа, агрессивті нәсілдері арқылы өсімдік иесінің төзімділігін жеңу қабілетімен танымал. Бұл генетикалық әртүрлілікті үздіксіз іздеуді талап етеді. Төзімділік үшін жаңа сорттарды өсіруде генетикалық ресурстарды пайдаланудың алғы шарты қолайлы көздердің және олардың сипаттамасының болуы мүмкін. Селекциядағы гендердің пирамидалануы үшін бидайдың қатты қара күйесіне төзімді жаңа гендердің локализациясы жайлы ақпарат қажет [68]. Көптеген жылдар бойы жарияланымдар әлемнің әртүрлі аймақтарындағы патогендік популяцияларға қарсы тиімді *Vt* гендері туралы деректерді жариялады. Көптеген жылдар бойы жарияланымдарда әлемнің әртүрлі аймақтарындағы патогендердің популяцияларына қарсы тиімді *Vt* гендері жайлы деректер жарияланды.

Мак Интош (1983) қатты және ергежейлі қара күйеге төзімді бидайдың 10 негізгі генін мысалға келтіреді [69].

Дорофеев В.Ф 1976 жылы, Кривченко В.И. 1984 жылы әдебиеттерде қатты қара күйе қоздырғыштарына төзімді 14 геннің болуы жайлы деректер келтірген [49, с. 112]. 1988 жылы В.И.Кривченко әдебиет деректерін талдау негізінде бидайдың *T. caries* және *T. levis* қоздырғыштарына төзімділігін бақылайтын 16 белгілі геннің бар екенін көрсетті. Бидайдың *Tilletia* тұқымдасының патогендеріне төзімділікті бақылайтын белгілі гендер: *Bt 1*, *Bt 2*, *Bt 3*, *Bt 4*, *Bt 5*, *Bt 6*, *Bt 7*, *Bt 8*, *Bt 9*, *Bt 10*, *Bt Z*, *X*, *Y*, *V*, *U* және *dd*. Төзімділіктің ең жоғары дәрежесі *Bt 8*, *Bt 9*, *Bt 10* және *Bt Z* гендерінде көрінеді. *Bt 1* және *Bt 2* гендерінің тиімділігі төмен, ал *X*, *Y*, *V*, *U* және *Bt 7* гендерінің фенотиптік әсері әлсіз. Ең сенімді гендері бар көздер (*Bt 9* және *Bt 10*) ерекше кеш жетілумен сипатталады, бұл олардың селекция бағдарламасының пайдалануын шектейді [60, р. 432].

Чехияда Blazkova V. және Bartos P. (1997) қатты қара күйеге төзімділік көздерін зерттеп, нәтижесінде Швецияның Tjelvar және Stava төзімді сорттары чех селекциясының үлгілерімен будандастыру үшін таңдап алынды. Тжелвардағы иіске төзімділік *Bt 8*, *Bt 9* және *Bt 10* гендерін тасымалдайтын PI 178383 желісінен тасымалданды, бұл Солтүстік Америкадағы қарсылықтың маңызды көзі болып табылады. Tjelvar сортындағы қатты қара күйеге төзімділік *Bt 8*, *Bt 9* және *Bt 10* гендерін тасымалдайтын PI 178383 линиясынан таралады, бұл Солтүстік Америкадағы төзімділіктің маңызды көзі болып табылады [70].

Мартынов С.П. және т.б. (2004) қатты қара күйеге төзімді және сезімтал болатын Солтүстік Америка (АҚШ пен Канададан) және Шығыс Еуропалық (Ресей мен Украинадан) жұмсақ күздік бидай сорттарына салыстырмалы генеалогиялық талдау жүргізді. Қатты қара күйеге төзімді қосымша 11 ген идентификацияланды. Олардың мәліметінде, украиндық зерттеушілер 6 жаңа генді анықтады, олар келесі атауларды берді: Sel.M – 6623 үлгісінен *Bt 11* табылды, Лютесценс 6028 линиясы үшін *Bt 12* және *Bt 13*, Эритромпермум 5221 үшін *Bt 14*, Ферругинеум 220–85 үлгісі үшін *Bt 15* және *Bt 16*. СИММУТ (Халықаралық бидай және жүгері өсіру орталығы) зерттеушілері сол белгілермен тағайындалған 5 жаңа генді анықтады: *Bt 11* (PI–554119–дан), *Bt 12* (PI–119333–тен), *Bt 13* үшін (Thule III), *Bt 14* (Doubi), *Bt 15* (Carlton) [71,72].

Veisz O. et al. 1991–1997 жылдардағы зерттеу нәтижелерінде *Bt–5*, *Bt–6*, *Bt–8* және *Bt–9* гендерінің тиімділігін және *Bt–10* генінің Венгриядағы жергілікті қатты қара күйе популяциясына жоғары реакцияс көрсететінін атап өтті [73].

Mamluk O.F. (1998) қатты қара күйеге төзімді *Bt5*, *Bt6*, *Bt8*, *Bt9*, *Bt10* және *Bt11* гендері және бірнеше сипатталмаған төзімділік гендері Сириядағы дала жағдайында тиімді болып қала беретінін сипаттады [74].

Laroche A. et. al. (2000) Канададағы қатты қара күйенің барлық белгілі нәсілдеріне *Bt–10* генінің төзімділігін атап өтті [75].

Huber K. және Buerstmaur H. (2006) күздік бидай сорттарының халықаралық ассортиментінің қатты қара күйеге төзімділігін бағалағаннан

кейін Австриядағы *T. caries* қоздырғыштарымен залалдану деңгейі төмен болға *Bt4*, *Bt5*, *Bt6*, *Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt11* және *Bt12* гендерін анықтады [76].

Oncica F. et. al. (2008) Қатты қара күйенің румыниялық популяциясына *Bt5*, *Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt11*, *Bt12* және *Bt13* гендерінің тиімділігін көрсетті [77].

Borgen Anders (2016) Данияда жасанды инфекциялық фонда бидай сорттарын қатты қара күйеге бағалау жұмыстарын жүргізіп, *Bt 10* генінің тиімділігі жайлы айтты. Сонымен қатар NGB–9014, NGB–9015, Tambor, Kuban, Begra, Maribos, Fold, Monopol, Tarso, Torrild, Cardos, Kranich, Turkis, Gluten және Folke тәрізді бидай сорттарында *Bt 7* генінің бар екендігін көрсетеді. Сондай-ақ ол *Bt 2* генінің Format, Curier, Complet, Solstice, Bussard, Paroli, Dream, Butaro, Ochre, PG3540 және Hereward бидай сорттарында болу ықтималдығын көрсетеді [78].

Қатты қара күйе қоздырғышының нәсілдерін анықтау және жергілікті, шетелдік селекцияның сорттары мен линияларын зерттеу нәтижелері Украинадағы *Bt8-Bt14* гендерін тасымалдаушылардың қоздырғыш популяциясының құрылымында вируленттіктің жоқтығын көрсетеді [79].

Нәтижесінде Зеленева Ю.В. (Тамбов, 2015) қоздырғыштың популяциясы вируленттілігі бойынша 16 физиологиялық нәсілге бөлінді, оның ішінде 13–і алғаш рет Орталық Чернозем аймағы үшін анықталды.

Барлық сорттар–дифференциаторлар үшін өте вирулентті және агрессивті нәсіл анықталды. Бір олигогендер де (*Bt1*, *Bt4* және *Bt6*) және олардың бір генотиптегі комбинациясы (*Bt1Bt4*; *Bt1Bt4Bt6*; *Bt1Bt3Bt4*) қоздырғышқа төзімділікті қамтамасыз ететіні анықталды [80].

Кейбір қатты қара күйе изоляттарына төзімділіктің сақталмауы жайлы соңғы хабарламаар Gladysz et al. (2021), Dumalasoová (2021), Orgeur et al. (2021) еңбектерінде төзімділіктің жаңа көздерін анықтауға және мүмкін бірнеше локусты бір сортқа біріктіруге бағытталған [81-83].

Бидай үшін жоғары тығыздықтағы молекулалық маркерлердің болуы арқасында мүмкін болған жаңа төзімділік аллельдерін іздеудің бір жолы – геномдық ассоциациялық зерттеулерді (GWAS) жүргізу. Бұл әдісті сәтті қолдану 2B, 7A [84], 6DS [85], 2A, 3D және 4A [86] хромосомаларындағы қатты қара күйеге төзімділікпен маңызды байланысы бар SNP маркерлерін анықтады. Mourad et al. [87] қатты қара күйеге төзімділікпен маңызды байланысты 120-дан астам SNP анықтады, оның ішінде 1A, 1B, 4A, 5B және 6A хромосомаларындағы SNPs ең жоғары  $R^2$  мәндерін (5% – дан 9% – ға дейін) көрсетті.

*Tilletia controversa* J.G. Kühn қоздырғышын тудыратын ергежейлі қара күйе, қатты қара күйе ауруын тудыратын *Tilletia* түрлерімен тығыз байланысты. Осыған дейінгі бірнеше ғылыми жарияланымдар да екі ауруға да төзімділік бірдей гендермен бақыланады деп мәлімдеді, бірақ соңғы ғылыми зерттеу нәтижелері қатты қара күйеге жауап беретін төзімділік ергежейлі қатты қара күйеге төзімді болып табылмайды деген гипотезаны қолдайды [88].

Қатты қара күйеге төзімді сорттарды әзірлеу және өндіріске енгізу өсімдіктерді қорғаудың ең тиімді және тұрақты стратегиясы болып табылады,

сондықтан органикалық сертификатталған тұқымдарды табысты өндіру фермерлердің егістіктерінде бидай өсіру үшін өте маңызды.

Бүгінгі таңда қатты қара күйеге төзімді он алты төзімділік (*Bt*) гендері (*Bt1* – *Bt15* және *BtP*) белгілі [89, 90], оның ішінде тек *Bt9* (Steffan et al. 2017; Wang et al. 2019), *Bt10* (Laroche et al. , 2000; Menzies және т.б., 2006) және *Bt12* (Muellner және т.б., 2020) гендері генетикалық картаға түсірілген және бір бірімен байланысты маркерлерід маркер көмегімен таңдау (MAS) қол жетімді. Дегенмен, жаңа патогендер тез дамып төзімділік гендерін жеңе алады және бір немесе бірнеше төзімділік гендеріне вируленттігі бар қатты қара күйенің жаңа нәсілдері анықталған [91-95].

Бүгінгі күнге дейін тек үш *Bt* гені және 15 төзімділік факторы (QTL – сандық белгілердің локустары) қатты қара күйе үшін картаға түсірілген, олар: 1B (*Bt4*), 6DS (*Bt10*), 1BS(QCbt.crc–1B.1), 1BL( QCbt.crc–1B.2), 1BS( Xgwm 374 a), 1B( QCbt.spa–1B), 1B( Xgwm273 a), 4B( QCbt.spa–4B), 4D( QCbt.spa–4D), 5B( Xgwm408 a), 5B( QCbt.spa–5B), 6D( QCbt.spa–6D), 7AL( QCbt.crc–7A), 7A( Xrsp3050 a), 7B( Xgwm43 a), 7B( QCbt.spa–7B.1) және 7D( QCbt.spa–7D).

Steffan, P.M., Torp, A.M., Borgen A. et al. (2017) зерттеулерінде *Bt9* төзімділік локусы картаға түсірілді және *Bt10* локусынан ерекшеленетіні көрсетілді. Төзімділікке жауап беретін *Bt9* гені 6DL хромосомасының соңғы дистальды ұшында карта түсірілген. Қатты қара күйеге төзімді *Bt10* гені де 6D хромосомасында орналасқандықтан, олардың бірге орналасу мүмкіндігі зерттелді. Гендер орналасқан 6D хромосомасының физикалық карталарында *Bt9* және *Bt10* гендерімен байланысты маркерлер тізбегін салыстыру *Bt9* және *Bt10* гендерінің 6D хромосомасының дистальды (6DL) және проксимальды (6DS) ұштарында орналасқан екі түрлі төзімділік факторы екенін растады. Сонымен қатар бес жаңа (Xgrpw4005–1, Xgrpw7433, Xwmc773, Xgrpw7303 және Xgrpw362) SSR маркерлері және *Bt9* төзімділік локусын қапталдайтын көптеген SNP және PAV маркерлері анықталды. Идентификацияланған жаңа маркерлерді селекция бағдарламасында тұқым арқылы таралатын ауруға төзімділік үшін пайдалануға болады.

Бүгінгі таңда 13 хромосомада жалпы саны 24 QTL анықталған, қатты қара күйеге төзімділіктің генетикалық архитектурасын талдау үшін гексаплоидты бидайдың жеті карталық популяциясы және үш ассоциациялық панелі талданды [96-102]. Төзімділікпен жоғары байланысы бар 1B хромосомасына аса назар аударылды, себебі бірнеше негізгі QTL анықталған. Синтетикалық гексаплоидты бидайдың 125 сорттары [103] және Небраска штатының 330 күздік бидай генотиптерінің әртүрлілік панелі генетикалық өзгергіштіктің кеңдігін және қатты қара күйеге төзімділіктің тұқымқуалау санын көрсетті.

Mourad et al. (2018) зерттеулерінде 330 генотиптің 62 генотипі әртүрлі төзімділік дәрежесіне ие болды. Сонымен қатар, өсімдік биіктігі, хлорофилл мөлшері және масақтануға дейінгі күндер саны бағаланды. Ассоциацияларды толық геномдық талдау (GWAS) нәтижесінде он төрт хромосомада орналасқан 123 SNP төзімділікпен байланысты екені анықталды.

Сонымен қатар өсімдік биіктігі мен қатты қара күйеге төзімділік арасындағы ортақ белгілерді қарастырғанда, бұл екі белгінің ортақ маркерлері анықталмады. Бұл нәтиже қатты қара күйеге төзімділік тәуелсіз генетикалық жүйемен басқарылатынын қолдайды [104].

Muellner A.E. (2021) бойынша қатты қара күйеге төзімді сандық белгілер локустары (QTL) 1AL, 1BS, 7AL және 7DS хромосомаларында карталанған. Ауруға төзімділік негізгі сандық белгілер локустарымен реттелді (QTL), олар *Qbt.ifa-1AL*, *Qbt.ifa-1BS* және *Qbt.ifa-7AL*. (кесте 4) [105]. Францияда қатты қара күйенің популяциясының өзгергіштігін зерттеу бойынша және жергілікті аймақта негізгі вирулентті түрлерді анықтау үшін ABBLE бағдарламасы құрылған. *Tilletia* spp. қоздырғыштарын бағалау нәтижесінде *T. foetida* (15,4%) қоздырғыштарына қарағанда 26 изолятта 100% көрсеткіш деңгейінде кездесетіні анықталған. Әртүрлі өсімдік иелерінде *T. caries* – тің вируленттілігін анықтау үшін олардың жиырма штаммы тандалды. ABBLE бағдарламасы ITAB, FNAMS, CA26, FREDON және Arvalis ұйымдарымен біріге отырып қатты қара күйені бағалау үшін бидайдың өскің кезеңінде ПТР әдісін қолданды. Бұл ерте анықтау жұмыстары қоздырғыштың тұқымнан өсімдікке берілу жылдамдығын және залалдану шегін бағалауға мүмкіндік береді, сонымен қатар табиғи жағдайдағы масақтың залалдану белгілерінің пайда болуымен сәйкес келеді. Бұл патотест сорт төзімділігін бағалау үшін қолданылған [106].

Christensen K.D., Borgen A (2021) зерттеулерінде Starke-II NIL линияларының негізінде қатты қара күйеге төзімділік гендерінің картасын жасады: 2B (*Bt1*), (bp: 789,867,236–801,253,554), 1B (*Bt5*), (bp: 285,345,287–285,608,205), 6D (*Bt9*), (bp: 469,248,476 – 469,919,743), 6D (*Bt10*), (bp: 1,773,421 bp – 11,407,937), 7D (*Bt12*), (bp: 7,073,045 bp – 10,835,093 bp). Әрбір NIL линиясы үшін байланыс топтары белгіленіп және *Bt* гендері бар дифференциалды линияларына қарсы іріктелінді. Қалған маркерлердің хромосомалық орындары әдебиеттердегі болжамды орындармен салыстырылды, бұл негізгі *Bt* генін қосымша гендерден немесе QTL–ден бөлуге мүмкіндік берді [107]. Ehn M., Michel S., Morales L. et al (2022) зерттеулерінде геномдық ассоциацияның картасы 1A және 1B хромосомаларына төзімділік беретін аймақтарда қатты қара күйенің таралуымен байланысты болатын алты маркерді, сондай-ақ 2B және 7A жаңа локустарын анықтады. Нәтижесінде қатты қара күйем мен ергежейлі қара күйеге төзімділік міндетті түрде бір ғана локуспен бақыланбайтындығы көрсетілді, бірақ екі ауруға да төзімділігі жоғары жиырма үлгі анықталды [108]. Бидайда гендер аралық өзара әрекеттесу арқылы қатты қара күйеге және ергежейлі қара күйеге (*Tilletia controversa* J.G. Kühn) төзімділік беретін бірқатар *Bt* гендері зерттелді [109-112]. Осы жоғары төзімділікке қосымша, сандық белгілердің локустары (QTLs) бір немесе екі саңырауқұлақ ауруларына қарсы картаға түсірілді.

## **1.5 Қатты қара күйеге төзімділік селекциясында маркерлік технологияны қолданудың маңызы**

Өсімдік шаруашылығына молекулярлық маркерлерді қосу селекциялық процестердің тиімділігі мен дәлдігін арттыра түседі [113, 114]. Сондықтан, маркерлер көмегімен іріктеу экологиялық қиындықтар мен климаттың өзгеруі кезінде азық – түлік өндірісін арттыруда рөл атқаруы мүмкін. Молекулалық маркерлер арнайы дезоксирибонуклеин қышқылы (ДНҚ) немесе рибонуклеин қышқылы (РНҚ) мотивін білдіреді [115]. Олардың бір ұрпақтан екінші ұрпаққа берілуі тұқым қуалаудың стандартты заңдарына сәйкес жүзеге асырылады. Полиморфты маркерлер өсімдік шаруашылығы үшін қызығушылық тудырады, себеі олар молекулалық деңгейде жеке даралар арасындағы айырмашылықтарды ашады [116]. Селекцияда маркерлердің қолданылуы бірнеше артықшылықтарға ие: (1) өскін кезеңінде іріктеу (төзімді ересек өсімдіктерде пайдалы), (2) жеке өсімдіктерді іріктеу, (3) тұқым қуалау қабілеті төмен белгілер бойынша іріктеу, (4) сенімсіз фенотиптік бағалаудан арылу, (5) кері будандастыру кезінде қолайсыз немесе қажетсіз гендердің берілуінің төмендеуі және (6) кері будандастыру кезінде рецессивті аллельдердің сақталуы. Сондықтан, маркер көмегімен іріктеу уақытты, ресурстарды және күш–жігерді үнемдеуге көмектеседі, әсіресе белгілерді фенотиптік бағалау қиын болғанда кезде. Молекулалық маркерлер гибридизация негізінде немесе полимеразды тізбекті реакция (ПТР) негізіндегі молекулалық маркерлер ретінде жіктелуі мүмкін. Рестриксионды фрагмент ұзындығының полиморфизмдері (RFLP) маркерлердің бірінші тобына жататын ең көп қолданылатын маркерлер түрі болып табылады [117]. Соңғы топқа жататын маркерлердің маңызды түрлері RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) сонымен қатар микросателлит ретінде белгілі SSR (Simple Sequence Repeats) және бір нуклеотидті полиморфизм SNP (Single Nucleotide Polymorphism), STS (Sequence-Tagged Sites). Өсімдік шаруашылығында молекулярлық маркерлерді қолданудың ең маңызды бес факторы мыналар болып табылады: (1) маркерлер мен белгілі бір мақсаттағы локустар арасындағы тығыз байланыстың болуы, (2) маркер әдістеріне қажетті ДНҚ саны мен сапасы, (3) техникалық процедуралар үшін қажетті уақыт, (4) полиморфизм деңгейі және (5) құны [113, р. 568].

SSR ауылшаруашылық дақылдарында молекулалық маркерлер ретінде кеңінен қолданылады. Олар бидай тәрізді полиморфизм деңгейі төмен дақылдарда маркер көмегімен іріктеу үшін маңызды [118]. SSR 10–нан 100–ге дейін қайталанатын бір–алты жұп негізінде қайталанатын ДНҚ тізбегі [119]. SSR саны жеке даралар немесе түрлер арасында өзгеруі. Өсімдіктерде SSR көбінесе транскрипцияланған аймақтардың трансляцияланбаған аймақтарында кездеседі. Белгілі SSR бүйірлік тізбегі SSR маркерлеріне арналған ПТР праймерлерін жобалау үшін пайдаланылуы мүмкін. Жоғарыда сипаттамаларға қатысты SSR маркерлерінің бірнеше артықшылықтары бар: жоғары сенімділік, салыстырмалы түрде қарапайым және пайдалану құны арзан, автоматтандырудың қарапайымдылығы, ДНҚ–ның аз мөлшері жеткілікті,

негізінен жоғары полиморфты және кодоминантты. Дегенмен, әрбір анализде тек бір локусты талдауға болады, әдетте полиакриламидті гельдегі электрофорез қажет (агарозды гелдерге қарағанда қымбатырақ және баяу) және сенімді SSR маркерлерін әзірлеу уақытты, еңбекті қажет етеді [117,р. 45]. SSR маркерлерінің дамуы микросателлиттік қайталануларды анықтауды, сонымен қатар флангтық нуклеотидтер тізбегі туралы жеткілікті ақпаратты талап етеді. Осыдан кейін оңтайлы ПТР жағдайларын анықтау және олардың полиморфты потенциалын бағалау үшін туыстық және туыстық емес генотиптер жиынтығы бойынша праймерлерді сынау қажет. Болашақта SSR маркерлерін анықтауға кететін шығын мен уақыт азаюы мүмкін, себебі жоғары өнімді секвенирлеу әдістері қымбатқа түсетін дәстүрлі әдістерді алмастыруы мүмкін [116,р. 5].

Селекцияда маркерлерді қолдану – іріктелген материалдарды бағалау, кері қайта будандастыру, ген пирамидаларын құру және ұрпақты ерте іріктеуден тұрады. Соңғы он бес жыл ішінде Канададағы бидай селекционерлерінің арасында маркер көмегімен іріктеу танымал бола бастады. Ауруларға қарсы төзімділік селекциясы, соның ішінде қатты қара күйені қоса алғанда, маркер көмегімен іріктеу маңызды рөл атқарады [120]. Молекулалық маркерлерге негізделген моногенді бидай ауруларының селекциясына 50–ге жуық геннің сәйкес келетіндігі хабарланған, бірақ қазіргі уақытта селекциялық бағдарламаларға бірнеше молекулалық маркерлер ғана енгізілген [114,р. 564].

Соңғы жиырма жылда молекулярлық маркерлерді дамытуға үлкен күш жұмсалды. Дегенмен, маркерлерді селекциялық бағдарламаларда пайдалану әлі де шектеулі. Қазіргі уақытта маркер көмегімен іріктеу құны және маркерлердің қызығушылық тудыратын гендермен тығыз байланысты болуы (идеалды маркерлер) селекциялық бағдарламаларда маркерлердің кеңінен қолданылуын шектейтін шешуші фактор. Өсімдік шаруашылығында SNP маркерлерін қолдану соңғы жылдары қарқынды дамыды. Дегенмен, бидай тәрізді полиплоидты дақылдар үшін SNP маркерлерін әзірлеу біраз қиындыққа әкеледі, себебі SNP қол жетімді полиморфизмдердің аз ғана пайызын құрайды [121]. Қатты қара күйеге төзімділік үшін фенотиптік скрининг жұмыстары, бидайдың масақтанудан кейінгі пісіп жетілген кезеңінде жүргізіледі. Сонымен қатар, фенотиптік скрининг жұмыстарының өз қиындықтары бар, себебі бидайдың барлық масақтары міндетті түрде залалданбайды. Тіпті жеке гүл шоғырлары ғана залалдануы мүмкін. Жалпы қатты қара күйенің пайда болуы топырақ температурасы тәрізді қоршаған орта жағдайларына байланысты. Фенотиптік деректер негізінде генотиптерді төзімді немесе сезімтал деп жіктеу әрқашан оңайға соқпайды. Осылайша, селекция бағдарламасында маркерлер көмегімен қатты қара күйеге төзімділерді іріктеу әрқаша пайдалы болуы мүмкін [100,р. 247]. Маркерді өсіру әсіресе экзотикалық өсімдік материалынан бейімделген материалға және белгілі төзімділік көздерінен қазіргі сорттарға төзімділік гендерін енгізуді жеделдетеді. Сонымен қатар, молекулярлық маркерлер жалпы қатты қара күйеге төзімділік гендерінің пирамидаларын құруға ықпал береді [122].

Маркер көмегімен іріктеу бұл скрининг процесін жеңілдетеді және тездетеді, себебі оны тұқым немесе өскін кезеңінде қолдануға болады. Бірінші ПТР маркері қатты қара күйеге төзімді деп саналатын 6D хромосомада орналасқан бидайдың *Bt10* гені үшін әзірленді. Селекция бағдарламасында *Bt10* гені кеңінен қолданылады, себебі ол Канаданың батысындағы қатты қара күйенің барлық белгілі нәсілдеріне тиімді деп есептеледі. Сонымен қатар, күздік бидайдың Blizzard сортында қатты қара күйеге төзімділік гені үшін маркерлер әзірленді [29,р. 225]. Бұл төзімділік Солтүстік Американың ергежейлі қара күйесінің барлық нәсілдеріне, сондай-ақ Еуропалық және қазіргі Америкалық қатты қара күйе нәсілдеріне тиімді қолданылады. Wang et al. (2009) бидайдың 1BS хромосомасында орналасқан Xgwm374, Xbarc128 және Xgwm264 микросателлиттік маркерлерінің төзімділік локусымен маңызды байланыста екенін анықтады. Төзімділік локусы мен қабаттасатын маркерлер арасындағы есептелген генетикалық ара-қашықтық 3,9 см болды [123]. Осы уақытқа дейін гендердің немесе сандық белгілер локустарының (QTL) аз ғана саны картаға түсірілді және қатты қара күйеге төзімділік бойынша өте аз маркерлер жарияланды. Қатты қара күйеге төзімділік гендерінің белгілі хромосомалық орналасуы *Bt1* гені 2В хромосомасында, *Bt4*, *Bt5* және *Bt6* гендері 1В хромосомасында, *Bt7* гені 2D хромосомасында және *Bt10* гені 6DS хромосомасында орналасқан [97,р. 253]. Төзімділікке жауап беретін *Bt8* гені 5А, 1В немесе 2D хромосомаларында орналаспаған. Канадалық күздік бидайдың Blizzard сорты қатты қара күйеге төзімділігі бойынша 1BS хромосомасында орналасқан маркерлермен тығыз байланыст. Blizzard сортының төзімді гені *Bt12* болуы мүмкін. Қатты қара күйеге қарсы төзімділікке жауап беретін *Bt9* гені жақында 6DL хромосомасына локализацияланған [124]. Қатты қара күйеге төзімділікке байланысты сандық белгілер локустары (QTL) канадалық жаздық бидай AC Domain сортының 1В және 7А хромосомаларынан анықталған. Trintella сортынан негізгі сандық белгілер локустары (QTL) 1В хромосомасында индентификацияланған және сандық белгілер локустары (QTL) аз мөлшерде 7А, 7В және 5В хромосомаларынан табылды. McKenzie сортының 7В хромосомасынан сандық белгілер локустары (QTL) анықталған [99,р. 332]. Жақында AC Cadillac сортының 6D хромосомасынан және Carberry сортының 1В, 4В, 4D, 5В және 7D хромосомаларынан қатты қара күйеге төзімділікке арналған сандық белгілер локустары (QTL) табылды. Қосымша сандық белгілер локустары (QTL) 1В, 3А, 4В, 4D, 5В, 7А, 7В және 7D хромосомаларында анықталды [86,р. 36]. Chen et al. (2016) еңбегінде төзімділік локустарының 1А хромосомасында екені хабарланды және басқалармен қатар, Xcfa2129 және Xbarc83 маркерлерінің төзімділік локустарымен (QTL) байланысты екенін көрсетті. Осы уақытқа дейін *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* және *Bt12* төзімділік гендері үшін маркерлер ұсынылды [100,р. 250]. Дегенмен, бұл маркерлердің барлығы расталмаған немесе төзімділік гендерімен тығыз байланысты емес. Әзірге өсімдік шаруашылығында қолдануға болатын молекулалық маркерлер тек *Bt10* төзімділік гені үшін қол жетімді [66,р. 67].



## 2 ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ ЖӘНЕ ӘДІСТЕРІ

### 2.1 Зерттеу нысаны және әдістері

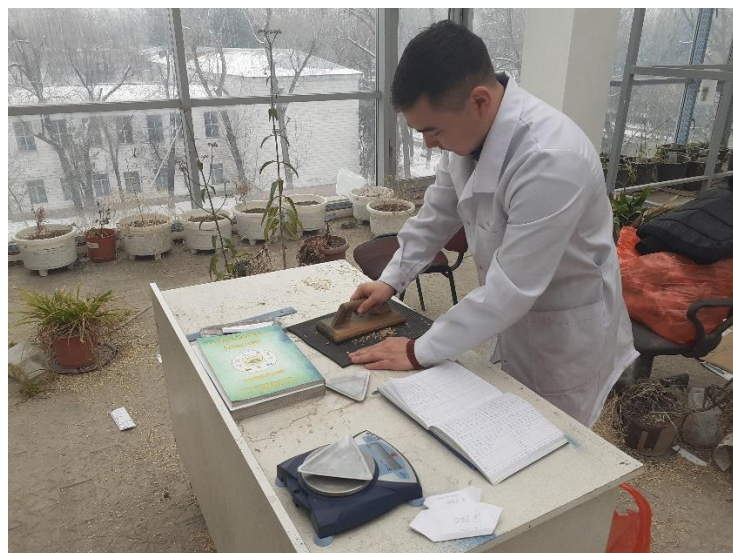
Зерттеу нысаны ретінде 132 жұмсақ бидай үлгісі қолданылды, олардың ішінде 50 қазақстандық, 36 болгариялық, 21 венгриялық, 10 румыниялық және СИММУТ орталығының 15 түркиялық бидай үлгілері. Патоген ретінде Алматы облысының егіс алқаптарынан жинап алынған *Tilletia caries* (DC.) Tul споралары қолданылды. Қатты қара күйеге төзімсіз бақылау ретінде Президент сорты алынса, бидай үлгілерінің өнімділік көрсеткіштері бойынша стандарт ретінде Алмалы сорты алынды. Қатты қара күйеге төзімді *Bt* – гендерін идентификациялау үшін Xgrw7433, FSD, RSA, Xgwm469, Xwmc749, Xgwm114, Xgwm264 және Xgwm374 праймерлері қолданылды.

Зерттеу жұмысы 2018 – 2021 жылдары аралығында Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ тәжірибелік тәлімбағында жүргізілді. Қатты қара күйе ауруына қолайлы жағдай болу үшін тұқымдарды егудің тереңдігінде ескеру қажет. Сол себепті бидай тұқымдары тереңдігі 7 – 8 см болатын, қатар аралығы 15 см өлшемді құрайтын танапқа егілді (сурет 2). Күздік бидайлардың қатты қара күйемен ауруы үшін себу мерзімі Қазақстанның оңтүстік – шығыс жағдайында (қазанның 1– 2 онкүндігінде) жүзеге асырылды.



Сурет 2 – Танаптық егістікте бидайларды егу жұмыстары, Алмалыбақ

*Өсімдіктерді инокуляциялау әдісі.* Бидайды қара күйе спорасымен инокуляциялауда ең тиімді әдістердің бірі Борггардта – Анпилогованың әдісі қолданылды, онда тұқым себілуден бірнеше күн бұрын залалданады [125]. Әдетте инокуляция жасау үшін әр сорттың 100 тұқымын алып, кең пробиркаға, колбаға немесе қағаз пакетке салып әзірлейді. Инокулумды дайындау қатты қара күйемен ауырған бидай дәндерін үгітіп ұсақ електен өткізуден тұрады. Дайын болған инокулумды (1:100) қатынасында тұқымдары бар ыдысқа салады. Тұқымдарды 2 – 3 минут бойы мұқият араластырып, содан кейін инокуляцияланған тұқымдарды егуге болады (сурет 3).



Сурет 3 – Бидай дәндерін *Tilletia caries* (D.C.) Tul спорасымен инокуляциялау, ӨББИ «Генетика және селекция» зертханасы, 2019 – 2022 ж.ж.

Инокуляциялау жұмысы «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтында» жүзеге асырылды, қатты қара күйе спорасы ретінде тоңазытқышта сақталған былтырғы жылғы ауырған бидайлар қолданылды (сурет 4).



Сурет 4 – Қатты қаракүйемен залалданған бидай масағы және тұқымдары

*Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне фитопатологиялық бағалау

Қатты қара күйемен бидайдың залалдануын бағалау дәннің балауыздану немесе толық жетіліп пісу кезеңінде жүргізіледі. Ол үшін танаптағы барлық бидай сорт – үлгілерінің масақтарындағы қатты қара күйе

ауру белгілері бар масақтар есепке алынды. Индеттік тәлімбақта ауырған масақтар күнделікті есепке алынып отырады (сурет 5).



Сурет 5 – *Tilletia caries* (D.C.) Tul патогенімен залалданған масақтарды есепке алу, Алмалыбақ

Зерттеуге алынған бидай үлгілері мен сорттарын *Tilletia caries* (D.C.) Tul қоздырғыштарымен залалдануын бағалауда В.И. Кривченконың шкаласы қолданылды [126].

Ол әдіс бойынша:

0 – жоғары төзімді, заладану көрсеткіші жоқ;

1 – төзімді, залалдану көрсеткіші 10% – дан аспайды;

2 – әлсіз төзімсіз, залалдану көрсеткіші 25% – дан аспайды;

3 – орташа төзімсіз, заладану көрсеткіші 50% – дан аспайды;

4 – жоғары төзімсіз, залалдану көрсеткіші 50% – дан көп.

*Өсімдіктердің биомасса индексі (NDVI) анықтау әдісі.* Green Seeker құрылғысын (Trimble Navigation Limited, АҚШ) пайдалану арқылы өсімдік биомассасының индексі (NDVI – Normalized Difference Vegetative Index) анықталды [127]. Оның мәні өсімдік жапырағының бетіне түскен сәулелің екі толқын ұзындығында өлшенуі. Бұл көрсеткіш өсімдіктердің спектрдегі қызыл және жақын инфрақызыл сәулелерін сіңіруі мен шағылыстыруынан есептеледі. Вегетациялық кезеңде өсімдіктер неғұрлым дамыған болса, NDVI мәні соғұрлым жоғары болады. Осылайша, NDVI – бұл вегетациялық кезеңде өсімдіктердің жасыл массасының дамуын бағалауға болатын көрсеткіш. NDVI көрсеткіштері егіс жағдайын бақылауға, потенциалды өнімді анықтауға, стресс факторларын белгілеуге, зиянкестер мен аурулардың әсерін анықтауға пайдаланылуы мүмкін. Құрылғының түймесін басқан кезде сенсор қызыл және инфрақызыл диапазондағы жарық сәулелерін шығарады, өсімдік жапырағының

бетінен шағылысқан жарық жартылай шашыраңқы, ал қалған жарық құрылғының сенсорына қайтарылады. Алынған мәліметтер өсімдіктің биомассасының индексі (NDVI) болып табылады, ол 0,00 – ден 1,0–ге дейін ауытқиды және индекс неғұрлым жоғары болса, ауруларға төзімділік де соғұрлым жоғары және азотпен толықтыру қажеттілігі аз болады (сорт, дақылға және т.б. байланысты). NDVI осы жеке өлшемдер бойынша келесідей есептеледі:

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$$

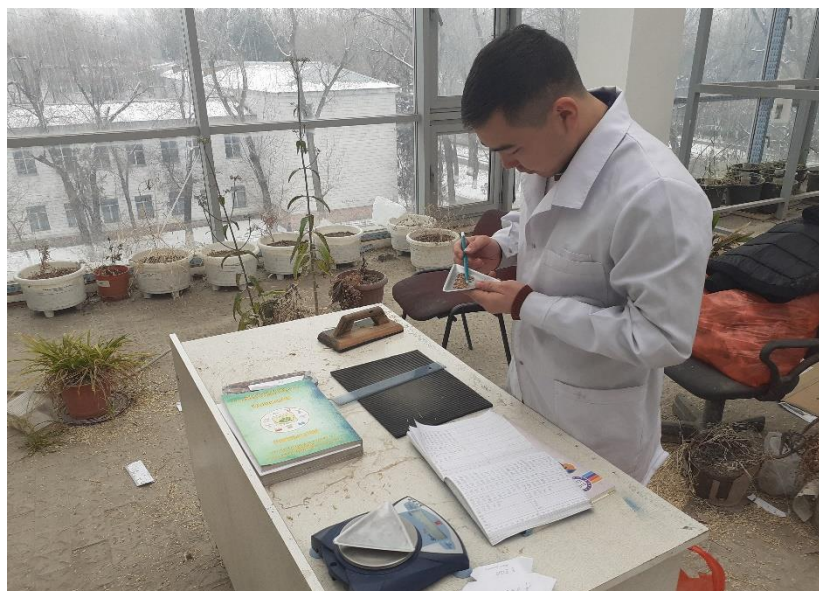
мұндағы VIS және NIR сәйкесінше қызыл және инфрақызыл диапазондағы жарық сәулелерінің спектрлік коэффициенті. Зерттеулер көрсеткендей, NDVI индексі фотосинтездік қабілеттілікке, өсімдік жамылғысының энергияны сіңіруіне тікелей байланысты (сурет 6).



Сурет 6 – Өсімдіктердің биомасса индексі (NDVI) анықтау, Алмалыбақ 2019 – 2022 ж.ж.

*Бидай үлгілерінің құрылымдық белгілеріне талдау әдісі.*

Жинап алынған бидай үлгілерінің өнімділігін анықтау үшін құрылымдық белгілеріне талдау жасалынды, олар өсімдіктің ұзындығы, негізгі масақтың ұзындығы, негізгі масақтағы масақшалар саны, масақшалардағы дәндердің саны, масақшалардағы дәндердің салмағы және 1000 дән салмағы. Статистикалық өңдеу Excel және Mini TAB (Anova) 21 бағдарламалары арқылы есептелінді. Алынған нәтижелерді Б.А. Доспехов әдісі бойынша математикалық өңдеп, статистикалық өңдеуін Excel және Mini TAB (Anova) 21 бағдарламаларында орындадық (сурет 7) [128, 129].



Сурет 7 – Бидай үлгілерінің құрылымдық белгілеріне талдау (Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы ҒЗИ)

*Қатты қара күйе рассасын анықтауда қолданылатын тұқымды шаю әдісі*

Карантиндік мақсатта тұқымдарда саңырауқұлақтың мөлшерін тұқымдарды шаю арқылы тексереді [130]. Тікелей визуалды тексеру (құрғақ тұқымдарды тексеру) карантиндік мақсаттар үшін тиімсіз екені анықталды, себебі залалданған үлгілерде төмен концентрацияны анықтау мүмкін емес. Төмен деңгейде залалданған тұқымдар инфекцияны тудыруы мүмкін. Осы себепті тұқымдарды шаю әдісін қолданып, спораларды микроскоппен қараған жөн. Бұл әдіске сай егіс алқабынан жинап алынған үлгілер зертханаға жіберіледі. Бидай үлгісінен 50 г (шамамен 400 дән) тұқым біркелкі алынып, пробиркаға салынады. 400 тұқым (50 г) (8 қайталау x 50 тұқым) пробиркаларға салынады және сол мөлшерде дистельденген су құйылады. Споралардың суспензиясын алу үшін пробирканы механикалық түрде 10 минут шайқайды. Шайқаудан кейін пробиркада тұқымдардың беткі бөлігінде пайда болған суспензияны басқа пробиркаға бөліп алады. Суспензиясы бар пробирканы 3000 айналым/мин центрифугаға 20 минут уақытқа қояды. Центрифугадан кейін түзілген тұнбаны алып, артық суды ерітіндісіз ағызып, ерітінді бөлігін пипеткамен алып, спораларды микроскоппен зерттеу арқылы препарат дайындайды.

Осы әдіс бойынша зерттеу жұмысы «Аграрлық білім мен секторды іске асыру мүмкіндіктері: АНІЛАВ.А4.21.002» жобасы аясында Түркия мемлекеті, Анкара қаласының «Өсімдіктерді қорғау бойынша орталық ғылыми – зерттеу институтында» іске асырылды (сурет 8).



Сурет 8 – *Tilletia* spp. қоздырғыштарының морфологиясын анықтау үшін алынған үлгілер, Анкара 2021 ж.

*Қатты қара күйе (Tilletia caries (DC.) Tul) ауруына төзімділік Vt-гендерін идентификациялау үшін молекулалық скрининг әдісі.*

Өсімдіктен геномдық ДНҚ-ны бөліп алу 5 күндік бидай өскінін қолдану арқылы СТАВ әдісінің негізінде жүзеге асырылады (сурет 9) [131]. СТАВ әдісі бойынша ДНҚ бөлу келесі кезеңдерден тұрады:

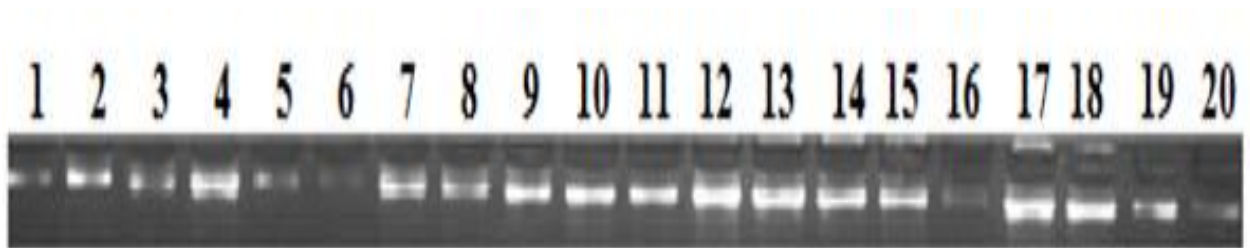
Петри табақшасының үстіңгі және астыңғы бөлігіне сүзгі қағазы қойылып, әр бір табақшаға 5 дәннен салынады, 5 күн бойы 24 °С температурадағы термостатқа қоямыз. Өсіп шыққан бидай өскіндерін эпендорфтарға саламыз. Одан кейін алдын ала 65°С температураға дейін қыздырылған 200 мкл 2% СТАВ қосамыз. Өсімдік материалын ерітіп, оның үстіне 200 мкл 2% СТАВ және 450 мкл dd H<sub>2</sub>O құямыз. Пробирканың қақпағын жауып 30 рет айналдыру арқылы шайқап, 65°С температурадағы су моншасына 1,5–2 сағатқа қоямыз. Келесі кезеңде пробирканы бөлме температурасына дейін салқындатып, хлороформ–изоамиловый спиртінен 600 мкл қосамыз (24:1). 15 мин айналдырып шайқаймыз. Центрифугада 15 минутқа 13, 400 айналым/мин қоямыз. Тұнбаның үстіңгі бөлігіндегі сұйықтықты жаңа пробиркаға көшіріп, изопропоналды қақпағына дейін қосып, 15 мин айналдырып араластырамыз. Қайтадан центрифугада 15 минутқа 13, 400 айналым/мин қоямыз. Изопропоналды алып тастап, 100 мкл мөлшерінде 70% этанол қосамыз және центрифугада 5 минутқа 13, 400 айналым/мин қоюмыз. 100 мкл мөлшерінде 96% этанол қосып, центрифугада 5 минутқа 13, 400 айн/мин қоямыз. Этанолды алып тастап, ДНҚ – ны кептіреміз. 100 мкл дейін dd H<sub>2</sub>O ерітіндісін қосып, тоңазытқышқа +4°С температурада сақтаймыз.



Сурет 9 – СТАВ әдісі бойынша бидай үлгілерінен ДНҚ бөлу жұмыстары

*Зерттеу жұмысында қолданылған ПТР (полимеразалық тізбекті реакция) әдісі.*

Өсімдік материалынан геномдық ДНҚ–ны бөліп алу СТАВ әдісі бойынша бидайдың 5 күндік өскіндерін пайдалана отырып жүргізілді. Жаңа ұлпалардан ДНҚ бөліп алу кезінде қос буфер пайдаланылды. Концентрация мөлшері 20 ng/μl дейін болса, ДНҚ сапасын тексеру агарозды гелде және PD303 спектрофотометрінде жүргізілді (сурет 10). Зерттеу объектілері бидайдың қазақстандық және шетелдік (Румыния, Венгрия, Болгария, СИММУТ) сорт–үлгілері болды. Жұмыс нәтижесінде 160 таза ДНҚ үлгісі дайындалды. Оң бақылау ретінде Vt – изогендік линиялары пайдаланылды.



1–Ақбидай, 2–Ақдан, 3–Алатау, 4–Алихан, 5–Алия, 6–Анара, 7–Ажарлы, 8–Адыр, 9–Актерекская, 10–Атыншаш, 11–Ания, 12–Арап, 13–Батыр, 14–Баянды, 15–Богарная 56, 16–Безостая 1, 17–Ботагоз, 18–Булава, 19 – Дербес, 20–Дана

Сурет 10 – 1% агароздық гелде ДНҚ тазалығын тексеру

Өңірімізде қатты қара күйеге тиімді төзімділік гендері бойынша жұмыстарды салыстырмалы талдау біздің жобада қолдану үшін қызығушылық тудыратын бірқатар зерттеулерді анықтады. Жұмыста Wheat Gene Catalogue, Grain Genes веб – сайттарының мәліметтер базасы және Theoretical and Applied Genetics, Plant Breeding, Euphytica журналдары пайдаланылды. ПТР талдау хаттамалары қатты қара күйеге төзімділік гендерінің тасымалдаушыларын

анықтау үшін әзірленді. Grain Genes және MAS Wheat халықаралық деректер базасын талдау негізінде бидайдың қатты қара күйеге төзімділік гендерімен байланысты молекулалық маркерлер (7 дана) таңдалды. Кесте 1 қатты қара күйеге төзімділік *Bt* – гендерінің шығу тегі, төзімді гендерді анықтау үшін қолданылатын праймерлердің сипаттамасын және олардың әдебиет деректері ұсынылған.

Кесте 1 – Қатты қара күйеге төзімділік гендерімен байланысы бар молекулалық маркерлер жинағы

Ген	Ло- ка- лиза - ция	Мар – кер түрі	Маркердің аты	Нуклеотид тізбегі	t°	ж.н. фраг менті нің мөлш ері	Әдебиет тер
Bt9	6D	SSR	Xgpw7433	GTACATGGAAAGAGACC AACA CCA CGCTGAGCAAGGACGAT AG	60° C	296	Sourdill, Pierre 2009
Bt10	6DS	SCAR	FSD RSA	GTT TTATCTTTTTATTTC CTCCTCCCCCA	44° C	275	Laroche et al., 2000
Bt10	1B, 5D, 6D, 6DS	RAPD	Xgwm469	CAACTCAGTGCTCACAC AACG CGATAACCACTCATCCA CACC	65° C	165	Roder et al., 1998 Menzies et al., 2006
Bt10	6D	SSR	Xwmc749	GGGTACAGGAGGATCTG ACAGGTCTCGTCTCCGTC TAGGTTCG	61° C	158	Somers DJ et al., 2004 Menzies et al., 2006
<i>Bt8</i> <i>Bt10</i>	3B	SSR	Xgwm114	ACAAACAGAAAATCAAA A CCCG	58° C	180	Goates et al., 2009
<i>Bt11</i>				ATCCATCGCCATTGGAG TG		160 120	
<i>Bt12</i>	1B, 3B	SSR	Xgwm264	GAGAAACATGCCGAACA ACA GCATGCATGAGAATAGG A ACTG	60° C	190	Wang et al., 2009
<i>Bt12</i>	1B, 2B	SSR	Xgwm374	ATAGTGTGTTGGATGCT GTGTG TCTAATTAGCGTTGGCTG CC	56° C	180	Wang et. al., 2009



Хаттамаларды оңтайландыру үшін реакция қоспасының құрамы және ПТР шарттары өзгерді. ПТР талдауы үшін реакциялық қоспаны оңтайландыру *Bt8,10,11, Bt9, Bt10* және *Bt12* қатты қара күйеге төзімділік гендері үшін №1 ПТР қоспасын қолдану арқылы ең айқын нәтижелер алынғанын көрсетті (кесте 2).

Кесте 2 – ПТР талдауы үшін реакциялық қоспаны оңтайландыру

Ген	№ семеси	ddH <sub>2</sub> O, µl	dNTP, µl	Taq buffer, µl	Primer-1, µl	Primer-2, µl	Taq pol, µl	DNA, µl
Bt8,10,11, Bt9, Bt10, Bt12	Қоспа-1	6,74	0,5	1,25	0,88	0,88	0,25	2,0
	Қоспа-2	6,0	0,5	1,2	1,0	1,0	0,25	2,0

Қатты қара күйеге төзімді *Bt8, 10, 11, Bt9, Bt10, Bt12* гендерін идентификациялау үшін осы гендермен байланысы бар Xgwm114, Xgprw7433, FSD/RSA, Gwm469, Xgwm264, Xgwm374 праймерлері кездесетін ПТР-қоспасы оңтайландырылған хаттамасы әзірленді.

*Tilletia Caries* (D.C.) Tul патогендеріне төзімді *Bt8,10,11, Bt9, Bt10, Bt12* гендерін идентификациялау үшін Xgprw7433, Xgwm114, Xgwm264, Xgwm374, FSD/RSA, Xgwm469 праймерлері бар ПТР хаттамасы келтірілген (кесте 3). Төзімділік *Bt9* генінің тасымалдаушыларын анықтау үшін Xgprw7433 молекулалық маркері арқылы ПТР талдауы оңтайландырылды. ПТР амплификациясының күтілетін өнімі 296 bp болды.

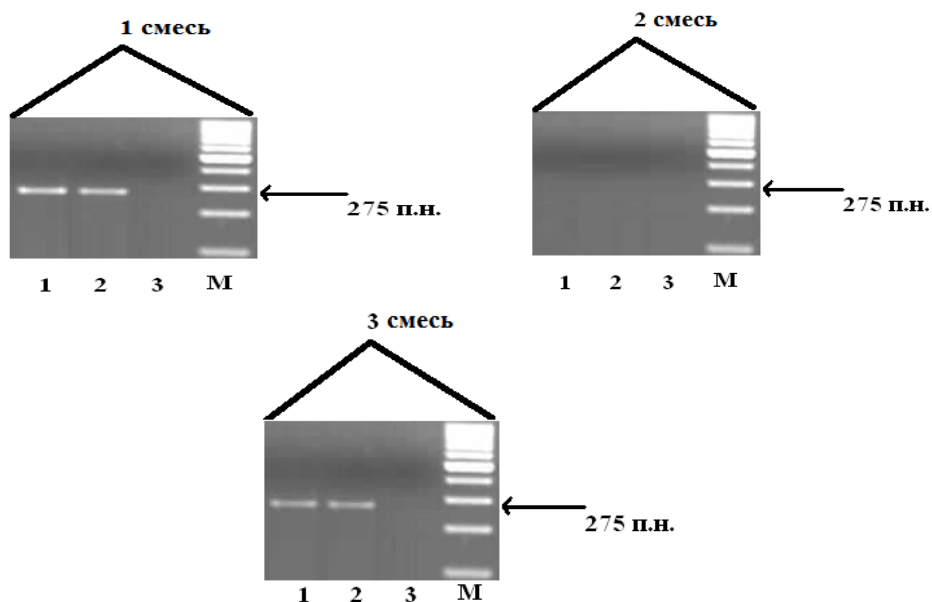
Bt9: Xgprw7433F 5'-GTACATGGAAAGAGACCAACACCA-3',  
Xgprw 7433-R 5'-CGCTGAGCAAGGACGATAG-3'.

Хаттамаларды оңтайландыру үшін реакция қоспасының құрамы ПТР қоспасының барлық компоненттерінің көлемі және реакция шарттары өзгерді.

Кесте 3 – Гендерді идентификациялауға арналған ПТР бағдарламасы

Bt-гендері	Праймер	хаттамасы	Бастапқы денатурация (°C, мин)	Циклдар саны	Денатурация (°C, сек)	Жұмсарту (°C, сек)	Экстенция (°C, сек)	Соңғы экстенция (°C, мин)
Bt9	Xgprw7433	1	94(4)	45	94(50)	42(50)	72(90)	72(7)
Bt10	FSD/ RSA	1	94(5)	40	94(30)	60(30)	72(60)	72(5)
Bt10	Gwm469		94(4)	45	94(50)	50(50)	72(90)	72(7)
Bt8 Bt10 Bt11	Xgwm114		94(4)	45	94(50)	52(50)	72(90)	72(7)
Bt12	Xgwm264		94(4)	45	94(50)	40(50)	72(90)	72(7)
Bt12	Xgwm374		94(4)	45	94(50)	55(50)	72(90)	72(7)

Хаттамаларды оңтайландыру кезінде ПТР қоспаларының 3 түрі және бір хаттама қолданылды, оның ішінде екі нұсқа оң нәтижеге әкелді (сурет 11).

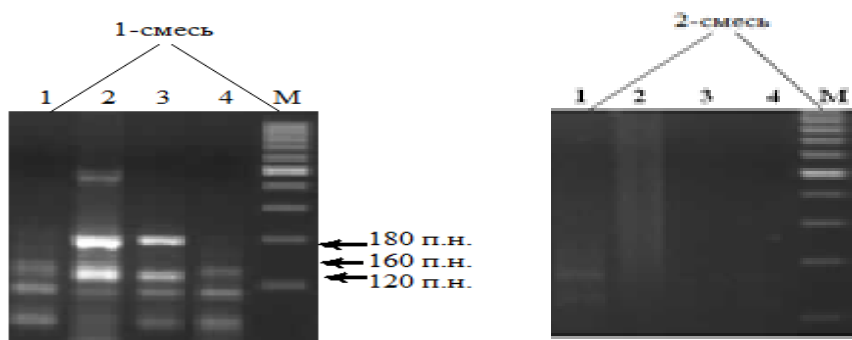


М – Молекулалық маркердің салмағы (Gene-Ruler 100 bp DNA Ladder); 1– *Bt10* (M82–625, SEL M83–162), 2– *Bt10* (M82–21–02), 3– dH<sub>2</sub>O, 2%–агароз гелы

Сурет 11 – FSD/RSA маркері арқылы *Bt10* генін ПТР амплификация хаттамасын жасау

ПТР амплификациясының 275 ж.н. өлшемдегі өнімі ПТР – ның №1 және №3 қоспасында айқын қалыптасты. ПТР – ның №2 қоспасын пайдаланғанда нәтиже алынбады.

*Bt8*, *Bt10*, *Bt11* ген тасымалдаушыларын идентификациялау үшін Xgwm114 микросателиттік праймерін қолдану арқылы ПТР оңтайландырылды. ПТР амплификациясының күтілетін өнімі 180 ж.н., 160 ж.н., 120 ж.н., құрады (сурет 12).



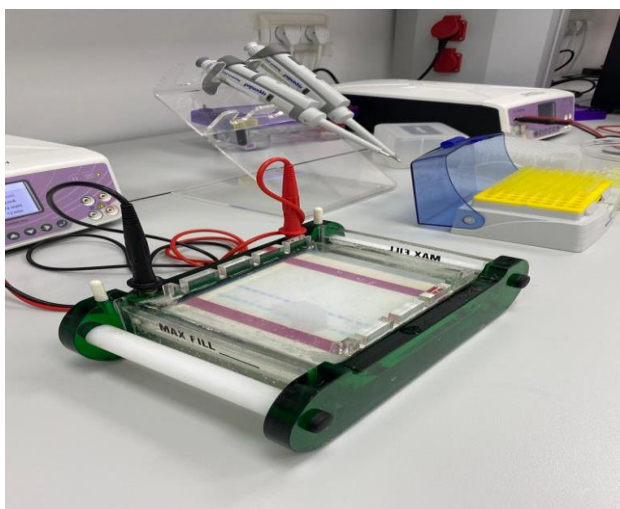
М – Молекулалық маркердің салмағы (Gene-Ruler 100 bp DNA Ladder); 1– PI 178383 (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*), 2– *Bt11* M82–2102, 3– dH<sub>2</sub>O, 2%–агароз гелы

Сурет 12 – Xgwm114 маркерін қолдану арқылы *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* гендерінің ПТР амплификация хаттамасы

Осылайша, Grain Genes, MAS Wheat, KOMUGI халықаралық деректер базасында қатты қара күйеге төзімділік гендері бар молекулалық маркерлерге

таңдау жасалды. Қатты қара күйеге төзімді *Bt8*, *Bt10*, *Bt11*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt12* ген тасымалдаушыларын анықтау үшін ПТР талдау хаттамалары әзірленді.

Төзімділікке жауап беретін *Bt* – гендерінің тасымалдаушылары арнайы әзірленген бағдарламаларды қолдану арқылы ПТР негізінде идентификацияланды. STS маркерлерін қолдану арқылы *Bt* тасымалдаушылары анықталды. ПТР үшін қажетті реакцияға түсетін қоспа көлемі 25 мкл және құрамында 2,5 мкл 10x Тақ полимераза буфері, 2,5 мкл dNTP (әр нуклеотид үшін 2,5 мМ), әрбір праймер үшін 0,5 мкл, 0,5 мкл Тақ полимераза, 18 мкл MQ–H<sub>2</sub>O бар. ДНҚ амплификациясының фрагменттерін бөлу үшін TBE–буферінде (45 мМ трисборат, 1 мМ ЭДТА, рН 8) 2% агарозада немесе 8% полиакриламидті гельдері арқылы (ПААГ) электрофорезде жүргізіледі [132]. Амплификация BioRad амплификаторінде (TM100 Thermal cycler, Syngapore) жүзеге асырылады: бастапқы денатурация – 94 °С – 5 мин; 45 цикл – 1 мин 94 °С; 1 мин – 45 °С; 2 мин –72 °С; соңғы элонгация 72 °С температурада 7 минут бойы жүргізіледі. ПТР бағдарламалары идентификацияланатын генге байланысты модификацияланды. Амплификацияланған фрагменттер 1×TBE буферінде 1,5% агарозды геле электрофорез арқылы бөлінді (сурет 13).



Сурет 13 – ПТР талдау өнімдерін анықтауда қолданылатын көлденең электрофорез аппараты

Электр тогының әсерінен ДНҚ фрагменттері геле катодтан анодқа («минустан плюске») жылжиды, олардың қозғалыс жылдамдығы өлшемге кері пропорционалды (ұсақ фрагменттер ұзақ қашықтықта жүреді). Гельдегі фрагменттердің орны ДНҚ молекуласының екі тізбегінің арасына енгізілген интеркаляция агенті этидий бромидінің флуоресценциясымен анықталады. Мынадай жабдық пайдаланылды: электрофоретикалық камера, геледі құюға арналған үстел, тұрақты ток көзі (500 В дейін), трансиллюминатор, фотокамера. Реагенттер: трис, бор қышқылы, ЭДТА, агароза, көк түсті бромфенол, ксилолцианол, сахароза, этидий бромиді және электрофорезге арналған (агароза).

## 2.2 Зерттеу жүргізілген аймақтың климаттық жағдайына сипаттама

Алматы облысының табиғи жағдайларына 5 климаттық белдеу кіреді, оларшөлді аймақтардан мәңгілік қарға дейін ұласқан. Климаты шұғыл континенттік, жазық аймақтарда қаңтар айының орташа температурасы – 15 °С айналасында болса, тау етегінде 6-8 °С дейін өзгереді; Шілде айына сәйкесінше +16 °С мөлшерден +24+25 °С дейін жоғарылайды. Жазық аймақтарда жауын – шашынның жылдық мөлшері 300 мм-ге дейін, ал тау етегі мен таулы аймақтарда жауын – шашын жылына 500 – 700 мм – ден 1000 мм – ге дейін жетеді.

Зерттеу жұмысы Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ ауылына қарасты ҚазЕӨШҒЗИ – ның тәжірибелік тәлімбақтарында жүргізілді. Алмалыбақ ауылының тәжірибелік жер телімдері географиялық тұрғыдан теңіз деңгейінен 785 м, 43° 13' 10' с.е. 76° 40' 56' ш.б.орналасқан. Топырағы сазды болып келеді, ал тау етегіндегі топырақ жамылғысы ақшыл - қоңыр түсті. Топырақтың беткі қабатындағы қарашіріктің мөлшері 3% құрайды. Тәжірибелік алқаптардың топырағы қоректік элементтермен қамтылу дәрежесі бойынша орташа мөлшерде азотпен, аз мөлшерде фосформен және жоғары мөлшерде калиймен қамтамасыз етілген. Тәжірибелік жер телімінің ауа – климаты салыстырмалы түрде орташа жұмсақ қысымен және салқын, ылғалды күзімен ерекшеленеді. Жауын – шашынның орташа көпжылдық мөлшері 414,5 мм, ауытқу шамасы 332 мм және 644 мм аралығын қамтиды. Жауын – шашынның мөлшері маусым айы бойынша тұрақты емес, негізгі бөлігі сәуір – маусым айының басында көрініс береді. Ауа – райының соңғы жылдардағы ерекшелігі жауын-шашын мөлшерінің орташа көпжылдық көрсеткіштермен салыстырғанда едәуір жоғары болуы.

Қазақстанның оңтүстік – шығыс өңірі үшін метеорологиялық жағдайлардың ауытқуы жиі байқалуда, бұл егін өнімінің әртүрлі мөлшердегі көрсеткішіне алып келеді. Сондықтан жергілікті аймақтың климаты ауылшаруашылық өсімдіктерінің өнуіне әсер етуі кезінде жоғары мөлшердегі өнімдердің қалыптасуы теориялық және практикалық тұрғыдан қызығушылық танытады. Жерге түскен жауын – шашынның мөлшері мен ауа температурасының ауытқуы жайлы деректер күздік бидайдың өсуі мен дамуы үшін қажет.

Зерттеу жұмысы жүргізілген жылдары (2018 – 2021 жж.) тәжірибелік танаптардағы өсімдіктерге ауа – климат жағдайының әсерін бағалау ҚазЕӨШҒЗИ метеобекет орталығының деректеріне сәйкес жүргізіліп отырды (кесте 4, сурет 14,15).

2018 жылғы күз мезгілінің басы (қыркүйек) күздік дақылдарды егу үшін қолайлы болды. Орташа тәуліктік температура нормадан 1,3°С жоғары болса, жауын – шашын мөлшері 3,0 мм – ге жоғары көрсеткішпен ерекшеленді. Қазан айында ауа райы әдеттегі көрсеткіштерден салқын болды (2,7°С), ал жауын-шашынның мөлшері нормадан молырақ кездесті (нормадан 24 мм жоғары). Қараша айында бұл үрдіс жалғасын тапты. Ауаның орташа айлық температурасы нормаға жақын болған кезде жауын-шашын мөлшері нормадан

(30 мм) 2 есеге (60 мм) асып түсті. Желтоқсан айынан басқа кезде қыс мезгілі қарлы болды.

2019 жылдың қаңтар және ақпан айларында жауын – шашын мөлшері әдеттегі нормадан 2 есе жоғары көрсеткішпен ерекшеленді. Күздік дақылдардың өскіндерінің тіршілікке қабілеттілігі қанағаттанарлық деп бағаланды. 2019 жылдың ерте көктемінде (наурыздың бірінші онкүндігі) ауаның орташа тәуліктік температурасы нормадан 6 – 7°C-қа жоғары (0,7°C) болды. Одан әрі наурыздың екінші онкүндігі жылы (8°C) және құрғақ ауа райымен сипатталды. Жалпы алғанда, бір айдағы жауын – шашын көрсеткіші нормадан 17 мм – ге (48,8 мм) төмен болды. Сәуірде ауа температурасы нормадан 2°C – қа , жауын – шашын мөлшері 4 есеге (56,5 мм.) жоғары болды. Алайда мамыр айында жауын – шашын тапшылығы байқалды (нормадан 2 есе аз).

Маусым айында жауын – шашын мөлшері нормадан (53,9 мм) 2 есеге артып, арамшөптердің дамуын ықпал берді. Шілденің бірінші және екінші онкүндігінде ауа температурасының айтарлықтай жоғарылауы (32 – 35°C) байқалды, бұл көпжылдық орташа деңгейден 8 – 9°C – қа жоғары және ауаның салыстырмалы ылғалдылығын 39 – 68% – ға дейін төмендетті. Ұзақ уақытқа созылған құрғақшылық өсімдіктердің даму қарқындылығын тежеді. Кейіннен егіннің пісіп жетілуі жеделдеді және толыққанды дақылдың қалыптасуына аурулардың кері әсері барынша азайтылды. Дәнді дақылдарды жинау ерте басталды: маусымның аяғында – шілденің бірінші онкүндігінде және қысқа мерзімде өтті.

Тамыз айында ауаның орташа тәуліктік температурасы нормадан 2,8°C жоғары көрсеткішпен тіркелді. Ай ішінде жауын – шашынның мөлшері 21,2 мм құрады. Қыркүйек айында 67,2 мм қалыпты жауын – шашын байқалды, бұл соңғы жылдары сирек кездесетін жағдай. Сонымен қатар, айдың 3 – ші онкүндігінде ауа температурасы көпжылдық орташа мәндерден 7°C – қа жоғары екенді анықталды. Осының бәрі күздік дақылдарды егуге қолайлы жағдай туғызды.

2019 жылғы күздің бірінші жартыжылдығында күздік дақылдарды егу үшін қолайлы жағдайлар болды. Қыркүйек (67,2 мм) және қазан (44,7 мм) айларында жауын – шашын мөлшері нормадан сәйкесінше 4,2 және 1,5 есеге арта түсті. Қараша айында 32,6 мм жауын – шашын түсімі байқалды, бұл орташа көпжылдық нормаға (30,1 мм) сәйкес келді. Осы көрсеткіштердің барлығы күздік дақылдардың жақсы дамуы үшін жеткілікті ылғал қорымен қамтамасыз етті.

Қыс айлары, әсіресе 2019 жылдың желтоқсаны мен 2020 жылдың ақпаны жауын – шашынның молдығымен сипатталды, бұл күздік дақылдардың қанағаттанарлықтай қыстап шығуын қамтамасыз етті.

Көктемде наурыздың екінші онкүндігінде ауаның орташа тәуліктік температурасы 10°C-тан асты (нормадан 9,6°C жоғары). Бұл өсімдік жамылғысының қалпына келуін жеделдетуге ықпал етті. Сәуір және мамыр айларында бұл үрдіс сақталды. Сондай – ақ жауын – шашын мөлшері нормадан

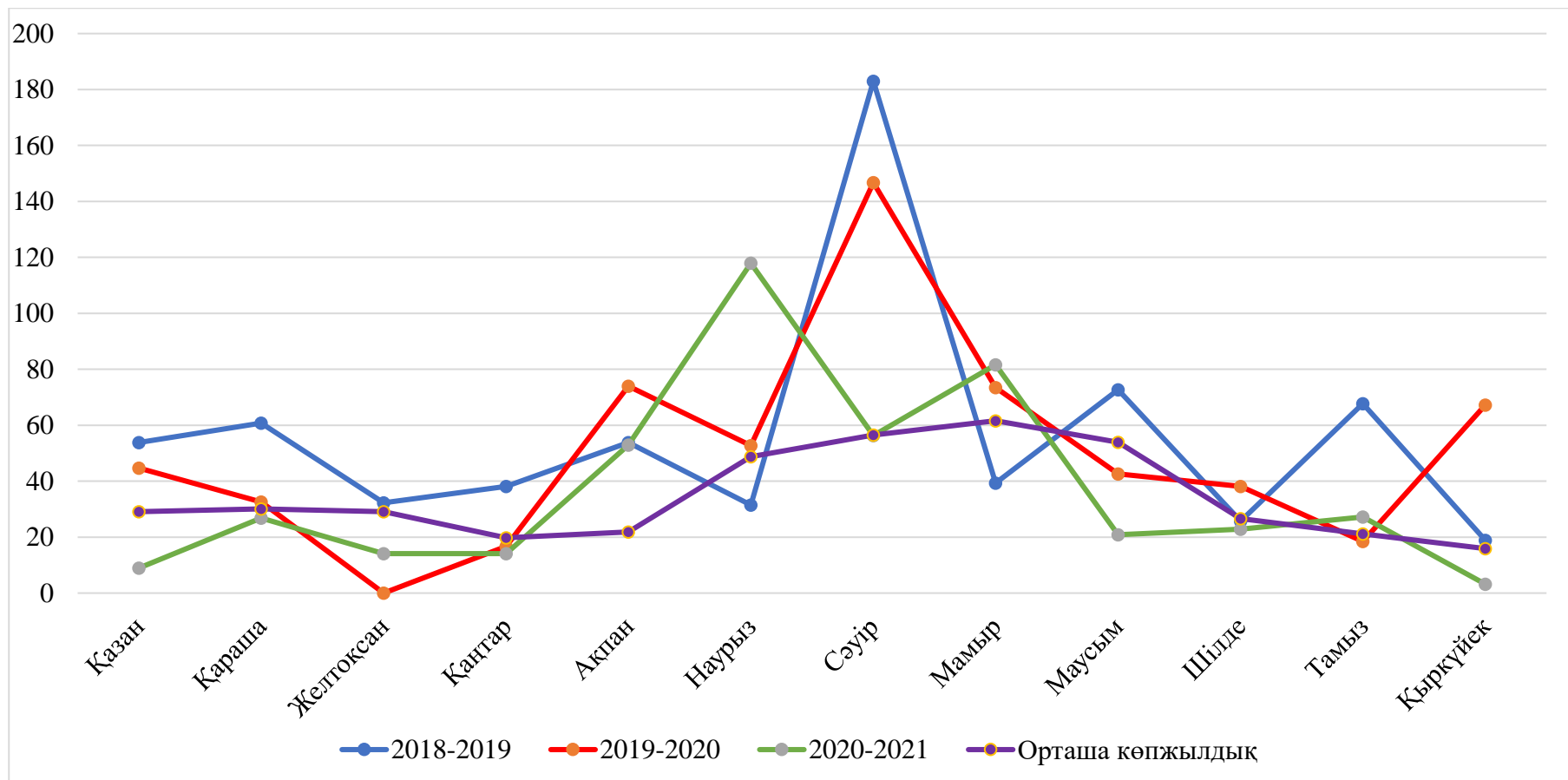
сәйкесінше 2,6 және 1,2 есеге артып, зиянды организмдердің көбірек таралуына ықпал етті.

Жаздың басы орташа көпжылдық мәндерден ауа температурасының 1,4 – 1,8°C-қа жоғарылауымен сипатталды.

Тамыз айында ауаның орташа тәуліктік температурасы нормадан 0,9°C – қа жоғары болды. Осы айда жауын – шашын мөлшерінің түсімі нормадан (– 2,7 мм) төмен көрсеткішпен байқалды. Қыркүйек айында 3,2 мм қалыпты жауын – шашын түсімі орын алды, бұл соңғы жылдары сирек кездесетін жағдай. Сонымен қатар, айдың 3 – ші онкүндігінде ауа температурасы көпжылдық орташа мәндерден 2,4°C – қа жоғары болды. Бұл көрсеткіштердің барлығы егін жинауға қолайлы жағдай туғызды (кесте 4).

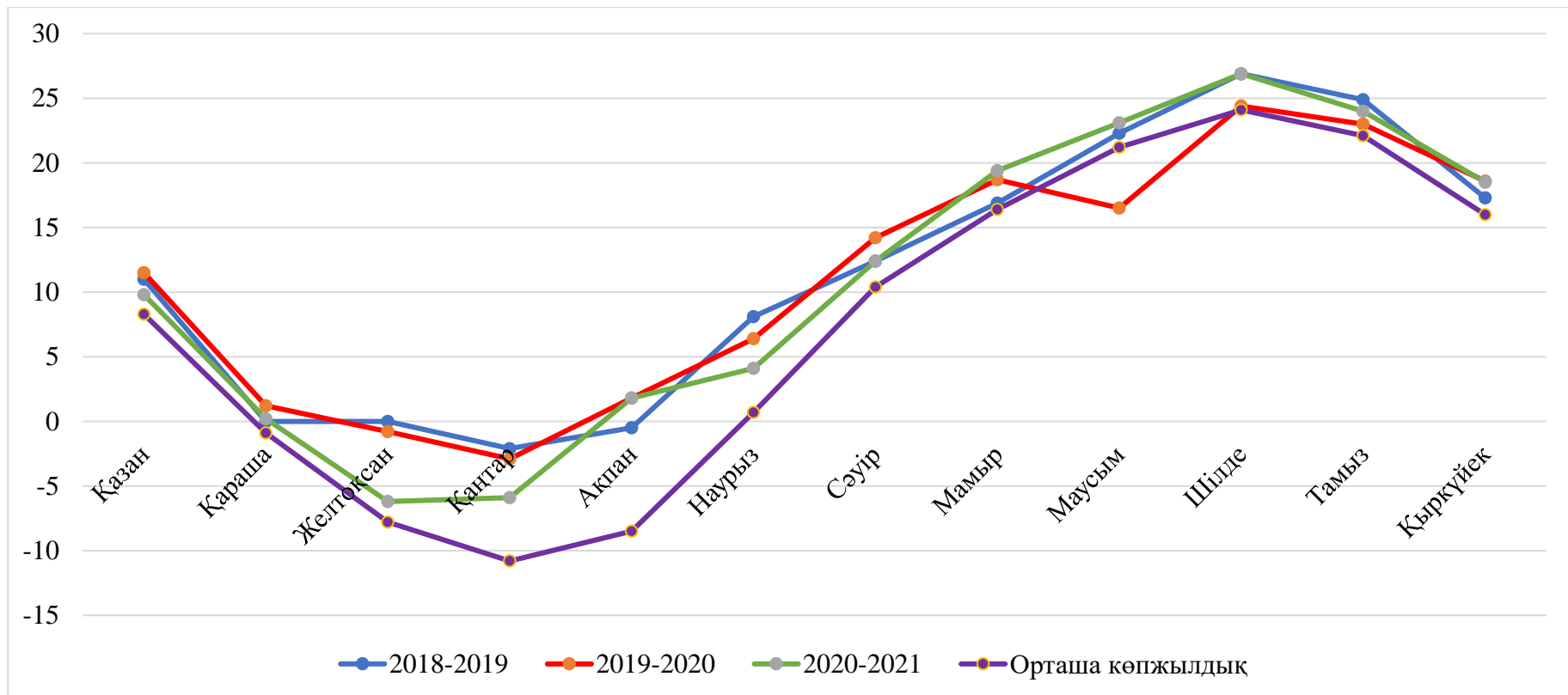
Кесте 4 - Бидайдың вегетациялық кезеңдеріндегі негізгі метеорологиялық көрсеткіштері, Алматы облысы, Алмалыбақ ауылы 2018-2021 жж (ҚазЕӨШҒЗИ метеобекетінің деректері бойынша)

Айлар	Жауын-шашын, мм				Ауа температурасы, °С			
	Зерттеу жүргізілген жылдар			Орташа көпжылдық	Зерттеу жүргізілген жылдар			Орташа көпжылдық
	2018-2019	2019- 2020	2020-2021		2018-2019	2019-2020	2020-2021	
Қазан	53,8	44,7	8,9	29,1	11,0	11,5	9,8	8,3
Қараша	60,8	32,6	26,8	30,1	0,0	1,2	0,2	-0,9
Желтоқсан	32,3	50,1	14,1	29,1	-2,8	-0,8	-6,2	-7,8
Қаңтар	38,1	16,7	14,1	19,8	-2,1	-2,9	-5,9	-10,8
Ақпан	53,8	74,0	52,9	21,9	-0,5	1,8	1,8	-8,5
Наурыз	31,5	52,7	117,9	48,8	8,1	6,4	4,1	0,7
Сәуір	183,0	146,7	56,3	56,5	12,4	14,2	12,4	10,4
Мамыр	39,3	73,5	81,6	61,6	16,9	18,7	19,4	16,4
Маусым	72,7	42,6	20,9	53,9	22,3	16,5	23,1	21,2
Шілде	25,7	38,1	22,8	26,6	26,9	24,4	26,9	24,1
Тамыз	67,7	18,5	27,2	21,2	24,9	23,0	24,0	22,1
Қыркүйек	18,9	67,2	3,2	15,9	17,3	18,6	18,5	16,0
Барлық жыл бойынша	677,6	657,4	446,7	414,5	134,4	132,6	128,1	91,2



Сурет 14 – Бидайдың вегетация кезеңдерінде жауын – шашынның түсу динамикасы (2018 – 2021 жж.), мм.





Сурет 15 – Бидайдың вегетация кезеңдерінде ауа температурасының өзгеру динамикасы (2018 – 2021 жж.), мм.

2020 жылдың күзгі – қысқы кезеңінде температура орташа көпжылдық мәндерден қыркүйекте 0,8 °С – қа, қазанда 1,5 °С – қа асып кетті, ал қараша және желтоқсанда – 0,7 °С және –1,6 °С – қа тиісінше күрт төмендеді. Қыркүйек айында жауын – шашын мөлшері өз деңгейінде болса, ал қазанда жауын – шашын мөлшері нормадан өте төмен деңгеймен тіркелді – 20,2 мм, қарашада – 3,3 мм және желтоқсан үшін – 15 мм.

2021 жылдың қаңтары нормаға сәйкес келді. Ақпан айы Алматы облысы үшін өте жылы температурамен ерекшеленді + 1,8 °С, жауын – шашын мөлшері 52,9 мм, нормадан 31 мм – ге жоғары.

Көктем мезгілі жылы, бірақ салқын ауа райының қайта оралуымен наурыз айының үшінші онкүндігінде ауаның орташа тәуліктік температурасы 8,5°С болды, нормадан 4,3°С – қа жоғары. Наурыз айының үшінші онкүндігінде жауын – шашын 117,9 мм мөлшерінде түсті және нормадан 69,1 мм – ге асып түсті. Бұл өсімдіктің бастапқы вегетация кезеңінің қалпына келуін жеделдетуге ықпал етті. Сәуір және мамыр айларында бұл үрдіс жалғасты. Сонымен қатар, мамыр айында жауған жауын – шашын мөлшері сәйкесінше нормадан 20 мм – ге асып, зиянды организмдердің көбірек таралуына ықпал етті.

Жаз мезгілінің басы ауа температурасының орташа көпжылдық мәннен 0,9 – 2,9°С–қа жоғарылауымен сипатталды. Жаз мезгілінің маусым, шілде айларындағы жауын–шашынның тапшылығы келесі айларда температуралық фонның сақталуына әкелді, жауын–шашын тек шілдеде қалыпты деңгейде түсті.

Тамыз айында ауаның орташа тәуліктік температурасы нормадан 1,9°С – қа жоғары болды. Ай ішінде 27,2 мм мөлшерінде жауын – шашын түсті. Қыркүйек айы үшін 1,6 мм мөлшерінде жауын – шашын түсті өз кезегінде нормадан – 14,3 мм – ге аз, бұл соңғы жылдары сирек кездесетін жағдай.

Қорыта келе 2018 жылы жауын-шашынның мөлшері нормадан молырақ кездесті (нормадан 24 мм жоғары). Бұл қатты қара күйе спораларының дамуына қолайлы жағдай туғызды. 2019 жылдың қаңтар және ақпан айларында жауын – шашын мөлшері әдеттегі нормадан 2 есе жоғары көрсеткішпен ерекшеленді. Шілденің бірінші және екінші онкүндігінде ауа температурасының айтарлықтай жоғарылауы (32 – 35°С) өсімдіктердің даму қарқындылығын тежеді. 2019 жылдың желтоқсаны мен 2020 жылдың ақпаны жауын – шашынның молдығымен сипатталды, бұл күздік дақылдардың қанағаттанарлықтай қыстап шығуын қамтамасыз етті және бидай сорттарының *Tilletai caries* (D.C.) Tul патогендерімен залалдануына қолайлы жағдай туғызды. 2021 жылы жауын-шашын мөлшерінің күз айларында төмен болуы және көктем мен жаз айларында ауа температурасының нормадан жоғары көрсеткішпен тіркелуі бидай сорттарының биомасса индексі көрсеткіштерінің төмендеуіне алып келді.

### 3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ

#### 3.1 Бидай үлгілерінің қатты қара күйеге (*Tilletia caries* (D.C.) Tul.) төзімділігі

3.1.1 Жасанды індеттік ортада қазақстандық бидай сорттарының *Tilletia caries* (D.C.) Tul. патогеніне төзімділігі

Бір – бірімен тығыз байланысты екі қоздырғыш *Tilletia caries* (D.C.) Tul. & C. Tul. (syn. *Tilletia tritici* (Bjerk.) G. Winter) және *T. laevis* J.G. Kühn (syn. *T. foetida* (Wallr.) Liro) қатты қара күйе ауруын тудырады. Бұл қоздырғыштар облигатты паразиттер болып табылады. Қара күйе саңырауқұлақтары *Ustilaginales* отрядының және *Tilletiaceae* тұқымдасының гетеробазидиомицеттеріне жатады және сырттай қарағанда споралары, өну талаптары, белгілері және тіршілік циклдері ұқсас болып келеді. Қазақстанның бидай өсіретін оңтүстік аймақтарында *Tilletia caries* (D.C.) Tul кең таралса, *T. laevis* J.G. Kühn қоздырғышы солтүстік аймақтарда кездеседі [133]. *T. caries* және *T. laevis* бір – бірінен тек спора қабырғасының белгілерінің айқын айырмашылығымен ерекшеленеді: *T. laevis* – тегіс экзоспора болса, ал *T. caries* – тор тәрізді экзоспора (кесте 5).

Кесте 5 – *Tilletia caries* және *Tilletia laevis* телиоспораларына сипаттама

	<i>Tilletia caries</i>	<i>Tilletia laevis</i>
Диаметрі	14 – 23,5 мкм	14 (13) – 22 мкм
Пішіні	Көбінесе споралары шар тәрізді, сонымен қатар жартылай шар тәрізді немесе жұмыртқа тәрізді.	Шар тәрізді, жұмыртқа тәрізді немесе кейде ұзартылған
Түсі	Ашық сарыдан сұрға дейін немесе қою–қоңырға дейін	Ашық қоңырдан қою зәйтүн қоңырға дейін
Экзоспора	Тереңдігі 0,5–1,5 мкм әртүрлі диаметрлі, қабығы көп қырлы, торлы.	Қабығы тегіс

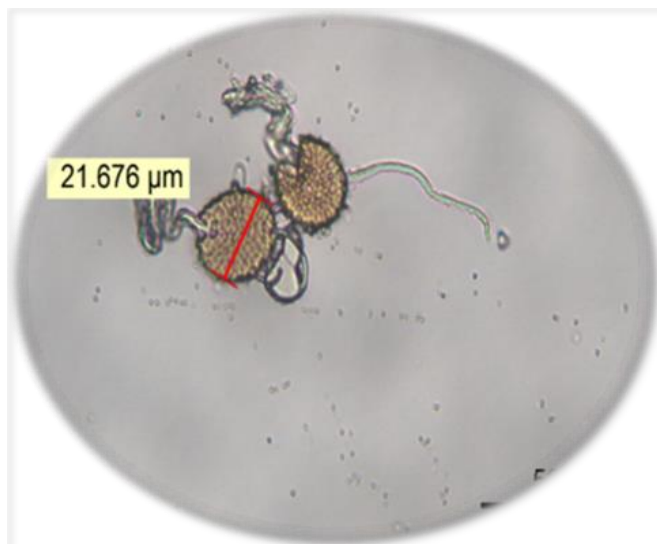
Зерттеу жұмысы жүргізілген 2019 – 2022 жылдары шетелдік тағылымдамадан өту барысында «Аграрлық білім мен секторды іске асыру мүмкіндіктері: АНІЛАВ.А4.21.002» жобасы аясында Түркия мемлекеті, Анкара қаласының «Өсімдіктерді қорғау бойынша орталық ғылыми – зерттеу институтында» қатты қар күйе қоздырғыштарының морфологиялық белгілерін «тұқымды шаю» әдісі негізінде анықтадық (сурет 16). Бұл әдіске сай егіс алқабынан жинап алынған үлгілер зертханаға жіберіледі. Бидай үлгісінен 50 г (шамамен 400 дән) тұқым біркелкі алынып, пробиркаға салынады. Зерттеуге алынған 400 дән (8 қайталау x 50 тұқым) пробиркаларға салынып сол дәндердің мөлшерінде дистельденген су құйылады. Споралардың суспензиясын алу үшін пробирканы механикалық түрде 10 минут шайқайды. Шайқаудан кейін пробиркада тұқымдардың беткі бөлігінде пайда болған суспензияны басқа пробиркаға бөліп алады. Суспензиясы бар пробирканы 3000 айналым/мин

центрифугаға 20 минут уақытқа қояды. Центрифугадан кейін түзілген тұнбаның артық суын алып тастайды, ерітінді бөлігін пипеткамен алып, микропрепарат дайындайды. Осылайша жарық микроскопының көмегімен спораларының морфологиялық белгілерін анықтадық.



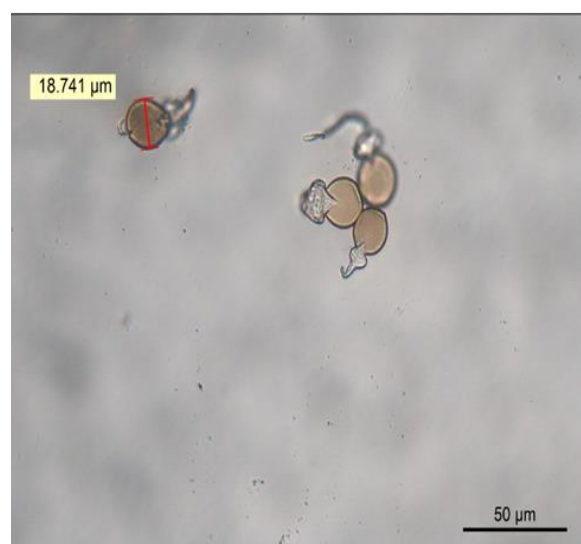
Сурет 16 – Қатты қара күйе қоздырғыштарының морфологиялық белгілерін анықтауда қолданылатын құралдар

Телиоспоралардың морфологиясы *Tilletia* тұқымдасының түрлерінің таксономиясы мен классификациясының негізі болып табылады. Көп жағдайда түрлерді жіктеу жарық микроскопиясының көмегімен іске асады (сурет 17).



a)

a – *Tilletia caries* (D.C.) Tul,



b)

b – *Tilletia laevis* J.G. Küh

Сурет 17 – Қатты қара күйе қоздырғыштары

Тұқымды шаю әдісі негізінде дайындалған микропрепараттан жарық микроскопы арқылы байқалған *T. caries* спорасының диаметр мөлшері 16,317–21,676 мкм аралығын құрады. Ал *T. laevis* спораларының диаметр мөлшері 18,741–19,350 мкм аралығында болды.

Қазіргі таңда қатты қара күйе ауруы Еуропаның солтүстік – батысында, Белоруссия, Украинаның батыс облыстарында, Сібір және Қиыр Шығыста, Қазақстанның бидай өсіретін аймақтарында жиі кездеседі. Ауру ылғалды, орташа жылы және қалыпты суық климаты бар аймақтармен шектеледі. Соңғы кездері қатты қара күйеден күздік бидайдың өнімділік шығыны 3,4–тен 1,35% - ға кемісе, ал жаздық бидайда 3,45 – тен 0,42% – ға төмендеді [134].

Қатты қара күйеге төзімділік селекциясының негізгі мәселесі генетикалық әртүрлі донорлар мен тиімді көздер санының аздығында. Төзімділікке жауап беретін гендер санының аздығы, өсімдіктің ауруға сезімтал болуына әкеледі. Ол үшін төзімділіктің гендік донорларын іздеуге ерекше көңіл бөліп, генофондты жан – жақты зерттеп, селекция бағдарламасында генетикалық әртүрлілікті пайдалану қажет.

Бидай үлгілерінің *Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне төзімділікті сынау жұмысы 2019-2021 жылдар аралығында Алматы облысы, Алмалыбақ ауылы, Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми–зерттеу институтының танаптық жасанды індет аясында жүргізілді. Жасанды індеттік ортада өндірісте еуге рұқсат етілген 50 қазақстандық жұмсақ бидай сортына фитопатологиялық баға берілді (кесте 6). Күздік бидайларды инокуляциялау үшін сол жылғы Алматы облысының егіс алқаптарынан жинап алынған *Tilletia caries* споралары қолданылды. Күздік бидайларға фитопатологиялық баға беру балауызданып немесе толық пісіп жетілу кезеңдерінде жүргізілді.

Кесте 6 – Алматы облысының *Tilletia caries* популяциясына қазақстандық бидай үлгілерінің төзімділігі, Алматы облысы, Алмалыбақ, 2019-2021 ж.ж.

Сорт	Залалдану деңгейі %				Фитопатологиялық бағалау	
	2019 ж	2020 ж	2021ж	Орта мәні	Шкала бойынша	Бағалау түрі
1	2	3	4	5	6	7
Анара 73	62	62	0	41,3	3	S
Жетысу	13	10	0	7,7	1	MR
Алихан	24	36	15	25,0	3	S
Даулет	61	71	48	60,0	4	HS
Нуреке	12	19	0	10,3	2	MS
Сапалы	0	0	0	0,0	0	R
Раминал	0	4	0	1,3	1	MR
Красноводопадская 25	0	2	81	27,7	3	S
Динара	0	0	0	0,0	0	R
Егемен 20	0	6	0	2,0	1	MR
Карасай	0	0	0	0,0	0	R

6 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
Красноводопадская 210	24	58	3	28,3	3	S
Реке	32	68	0	33,3	3	S
Тәлім	0	0	0	0,0	0	R
Президент	68	49	14	43,7	3	S
Қызылбидай	0	0	0	0,0	0	R
Наз	0	5	0	1,7	1	MR
Егемен	49	58	0	35,7	3	S
Богарная 56	22	27	1	16,7	2	MS
Алмалы	25	49	6	26,7	3	S
Алия	42	70	6	39,3	3	S
Мереке 75	0	0	2	0,7	0	R
Мереке 70	35	30	0	21,7	2	MS
Маншук	0	22	0	7,3	1	MR
Жалын	10	21	0	8,3	2	MR
Казахстанская 25	0	0	0	0,0	0	R
Акмола 40	53	38	21	37,3	3	S
Казахстанская 16	18	5	3	8,7	2	MR
Целинная 24	27	20	17	21,3	2	MS
Целинная 50	7	4	3	4,7	1	MR
Женис	0	0	0	0,0	0	R
Астана	0	0	0	0,0	0	R
Целинная 20	12	9	7	9,3	1	MR
Казахстанская 20	0	0	0	0,0	0	R
Арай	47	65	6	39,3	3	S
Целинная 21	15	25	8	16,0	2	MS
Акмола 3	38	29	13	26,7	3	S
Карабалыкская 92	12	0	11	7,7	1	MR
Шортандинская 2012	23	15	7	15,0	2	MS
Целинная 50	2	5	3	3,3	1	MR
Қазақстан 75	10	16	0	8,7	1	MR
Шортандинская 42	45	34	12	30,3	3	S
Акмола 3	7	8	4	6,3	1	MR
Карабалыкская 101	0	2	0	0,7	0	R
Шортандинская 95	29	21	24	24,7	2	MS
Казахстанская 10	0	0	0	0,0	0	R
Шортандинская 2007	34	28	6	22,7	2	MS
Ақтобе	18	10	12	13,3	2	MS
Целинная 26	25	11	6	14,0	2	MS
Раннеспелная	51	33	5	29,7	3	S

Жасанды індеттік ортада *Tilletia caries* патогеніне 12 сорт жоғары төзімді деп ерекшеленді [135]. Олар: Сапалы, Динара, Карасай, Тәлім, Қызылбидай, Мереке 75, Казахстанская 25, Женис, Астана, Казахстанская 20, Карабалыкская 101 және Казахстанская 10. Сонымен қатар Алматы облысы жағдайында 2021–ші жылғы зерттеулерімізде Динара, Карасай, Тәлім, Қызыл бидай, Казахстанская 25 және Сапалы сорттары *Tilletia caries* патогеніне жоғары төзімді деп табылды.

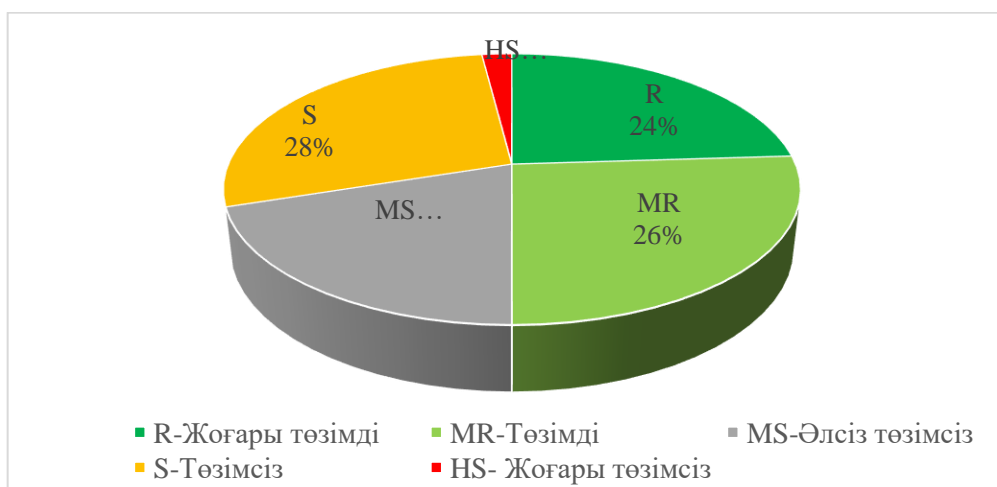
Қатты қара күйеге MR белгісімен төзімді деп есепке алынғандар 13 сорт, олар: Раминал, Егемен 20, Наз, Маншук, Целинная 50, Целинная 20, Карабалыкская 92, Целинная 50, Қазақстан 75, Жетысу, Жалын, Казахстанская 16 және Акмола 3.

*Tilletia caries* қоздырғышымен 10,3 –24,7% аралығында залалданып әлсіз төзімсіз деп танылған сорттар Нуреке, Богарная 56, Мереке 70, Целинная 24, Целинная 21, Шортандинская 2012, Шортандинская 95, Шортандинская 2007, Ақтобе және Целинная 26.

Танап жағдайында ауруға 25 – 43,7 % аралығындағы көрсеткішпен төзімсіз деп анықталған сорттар Анара 73, Алихан, Красноводопадская 25, Красноводопадская 210, Реке, Президент, Егемен, Алмалы, Алия, Акмола 40, Арай, Акмола 3, Шортандинская 42 және Раннеспелная. Қатты қара күйе ауруымен 60% деңгейде залалданып жоғары төзімсіздік танытқан Даулет сортының бағалану шкаласы 4 балды құрады.

Қатты қара күйе *Ustilaginales* қатары фрагмобазидиомицеттер класс тармағына жатады. Фрагмобазидиомицеттер класс тармағы тат саңырауқұлақ қатарына жататын *Puccinia tritici Erikss* қоздырғышынада отандық бидай сорттарының басым бөлігі төзімсіздік танытқанын көруге болады [136].

Фитопатологиялық скрининг нәтижесінде Кривченканың шкаласы бойынша зерттелген 50 сорт келесі топтарға бөлінді: жоғары төзімділер (24%), төзімділер (26%), әлсіз төзімсіздер (20%), төзімсіздер (28%), жоғары төзімсіздер (2%) (сурет 18).



Сурет 18 – Танаптық жасанды індет аясында отандық бидай үлгілерінің қатты қара күйемен залалдану топтары

Қорыта келе жасанды індеттік ортада отандық бидай сорттарынан қатты кара күйеге 12 сорт жоғары төзімділік танытты, 13 сорт ауруға төзімді деп ерекшеленді. *Tilletia caries* қоздырғышына 10 сорт әлсіз төзімсіз деп анықталса, 14 сорт төзімсіз (S) деп есепке алынды және ауруға жоғары төзімсіздік (HS) танытқан 1 сорт (Дәулет) анықталды.

3.1.2 Жасанды індеттік ортада шетелдік бидай үлгілерінің қатты кара күйеге төзімділігін сынау

Астық өндірісінде химиялық препараттардың қысқаруы, ауыл шаруашылығының органикалық бағытқа қарай заманауи қозғалысы ауыл шаруашылығы өндірісінде түбегейлі өзгерістерді талап етті [137]. Тұқымдарды химиялық өңдеудің жетіспеуі (тұқымды химиялық өңдеуге органикалық сертификаттау стандарттары бойынша тыйым салынған) көптеген тұқым ауруларының, соның ішінде бұрын химиялық жолмен бақыланатын қатты кара күйенің қайта дамуына себеп болды. Бүгінгі диқандар мен ғалымдардың алдында, бұрынғыдай, қатты кара күйені бақылау мәселесі әлі тұр. Қазіргі таңда өсірілетін сорттардың көпшілігі қатты кара күйенің бір немесе бірнеше нәсіліне сезімтал болып келеді. Бұл төзімділіктің жаңа көздерін іздеуді қажет етеді. Қатты кара күйеге төзімділіктің көптеген көздері бар бірақ олардың агрономиялық құнды көрсеткіштері төмен. Бұл өз кезегінде бір уақытта агрономиялық төмен көрсеткіштерді жоя отырып, қатты кара күйеге төзімділік гендерін енгізуді қажет етеді. Осылайша, өсімдіктің төзімділігін пайдалану бидай селекциясының қатты кара күйеге қарсы ең тиімді, ұзақ мерзімді және экологиялық таза стратегиясы.

Отандық ғалымдардың 2018 жылғы зерттеулерінде отандық және шетелдік күздік бидайдың 21 сортын қатты кара күйеге иммунологиялық бағалау жүргізген. Шетелдік 2 сорт – Қиял (Қырғызстан) және Сұлтан (Түркия) қатты кара күйеге төзімділік танытып, орташа залалдануы 6,4–7,1% құрайтыны анықталды [138]. Астық дақылдарының қатты кара күйден қорғаудың ең негізгі әдісі тұқымды екпей тұрып өңдеу. Бұл бағыттағы жұмыстар Қазақстанның бидай өсіретін оңтүстік – шығыс, солтүстік, солтүстік – шығыс аймақтарында өткен ғасырдың 50 – ші жылдарынан бері зерттеліп келеді. Қазіргі таңда көптеген шаруа қожалықтарында қатты және тозанды кара күйеден қорғану үшін тұқымды препараттармен өңдеу кең тараған. Жүргізілген зерттеулер барысында қатты кара күйеге төзімді донорлардың аз болуы селекция бағдарламасына ауруға қарсы материал ретін *Vt8*, *9*, *10* гендері бар бидай сорттарын іздестіруді қажеттігін көрсетті [139-142].

Қазақстанда өндірісте өсіруге рұқсат етілген өнімділігі жоғары кейбір бидай сорттары қатты кара күйенің нәсілдеріне сезімталдылық танытады. Сол үшін *Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне төзімді донорларды іздестіру мақсатында шетелдік (Болгария, Румыния, Венгрия, СҮММІТ) бидай үлгілерін жергілікті қатты кара күйе популяциясына сынадық.

Бидай үлгілерін жасанды түрде залалдау үшін Алматы облысының бидай өсірілетін алқаптарынан жинап алынған *Tilletia caries* (D.C.) Tul спорасы



пайдаланылды (сурет 19). Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының зертханасында А.И. Богардта–Анпилогованың әдісі негізінде електен өткізілген қатты қара күйе (*Tilletia caries* (D.C.) Tul) спорасын шетелдік бидай үлгілерімен арғластырдық. Инокуляцияланған тұқым Алматы облысы, Алмалыбақ ауылында орналасқан Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы институтының тәжірибелік танабында егілді.



Сурет 19 – Қатты қара күймен залалданған бидай масағы (а), споралары бар ашық түйіршіктер және залалданбаған бидай дәндері (b)

Зерттеу жұмысы жүргізілген 2019 – 2021 жылдар аралығында шетелдік (Болгария, Румыния, Венгрия) бидай үлгілерінің қатты қара күйеге төзімділігіне фитопатологиялық баға берілді (кесте 7).

Кесте 7 – Танап жағдайында шетелдік бидай үлгілерінің қатты қара күйеге төзімділігі, Алмалыбақ 2019 –2021ж.ж.

Сорт	Залалдану деңгейі %					Фитопатологиялық бағалау	
	Шығу тегі	2019 ж	2020 ж	2021ж	Орта мәні	Шкала бойынша	Бағалау түрі
1	2	3	4	5	6	7	8
Клара	BGR	0	0	27	9	1	MR
Демейфа	BGR	2	0	9	4	0	R
Аиика	BGR	12	10	7	10	1	MR
Антоновка	BGR	63	78	80	74	4	HS
Албена	BGR	10	0	0	3	0	R
Лазарка	BGR	23	30	21	25	3	S
Неда	BGR	17	20	7	15	2	MS
Калина	BGR	50	49	0	33	3	S

## 7 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
Кристал	BGR	36	16	24	25	3	S
Карат	BGR	24	0	0	8	1	MR
Галатея	BGR	50	6	20	25	3	S
Свилена	BGR	4	36	2	14	2	MS
Златица	BGR	15	7	2	8	1	MR
Тодора	BGR	11	9	2	7	1	MR
Драгана	BGR	16	16	0	11	2	MS
Карина	BGR	60	24	21	35	3	S
Енола	BGR	14	0	0	5	0	R
Кристи	BGR	9	13	8	10	2	MS
Ивета	BGR	45	19	13	26	3	S
Мерилин	BGR	34	32	19	28	3	S
Ласка	BGR	49	29	0	26	3	S
Корона	BGR	10	11	7	9	1	MR
Болерка	BGR	58	37	3	33	3	S
Милена	BGR	12	13	0	8	1	MR
Слава	BGR	35	64	18	39	3	S
Победа	BGR	17	23	6	15	2	MS
Юнак	BGR	31	37	3	24	2	MS
КМ 135	BGR	32	57	4	31	3	S
Гей-1	BGR	2	11	5	6	1	MR
Царева	BGR	13	20	0	11	2	MS
Гинес	BGR	9	15	0	8	1	MR
Боряна	BGR	43	41	9	31	3	S
Диамант	BGR	30	40	0	23	2	MS
Фермер	BGR	33	56	24	38	3	S
Садова 1	BGR	0	1	0	0	0	R
Садова 772	BGR	47	83	22	51	4	HS
Ati	HU	0	4	0	1	0	R
Békés	HU	0	0	0	0	0	R
Berény	HU	0	13	0	4	0	R
Kalász	HU	7	45	3	18	2	MS
Körös	HU	24	58	23	35	3	S
Mentor	HU	7	40	15	21	2	MS
Hajnal	HU	9	51	21	27	3	S
Göncöl	HU	8	64	0	24	2	MS
Tisza	HU	17	79	0	32	3	S
Csillag	HU	0	52	0	17	2	MS
Futár	HU	23,5	38	0	21	2	MS
Fény	HU	4	66	0	23	2	MS
Pilis	HU	0	8	0	3	0	R

## 7 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
Petur	HU	0	0	3	1	0	R
Garaboly	HU	3	19	2	8	1	MR
Szala	HU	0	43	0	14	2	MS
Szemes	HU	38,6	59,3	0	33	3	S
Vitorlás	HU	7	2	2	4	0	R
Rege	HU	0	0	0	0	0	R
Rába	HU	18	0	0	6	1	MR
Rozi	HU	18	72	4	31	3	S
PARTENER	RO	2	0	0	1	0	R
RETEZAT	RO	45	82	0	42	3	S
02429GP-1	RO	0	0	0	0	0	R
F08126G1	RO	0	0	0	0	0	R
F08245G1	RO	0	43	0	14	2	MS
F06659G-1	RO	4	19	0	8	1	MR
F06393GP10	RO	8	18	0	9	1	MR
F08347G8	RO	5	0	0	2	0	R
F08034G1	RO	0	0	0	0	0	R
F07270G2	RO	0	0	0	0	0	R
338-K1- 1//ANB/BUC/3 /GS50A/4/059E//J AGGER /PECOS/5/ZARG ANA-4	TR	1	0	16	5,7	1	MR
338-K1- 1//ANB/BUC/3/ GS50A/4/059E//J AGGER/ PECOS/5/ZARG ANA-4	TR	1	42	41	28,0	2	MS
TAM105/3/NE70 654/ BBY//BOW"S"/4/ CENTURE*3/ TA2450/5/ TX71A1039.V1* 3/AMI/ BUC/CHRC/6/ ZARGANA-3/6/ BONITO-36	TR	5	0	3	2,7	0	R

## 7 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
TX87V1613/KS9 1WGRC11// MV18– 2000/3/TX71A10 39.V1*3/ AMI//BUC/CHR C	TR	0	6	6	4,0	0	R
338–K1– 1//ANB/BUC/ 3/GS50A/ 4/TX71A1039.V1 *3/AMI//BUC/ CHRC	TR	0	0	0	0,0	0	R
PASTOR/MILAN / 3/F10S– 1//STOZHER/ KARL	TR	6	0	0	2,0	0	R
SUNR30 (GALA 2–49/ (CN#133/SUNST ATE*4)// SUNSTATE)/4/3 38–K1–1// ANB/BUC/3/GS5 0A/5/ ZARGANA–3	TR	7	0	0	2,3	0	R
KATEA– 1/3/059E// JAGGER/ PECOS/4/AU/CO 652337//2*CA8– 155/3/F474S1–1.1	TR	1	14	13	9,3	1	MR
KATEA– 1//TREGO/JGR 8W/ 3/TAM200/KAU Z	TR	35	91	48	58,0	3	S
338–K1– 1//ANB/BUC/3/ GS50A/4/JI5418/ MARAS/ 5/MERCAN–1	TR	0	0	0	0,0	0	R

## 7 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
338–K1– 1//ANB/BUC/3/ GS50A/4/ TREGO/JGR 8W/5/ TX69A509– 2//BBY2/ FOX/3/PKL70/LI RA/4/ YMH/TOB//MCD /3/LIRA	TR	3	0	0	1,0	0	R
338–K1– 1//ANB/BUC/3/ GS50A/4/TREGO / JGR 8W/5/WELS–2	TR	0	17	0	5,7	1	MR
SAULESKU #26/ PARUS// F885K1.1/SXL/3/ BEZOSTAYA1	TR	1	5	15	7,0	1	MR
TREGO/BTY SIB//ZARGANA – 6/4/AU/CO65233 7//2*CA8– 155/3/...	TR	0	61	4	21,7	1	MR
TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC // KAUZ/3/1D13.1/ MLT/5/F10S– 1//...	TR	0	17	38	18,3	1	MR
Президент	KZ	68	49	14	43,7	3	S
Ескерту – Үлгілердің географиялық шығу тегі бойынша: BGR– Болгария; HU – Венгрия; RO – Румыния; TR– Түркия; KZ–Қазақстан							

Болгариялық бидай үлгілерінің ішінен Алматы облысының *Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне жоғары төзімділік танытқандары 4 үлгі болды, олар: Демейфа, Албена, Енола және Садова 1. Аталған үлгілер 0 балл реакция типімен бағаланды. Қатты қара күйе ауруына төзімді деп анықталған Клара, Аиика, Карат, Златица, Тодора, Гей – 1 және Гинес үлгілері 1 балл шкаласымен төзімді деп бағаланды. Аталған сорттардың залалдану көрсеткіші 7 – 9 % аралығында болды. Аурумен залалдануы орташа сезімтал (10-24 %) деп анықталған үлгілер Неда, Свилена, Драгана, Кристи, Победа, Юнак, Царева және Диамант. Бұл үлгілер 2 балдық шкала типімен бағаланды. Жасанды

індеттік ортада қатты қара күйе ауруымен 25–39% аралығында залалданып төзімсіздік танытқан үлгілер Лазарка, Калина, Кристал, Галатея, Карина, Ивета, Мерилин, Ласка, Болерка, Слава, КМ 135, Боряна және Фермер. *Tilletia caries* (D.C.) Tul қоздырғышына жоғары төзімсіздік танытып (51–74%) 4 балдық (HS) шкаламен ерекшеленген үлгілер Антоновка және Садова 772. Аталған болгариялық бидай үлгілерінің 2020 жылдары Алматы облысы жағдайында жасанды індеттік ортада қатты қара күйеге төзімділігі сыналған [143].

Тәжірибелі танапта венгриялық бидай үлгілерінен қатты қара күйеге жоғары төзімді (R) деп көзге түскендері Ati, Békés, Verény, Pilis, Petur, Vitorlás және Rege болды. Үлгілердің бағалану шкаласы 0 балды құрайды. Аталған үлгілер 2019 – 2020 жылғы зерттеулерімізде жоғары төзімді деп ерекшеленді [144, 145].

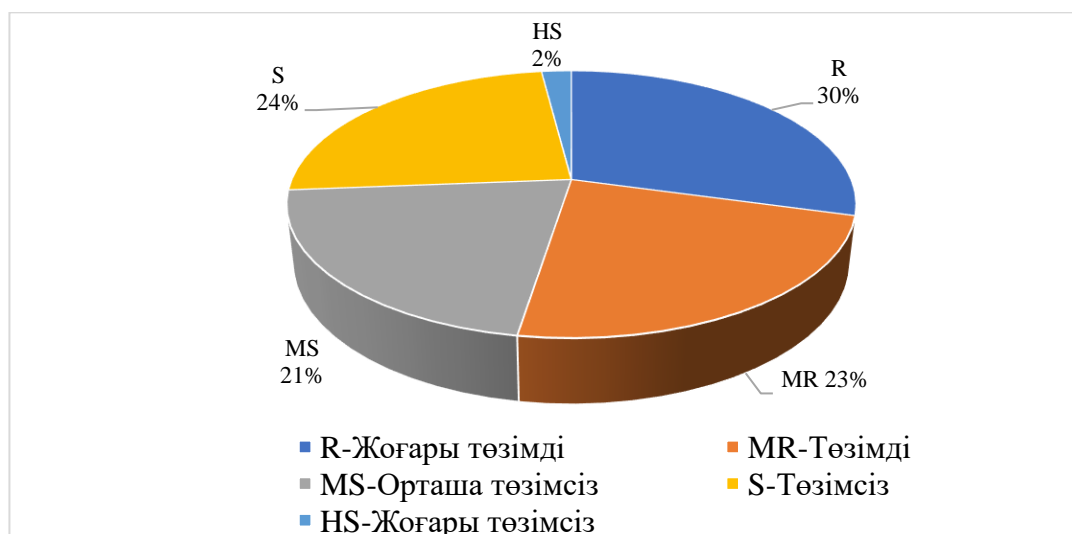
*Tilletia caries* (D.C.) Tul қоздырғышына төзімділік танытқан (6-8%) венгриялық бидай үлгілері Garaboly және Rába. Аталған үлгілер 1 балл шкаласымен бағаланды. Аурумен 17–24% арасында залалданып әлсіз төзімсіздік (MS) танытқан үлгілер Kalász, Mentor, Göncöl, Csillag, Futár, Fény және Szala. Қатты қара күйе патогеніне төзімсіз (27–35%) деп анықталған үлгілер Körös, Hajnal, Tisza, Szemes және Rozi болды. Бұл үлгілердің залалдану көрсеткіші 3 балдық реакция типіне жатады.

Румыниялық бидай үлгілері бойынша Алматы облысының *Tilletia caries* (D.C.) Tul популяциясына жоғары төзімді деп ерекшеленгендері PARTENER, 02429GP-1, F08126G1, F08347G8, F08034G1 және F07270G2. Ал патогенге төзімділік (R) реакциясын танытқандар F06659G-1 және F06393GP10. Аурумен 14% көлемінде залалданып әлсіз төзімсіздік (MS) кейіп танытқан үлгі F08245G1 болды, бағалану шкаласы 2 балды көрсетті. Венгриялық үлгілерден қатты қара күйеге төзімсіз болғаны RETEZAT, заладану көрсеткіші 42% құрайды, бағалануы 3 балл реакция типіне жатады.

СИММУТ орталығынан алынған түркиялық бидай линиярынан 7 линия жасанды індеттік ортада қатты қара күйеге жоғары төзімді деп анықталды, олар: TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36), (TX87V1613/KS91WGR C11//MV18–2000/3/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC), (338–K1–1//ANB/BUC /3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/ CHRC), (PASTOR/MILAN/3/F10S–1//STOZHER/KARL), (SUNR30 (GALA 2–49/(CN#133/SUNSTATE\*4)// SUNSTATE)/4/338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA–3), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN–1), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A /4/TREGO/JGR8W/5/TX69A509–2//BBY2/FOX/3/PKL70/LIRA/4/YMH/TOB //MCD/3/LIRA). *Tilletia caries* (D.C.) Tul қоздырғышына төзімділік (MR) танытқандарының саны 5 болды, олар: (KATEA–1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/F474S1–1.1), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR 8W/5/WELS–2), (SAULESKU #26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1), (TREGO/BTY

SIB//ZARGANA–6/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/...), (TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/ 1D13.1/MLT/5/F10S–1//...). Аталған линиялардың бағалану шкаласы 1 балды көрсетті. Жасанды індеттік ортада қатты қара күйе ауруымен 28% деңгейде залалданып, ауруға әлсіз төзімсіздік (MS) танытқан линия 338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4 болды. Бағалану шкаласы 2 балды құрайды. *Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне төзімсіздік (S) танытқан линия КАТЕА–1//TREGO/JGR 8W/3/TAM200/KAUZ. Залалдану көрсеткіші 3 балдық реакция типіне жатады.

Сонымен танаптық жасанды індеттік орта жағдайында 82 шетелдік бидай үлгілерінің қатты қара күйемен залалдану көрсеткіші келесі топтарға бөлінді: жоғары төзімді (30%), төзімді (23%), орташа төзімсіз (21%), төзімсіз (24%), жоғары төзімсіз (2%) (сурет 20).



Сурет 20 – Танап жағдайында шетелдік бидай үлгілерінің қатты қара күйе ауруымен залалдану топтары, Алматы облысы, Алмалыбақ 2019–2021 ж.ж.

Корыта келгенде жасанды індеттік ортада шетелдік бидай үлгілерінің қатты қара күйеге төзімділігін сынау барысында болгариялық 36 үлгіден 4 үлгі патогенге жоғары төзімді деп анықталды. *Tilletia caries* (D.C.) Tul. қоздырғышына венгриялық бидай үлгілерінен 7 үлгі жоғары төзімді деп танылды, ал румыниялық бидай үлгілерінен 6 үлгі және СИММУТ орталығынан алынған 7 үлгі ауруға 0 балдық шкала типімен бағаланып жоғары төзімді есепке алынды.

### 3.2 ПТР талдау негізінде бидай үлгілерінен қатты қара күйеге (*Tilletia caries* (D.C.) Tul.) төзімді *Bt* – ген көздерін идентификациялау

#### 3.2.1 Қазақстандық бидай сорттарынан қатты қара күйеге төзімді *Bt*-ген көздерін идентификациялау

Зерттеудің мақсаты – қазақстандық селекция үлгілерінің ішінен қатты қара күйеге төзімді бидай сорттарын идентификациялау. Ол үшін қатты қара күйеге төзімділік гендерімен байланысты маркерлердің негізінде бидай үлгілеріне

молекулалық скрининг жүргізілді. Біздің еліміздің классикалық селекциясы, жыл өткен сайын жасушалық селекциямен көбірек араласып, тек үлгілердің фенотипін зерттеу қазіргі заманғы жетістіктер мен генетика және биотехнологияның мүмкіндіктері жағдайында жеткіліксіз. Қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына төзімді материалды анықтау және бір уақытта өнімділігі жоғарысын іріктеп алу молекула – генетикалық маркерлер технологиясы сынды заманауи әдістер арқылы іске асады және селекция процессінде уақыт үнемдеуге мүмкіндік береді. Молекулалық маркерлер өсімдіктерді, гендердің тұқым қуалауын және олардың аллельдік күйін, генетикалық полиморфизмді және түрлер, популяциялар және даралар арасындағы филогенетикалық қатынастарды зерттеуде, сондай-ақ гендердің өсіміктің шаруашылық құнды белгілермен байланысын талдауда орасан зор рөл атқарады. Қатты қара күйеге төзімді гендермен байланысы бар молекулалық маркерлерді қолдану агрономиялық көрсеткіштері жақсы дамыған бидай сорттарында төзімділікті скринингтеу жұмыстарының дамуына ықпал береді. Саңырауқұлақ ауруының белгілері өсімдіктер пісіп-жетілген кезде ғана байқалатындықтан, сорттарды төзімділікке скринингтеу жұмыстары көп уақытты қажет етеді. Қоршаған ортаның әсерінен аурумен заладану деңгейінің әртүрлі болуы, бидайдың төзімділігін бағалауды қиындатады. Әсіресе ауру деңгейі төмен болған жағдайда зерттеушілерге үлгілерді төзімді немесе сезімтал деп дәл жіктеу қиынға соғады. Төзімділік гендерімен байланысы бар молекулалық маркерлерді қолдану төзімділікке скрининг жүргізуді жылдамдатады және далалық зерттеу жұмыстарында кездесетін қиындықтардың алдын алады.

Қатты қара күйеге төзімді бірінші молекулалық маркер *Bt10* генімен байланысты RAPD–маркері болды. Қатты қара күйеге төзімді *Bt10* гені «PI 178383» бидай үлгісінің негізгі гені болып табылады және қатты қара күйенің 35 – 40 рессасына төзімді болып келеді. Кейінірек *Bt10* генімен байланысты FSD\_RSA жоғары спецификалық полимеразды тізбекті реакция (ПТР) маркері әзірленді. Бидай микросателлитінің (SSR) маркерлерін пайдалана отырып ғалымдар 6D бидай хромосомасында *Bt10* генінің картасын жасады. Бұл хромосомалық орналасу картасын жасауды қажет ететін қатты қара күйеге төзімді белгілі 15 *Bt* гендерінің бірі. Ауруға төзімді *Bt1* гені 2B хромосомасында, *Bt7* гені 2D, *Bt4*, *Bt6* гендері 1B, *Bt5* гені 1B хромосомаларында орналасқан. Сонымен қатар маркерлер қатты қара күйеге төзімділікке қол жеткізу үшін патогенге төзімділік гендерінің пирамидасын қалыптастыруда қуатты құрал болуы мүмкін. Ғалымдар маркерлерді зерттеу кезінде жетістіктерге қол жеткізгенімен, маркер негізінде қатты қара күйеге төзімділік үшін селекция бағдарламасында әлі де көп жұмыс жасалуы қажет.

Молекулалық әдістердің көмегімен қазақстандық бидай сорттарынан қатты қара күйеге төзімді гендерді анықтау жұмыстары Өсімдіктер биология және биотехнологиясы институтының «генетика және селекция» зертханасында жүргізілді. Төзімді ген тасымалдаушыларын идентификациялау үшін полимеразды тізбекті реакция (ПТР) әдісі қолданылды. Қатты қара күйеге

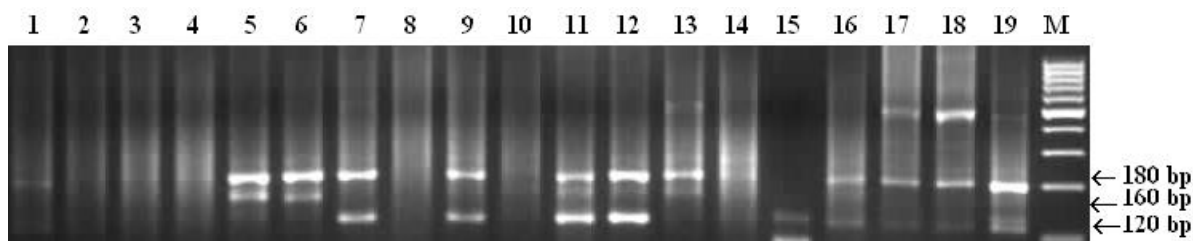


төзімді ең тиімді гендер – *Bt10* және *Bt9*. Төзімді деп анықталған *Bt9* гені 6DL хромосомасында локализацияланған, гендердің донорлары PI 166910, PI 166921 және PI 167822. Ал *Bt10* гені 6DS хромосомасында орналасқан. Олардың ықтимал байланысы немесе бірлескен орналасуы ұсынылды [146]. Салыстырмалы зерттеулерден кейін *Bt9* және *Bt10* гендері сәйкесінше 6DL–де орналасқан бидайдың қатты қара күйеге төзімді ең тиімді екі гені екені анықталды [147]. Ал *Bt12* гені 1В, 2В хромосомасында локализацияланған геннің доноры PI 119333 [148].

*Tilletia caries* қоздырғышына төзімді *Bt12* генімен байланысы бар Xgwm 264 праймерінің амплификация фрагменті 190 ж.н., *Bt12* генімен байланысы бар Xgwm 374 праймерінің амплификация фрагменті 180 ж.н., *Bt10* генімен байланысы бар FSD/RSA праймерінің амплификация фрагменті 275 ж.н., *Bt10* генімен байланысы бар Xgwm 469 праймерінің амплификация фрагменті 165 ж.н., *Bt8*, *Bt10* және *Bt11* гендерімен байланысы бар Xgwm114 праймерінің амплификация фрагменті 180, 160 және 120 ж.н. *Bt9* генімен байланысы бар Xgrw7433 праймері ДНК фрагментін 296 ж.н. көлемде амплификациялады.

Молекулалық ПТР талдау жұмыстарының негізінде қазақстандық 50 бидай сортынан қатты қара күйеге төзімді *Bt* гендерін идентификацияланды. Бір генотиптен бір *Bt* гендері және тиімділігі әртүрлі бірнеше гендердің комбинациясы да анықталды. Қатты қара күйеге төзімді *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* гендерінің тасымалдаушыларын анықтау үшін Xgwm114 маркерін қолдану арқылы ПТР жүргізілді [149,150]. Ген тасымалдаушыларды анықтау үшін оң бақылау ретінде *Bt8*, *Bt9* және *Bt10* гендеріне және бір белгісіз төзімділік геніне ие түркиялық генотип PI178383 қолданылды [151].

*Tilletia caries* патогеніне төзімді *Bt8* гені 7 сортта (Динара, Егемен, Жетысу, Ажарлы, Красноводопадская, Казакстанская 16, Казахстанская 75) анықталды, *Bt10* гені 2 сортта (Динара және Егемен 20) анықталды, *Bt11* гені 4 сортта (Ажарлы, Жетысу, Казахстанская 16, Казахстанская 75) анықталды (сурет 21). Зерттелген қазақстандық 78 бидай сортының ішінде 13 үлгіден *Bt8* гені, 5 үлгіден *Bt10* гені, 16 үлгіден *Bt11* гені, 10 үлгіден *Bt8* және *Bt11* гені анықталды.

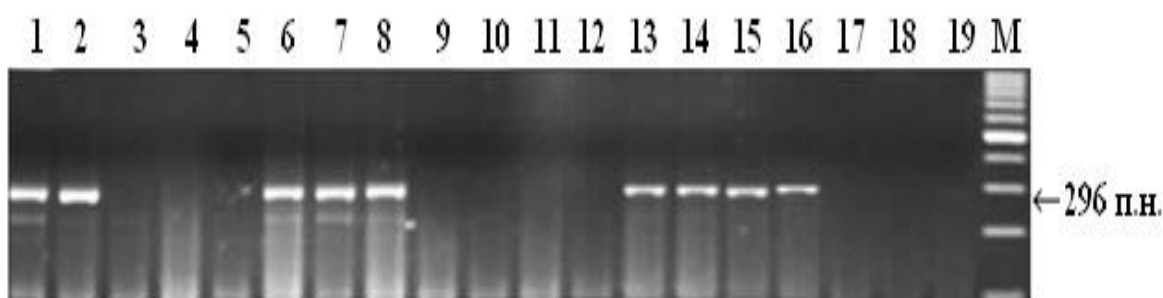


1–Дербес, 2–Дана, 3–Даулет, 4–Диана, 5–Динара, 6– Егемен 20, 7– Жетісу, 8– Егемен, 9–Ажарлы, 10– Жадыра, 11–Казахстанская 16, 12–Казахстанская 75, 13–Красноводопадская, 14–Красноводопадская 25, 15–Красноводопадская 210, 16–Карабалыксакая озимая, 17–Карабалыксакая остистая, 18–Карабалыксакая 101, 19– PI178383 (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*), М– маркердің молекулалық салмағы

Сурет 21 – Төзімділік *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* гендерімен тіркескен Xgwm114 праймерін қолдану арқылы ДНК амплификация өнімі

Төзімділікке жауап беретін *Vt9* генін тасымалдаушыларды анықтау үшін SSR праймерінің Xgrw 7433 маркерін қолдану арқылы ПТР амплификациясы жүргізілді. Отандық бидай сорттарының 19 үлгісінің ПТР нәтижесі 5-суретте көрсетілген. *Vt*-ген тасымалдаушыларын идентификациялау үшін оң бақылау ретінде изогенді *Vt-9* М82–2098 линиясы қолданылды. Төзімділік гені бар изогенді линиялар жасанды індеттік ортада да қатты қара күйге төзімді сорттарды анықтау үшін оң бақылау ретінде пайдаланылды [152,153].

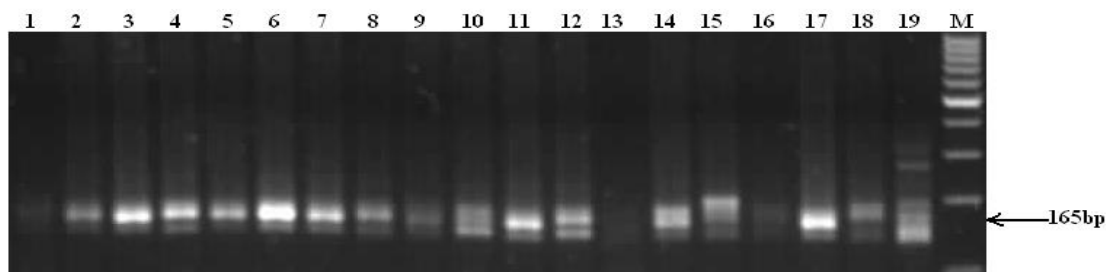
ПТР-анализінің нәтижесінде Дербес, Диана, Казахстанская–16, Егемен–20 және Жалын сорттарында 296 ж.н. мөлшеріндегі *Vt9* генінің тасымалдаушы ДНК фрагменттері анықталды. Жалпы 50 отандық бидай үлгілерін зерттеу нәтижесінде *Vt9* гені 27 үлгіден айқындалды. Басқа 51 қазақстандық бидай үлгілерінде *Vt9* геніне тән ДНК фрагменттері анықталмады (сурет 22).



1–Дербес, 2– Диана, 3–Даулет, 4–Булава, 5–Динара, 6– Казахстанская 16, 7–Егемен 20, 8– Казахстанская 75, 9–Жалын, 10–Жетісу, 11–Жадыра, 12– Егемен, 13– Карасай, 14–Коксу, 15– Кызылбидай, 16–Маншук, 17–Карабалыкская остистая, 18–Карабалыкская 101, 19– *Vt-9* М82–2098

Сурет 22 – Төзімділік *Vt9* генімен тіркескен Xgrw 7433 праймерлерін қолдану арқылы күздік бидай үлгілерінің ДНК амплификация өнімдері

Бидай үлгілерінен *Vt10* генін идентификациялау үшін FSD/RSA маркерінің SCAR праймерлері және Xgwm469 маркерінің SSR праймерлері пайдаланылды (сурет 23).

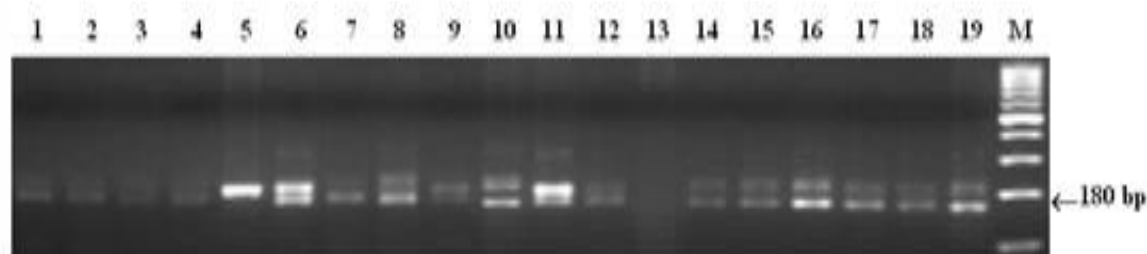


1– Одесская 120, 2– Прогресс, 3– Батыр, 4– Pirotrix 50, 5– Таза, 6– Алмалы, 7– Талимы, 8– Султан 2, 9– Султан 95, 10– Санзар 8, 11– Карасай, 12– Стекловидная 24, 13– Уманка, 14– Улыгбек, 15– Рамин, 16– Раминал, 17– Кокбидай, 18–Реке, 19– PI 554118 (*Vt10*)

Сурет 23 – Төзімділік *Vt10*-генімен тіркескен Xgwm469 праймер қолдану арқылы күздік бидай үлгілерінің ДНК амплификация өнімдері

FSD/RSA маркерін пайдаланған кезде *Bt10* генінің тасымалдаушыларына тән 275 ж.н., ДНҚ фрагменті түзіледі, ал Xgwm469 маркерін қолданғанда амплификация өнімінің өлшемі 165 ж.н. құрайды. Күздік бидайдың 19 үлгісінен *Bt10* генінің бар жоқтығын көрсететін ПТР өнімдерінің электрофорез нәтижелері 6 суретте берілген. ПТР анализі әртүрлі екі маркерді (FSD/RSA и Xgwm469) қолданғанда *Bt10* генінің бар екендігін айғақтайтын бірдей нәтиже көрсетті. Батыр, Кокбидай, Карасай, Карабалыкская остистая және Алмалы сорттары *Bt10* генін тасымалдаушылар екендігі 6–суретте берілген. Жалпы 78 отандық бидай үлгілерін зерттеу нәтижесінде *Bt10* гені 5 үлгіден анықталды.

Төзімділікке жауап беретін *Bt12* генін тасымалдаушыларын анықтау үшін SSR праймері, Xgwm264 және Xgwm374 маркерлері арқылы ПТР амплификациясы жүргізілді. ПТР талдауы 7 – ші суретте берілгендей 8 үлгідегі тасымалдаушыларға тән амплификация өнімдерінің түзілгенін көрсетеді. Жалпы, зерттелген 78 қазақстандық бидай үлгілерінің 29 үлгісінде *Bt12* гені анықталды (сурет 24).



1–Акбидай, 2–Ақдан, 3–Алатау, 4–Алихан, 5–Ажарлы, 6–Алия, 7–Анара, 8– Безостая1, 9– Адыр, 10– Dinara, 11–Актерекская, 12–Алтыншаш, 13–Ания, 14–Арап, 15–Егемен 20, 16– Жетысу, 17–Казахстан 16, 18– Карасай, 19 – Bt12 P.I.119333 (M82–2141)

Сурет 24 – Төзімділік *Bt12* генімен тіркескен Xgwm374 праймер қолдану арқылы күздік бидай үлгілерінің ДНҚ амплификация өнімдері

Жоғарыдағы 6–кестеде *Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt11*, *Bt12* төзімділік гендерімен байланысы бар молекулалық маркерлерді пайдалана отырып, ПТР талдау нәтижелері берілген.

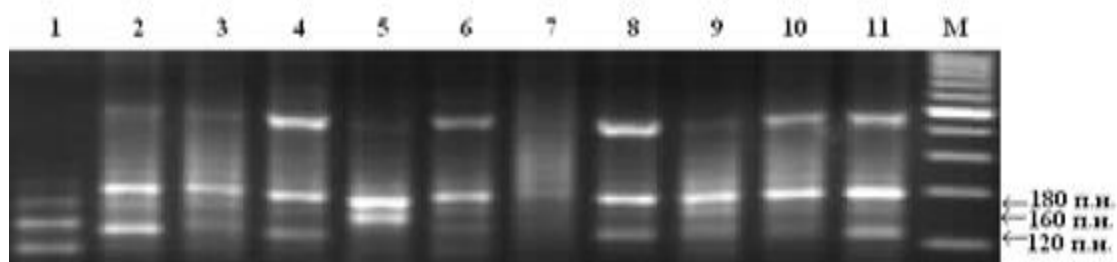
Қорыта келе, зерттелген 50 қазақстандық үлгінің 13 үлгісінде *Bt8* гені, 5 үлгіде *Bt10* гені, 16 үлгіде *Bt11* гені, 10 үлгіде екі *Bt8* және *Bt11* гені анықталды. Қатты қара күйеге төзімді деп табылған *Bt9* гені 27 үлгіде, *Bt10* гені 5 үлгіде, *Bt12* гені 29 үлгіде анықталды. Карасай сортында бес төзімділік генінің комбинациясы анықталды, олар *Bt8*, *Bt11*, *Bt9*, *Bt10* және *Bt12*. Ал Динара, Егемен 20, Султан 2, Казахстан 16 және Казахстан 75 сорттарында 4 ген (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt12*) комбинациясы табылды, сонымен қатар 10 сортта (Алатау, Ажарлы, Безостая 1, Жетысу, Кокбидай, Мереке 75, Наз, Султан 95, Санзар 8, Сапалы) 3 ген комбинациясы (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*) анықталды. Отандық 14 сорттан (Акбидай, Адыр, Булава, Диана, Жалын, Красноводопадская, Карабалыкская остистая, Карлыгаш, Коксу, Кызылбидай, Матай, Мироновская 808, Стекловидная 24, Алмалы) екі *Bt*–гені табылды (*Bt9*, *Bt12*).

### 3.2.2 Шетелдік бидай үлгілерінен *Tilletia caries* (DC.) Tul. қоздырғышына төзімді *Bt* – ген көздерін идентификациялау

Бидай, арпа, жүгері, күріш сынды дәнді дақылдар өнімі мен мал азықтық қасиеттері бойынша ең бағалы ауыл шаруашылығы дақылдарының қатарына жатады және әлемнің көптеген аймақтарында негізгі азық–түлік көзі ретінде пайдаланылады. Қазіргі уақытта әлем халқының өсімі астық өндірісінен айтарлықтай озып тұрғаны белгілі болды және БҰҰ Азық–түлік және ауыл шаруашылығы мекемелерінің болжамдары бойынша 2050 жылға қарай дүниежүзілік ауқымда ауыл шаруашылығы өнімін кем дегенде 70% есеге арттыру қажет делінген. Астық өндірісіне деген қарқынды өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыру өнімділікті арттыру мен жаңа технологияларды енгізу есебінен болады. Қазіргі сорттардың генетикалық әртүрлілігінің азаюы, ауруға қарсы иммунитеттің төмендеуі және пестицидтерді қолдану салдарынан қоршаған ортаның ластануы, жер ресурстарының нашарлауы мен деградациясының барлығы дақылдардың өнімділігінің баяу қарқынмен өсуіне алып келеді. Селекциялық бағдарламаларға молекулярлық маркерлерді қолдануға негізделген заманауи биотехнологиялық тәсілдерді енгізу осы мәселелерді шешуге ықпал ете алады. Соңғы онжылдықта жасалған осындай тәсілдердің бірі маркер көмегімен іріктеу (MAS, marker–assisted selection), ол экономикалық дамыған елдердің селекциялық бағдарламаларында селекциялық процестерді интенсификациялау әдісі ретінде қолданылады. Гендер мен локустар арқылы астық дақылдарының әртүрлі ауруға төзімділігін, өнімділік белгілері мен дән сапасын бақылауға алу, ДНҚ маркерлерінің көмегімен анықталып, картаға түсірілді.

Зерттеу жұмысында елімізде алғаш рет ДНҚ маркерлік технологияның көмегімен шетелдік (Болгария, Венгрия, Румыния) бидай үлгілерінен қатты қара күйеге төзімді *Bt*–гендері идентификацияланды. Шетелдік бидай үлгілерін алудағы негізгі мақсат Қазақстанның оңтүстік–шығыс аймағында қатты қара күйеге нәсілдеріне төзімді болатын *Bt*–гендерінің қорын арттыру. Төзімді гендерді анықтау үшін ПТР талдау жұмыстары Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының генетика және селекция зертханасында жүргізілді.

Румыниялық бидай үлгілерінен ПТР әдісі арқылы қатты қара күйеге төзімді ген тасымалдаушылары индетификацияланды, Xgwm 114 микросателиттік праймерін қолдану арқылы *Bt11*, *Bt10* және *Bt8* гендері үшін күтілетін амплификация мөлшері 120 ж.н., 160 ж.н. және 180 ж.н. Біздің зерттеуімізде *Bt* гендерінің тасымалдаушыларын анықтау үшін оң бақылау ретінде *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* төзімділік гені бар PI 554118 (*Bt10*) және PI 178383 (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*) изогенді линиялары қолданылды (сурет 25).

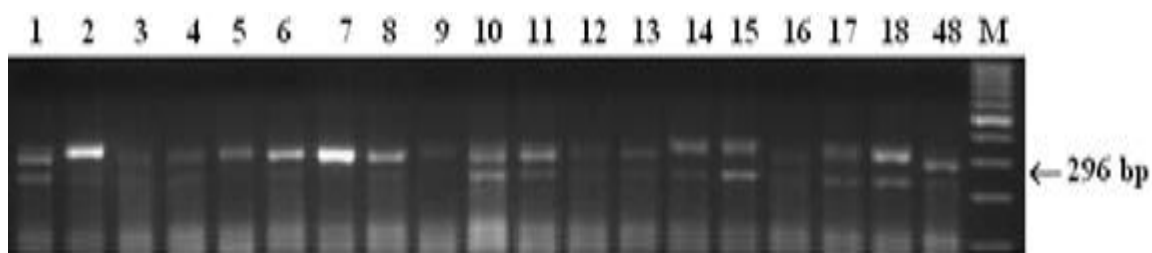


1–Partner, 2– F06393GP10 3– Retezat, 4– F08347G1 5– F06659G–1, 6–02429GP–1, 7– F08245G1, 8–F08034G19, 9– F08126G1, 10–F07270G2, 11– PI 178383 (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*), Marker Gene ruler 100 bp

Сурет 25 – *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* гендерін идентификациялауда Xgwm 114 маркерін қолдану арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

Қатты қара күйеге төзімді *Bt8* гені румыниялық 7 үлгіден анықталды (02429GP–1, F08245G1, F06659G–1, F06393GP10, F08347G1, F08034G1, F07270G2), ал *Bt10* гені бір үлгіде (F06659G–1) бар деп көзге түссе, *Bt11* гені 4 үлгіден идентификацияланды (F06393GP10, F08347G1, F08034G1, F07270G2).

Төзімді ген тасымалдаушыларын идентификациялау үшін Xgrw7433 маркері арқылы ПТР талду жұмысы жүргізілді. Xgrw7433 маркері 296 ж.н. мөлшеріндегі фрагментін құрайды. *Tilletia caries* (D.C.) *Tul* қоздырғышына төзімді *Bt* генінің тасымалдаушыларын анықтау үшін оң бақылау ретінде PI 178383 (*Bt9*) изогендік линиясы пайдаланылды. Төмендегі 10 бидай үлгісі үшін ПТР нәтижелері көрсетілген. *Bt* генінің тасымалдаушыларына тән 296 ж.н. мөлшеріндегі ПТР өнімдері 2 үлгіден (02429GP–1, F08245G1) анықталды. Бұл үлгілер қатты қара күйеге төзімділік танытады (сурет 26).

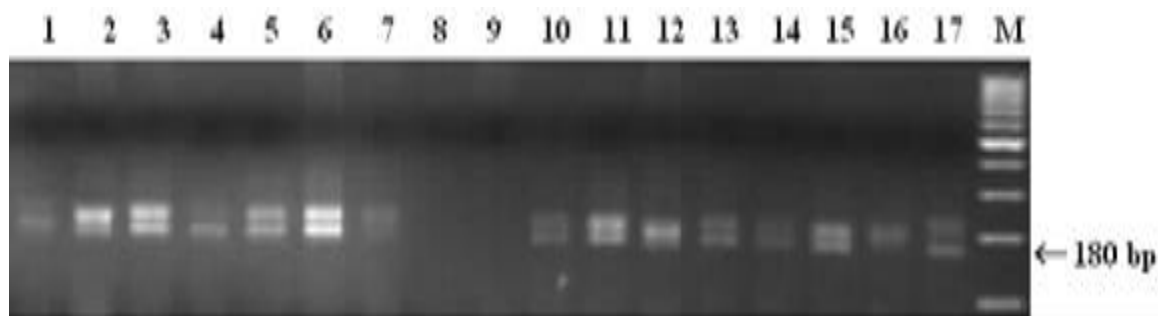


1–PARTNER, 2–02429GP–1, 3– RETEZAT, 4–F08126G1, 5– F08347G1, 6– Дербес, 7– F08245G1, 8– Егемен 20, 9–F08034G1, 10– F07270G2, 11–F06659G–1, 12–Дана, 13–даулет, 14–Диана, 15–Динара, 16–Егемен, 17– F06393GP10, 18–Жалын, 19 – *Bt-9 M82-2098*, Marker Gene ruler 100 bp

Сурет 26 – *Bt 9* генін идентификациялауда Xgrw7433 маркері арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

Төзімділік *Bt12* генінің тасымалдаушыларын анықтау үшін SSR праймерінің Xgwm264 және Xgwm374 маркерлерін қолдану арқылы бидай үлгілеріне ПТР талдауы жүргізілді. Xgwm264 маркерінің құрылу фрагменті 190

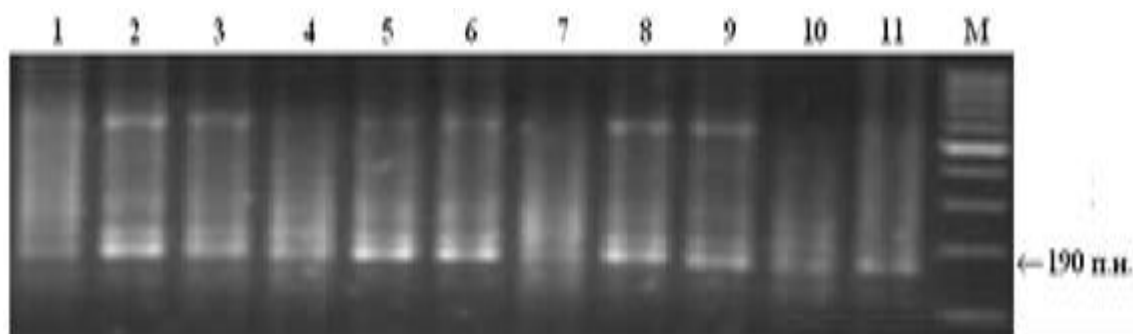
ж.н мөлшерінде, ал Xgwm374 маркерін құрылу фрагменті 180 ж.н. мөлшерінде, бұл өз кезегінде *Bt12* генінің болуымен байланысты. Төзімділік *Bt12* генін анықтау үшін оң бақылау ретінде P.I.119333 (M82–2141) BW изогенді линиясы қолданылды (сурет 27).



1–Petur, 2–Garaboly, 3–Szala, 4–Szemes, 5–Vitorialas, 6–Rege, 7–Partner, 8–Retezat, 9–02429GP–1, 10–F08126G1, 11–F08245G1, 12–F06659G–1, 13–F06393GP10, 14–F08347G1, 15–F08034G1, 16–F07270G2, 17–Bt12 P.I.119333 (M82–2141) BW, Marker Gene ruler 100 bp

Сурет 27 – *Bt12* генін идентификациялауда Xgwm 374 маркері арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

Зерттелген бидай үлгілерінен *Bt12* генін тасымалдаушыларға тән фрагмент мөлшері 180 ж.н. болатын ПТР өнімдері 2 генотиптен (F06659G–1, F08034G1) анықталды. Ал 190 ж.н. фрагменті 4 генотиптен (F06659G–1, F06393GP10, F08347G1, F08034G1) идентификацияланды (сурет 28).

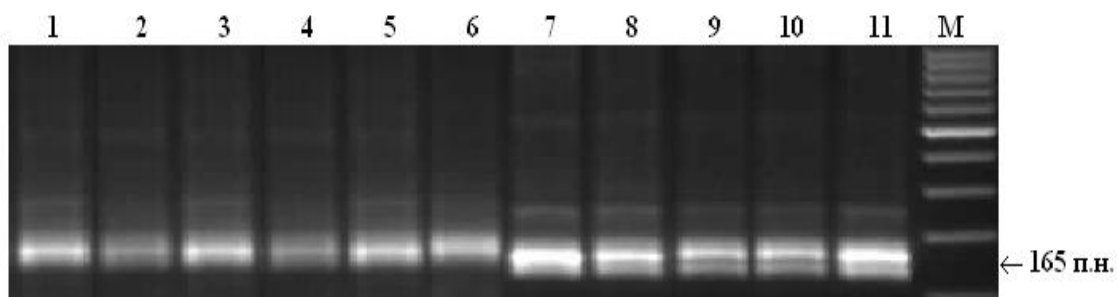


1–Partner, 2–F08347G1 3–02429GP–1, 4–F08126G1, 5–F06659G–1, 6–F06393GP10, 7–F08245G1, 8–F08034G1, 9–Retezat, 10–F07270G2, 11– Bt12 P.I.119333 (M82–2141) BW, Marker Gene ruler 100 bp

Сурет 28 – *Bt12* генін идентификациялауда Xgwm 264 маркерін арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

Қатты қара күйеге төзімді *Bt10* генін анықтау үшін FSD/RSA және Xgwm469 маркерлері пайдаланылды. FSD/RSA маркерін қолданған кезде 275 ж.н. мөлшерде ДНК фрагменті құрылады. Ал Xgwm469 маркерін қолданғанда *Bt10* генімен ассоциацияланатын амплификация өнімінің мөлшері 165 ж.н.

құрайды. ПТР талдаудың бұл кезеңінде оң бақылау ретінде *Bt10* геніне ие PI 554118 изогенді линиясы қолданылды (сурет 29). ПТР талдау жұмыстары әртүрлі екі маркерді (FSD/RSA F/R және Xgwm469) қолданғанда *Bt10* гені анықталған бірдей нәтижелерді көрсетті.



1–Partner, 2–Retezat, 3–02429GP–1, 4–F08126G1, 5–F08245G1, 6–F06659G–1, 7–F08347G1, 8–F08034G1, 9–F06393GP10, 10–F07270G2, 11– PI 554118 (*Bt10*), Marker Gene ruler 100 bp

Сурет 29 – *Bt10* генін идентификациялауда Xgwm 469 маркері арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

Румыниялық бидай үлгілерінің қатты қара күйеге төзімділігіне молекулалық скринингі 2 үлгінің (02429GP–1, F08245G1) *Bt9* генін тасымалдайтынын көрсетті. ПТР праймері үшін FSD/RSA локусын пайдаланғанда *Bt10* төзімділік гені екі үлгіден идентификацияланды. Xgwm114 молекулалық маркерінің көмегімен *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* төзімділік гендерінің тасымалдаушысы ретінде 6 үлгі анықталды. Xgwm264 және Xgwm374 маркерлерінің көмегімен *Bt12* төзімділік генінің 6 үлгіден табылды. Ал F08034G1 үлгісінде патогенге төзімді *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* және *Bt12* гендерінің комбинациясы тіркелді. F06659G–1, F06393GP10, F07270G2 және F08347G1 линияларының әрқайсысында 3 ген (*Bt8*, *Bt10*, *Bt12*) комбинациясы анықталса, 02429GP–1, F08245G1 линиялары *Bt8*, *Bt9* гендеріне ие деп табылды.

Сонымен 10 румыниялық бидай үлгісінің қатты қара күйеге (*Tilletia caries* (D.C.) Tul) төзімділігіне молекулалық скринингі нәтижесінде Алматы облысы жағдайында перспективті болған линиялардан (F06659G–1, F06393GP10, F07270G2 және F08347G1) тиімді 3 (*Bt8*, *Bt10*, *Bt12*) ген анықталса, ал екі линияда (02429GP–1, F08245G1) тиімді 2 ген (*Bt8*, *Bt9*) табылды.

Венгриялық бидай үлгілерінен қатты қара күйе ауруына төзімділік гендерінің тасымалдаушыларын анықтау үшін ПТР талдауын жүргізілді. Қатты қара күйеге төзімділік гендерінің тасымалдаушыларын іздеу бидай үлгілерінің молекулалық скринингіне негізделген. Тиімді тиімді гендердің бірі *Bt9* гені болып табылады. *Tilletia caries* (D.C.) Tul қоздырғышына төзімді *Bt 9* генін анықтау үшін Xgrw 7433 маркері пайдаланылды, амплификация фрагментінің болжамды мөлшері 296 ж.н. (сурет 30).

Төмендегі ДНҚ амплификация өнімдерінің электроферограммасында оң бақылау ретінде *Bt9* (M82–2098) изогендік линиясы пайдаланылды (сурет 30).

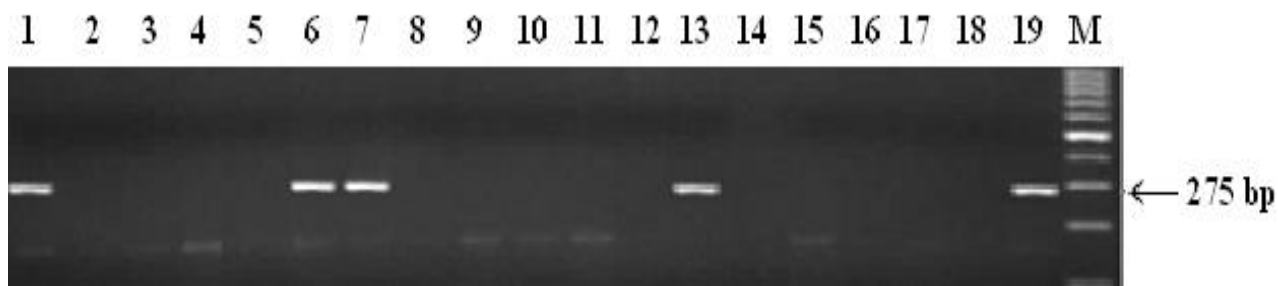
ПТР талдаудың нәтижесінде 3 генотипте *Bt9* ген маркеріне ұқсас амплификация өнімі анықталды. Berény, Petur және Rába үлгілері *Bt9* генінің тасымалдаушылары болып табылады.



*Bt9* (M82–2098) positive control, 2–Raba, 3–Szemes, 4–Szala, 5–Garaboly, 6–Pilis, 7–Petur, 8–Feny, 9–Futar, 10–Csillag, 11–Tisza, 12–Goncol, 13–Hajnal, 14–Bereny, 15–Mentor, 16–Koros, 17–Kalasz, 18–Bekes, 19–Ati, M–molecular weight marker (Gene Ruler 100 bp DNA Ladder)

Сурет 30 – *Bt9* генін идентификациялауда Xgrw7433 маркер арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

*Tilletia caries* (D.C.) *Tul* патогеніне төзімді *Bt10* генінің тасымалдаушыларын анықтау үшін FSD/RSA маркерлерінің көмегімен бидай үлгілеріне ПТР талдауы жүргізілді. FSD/RSA маркері 275 ж.н. мөлшеріндегі фрагментті құрайды. Оң бақылау ретінде *Bt10*(M84–625, SEL M83–162) изогендік линиясы пайдаланылды. Келесі 31 – суретте ДНҚ амплификация өнімдерінің электроферограммасы көрсетілген.



1–Ati, 2– Bekes, 3– Kalas, 4– Mentor, 5– Hajnal, 6 – Bereny, 7– Koros, 8– Goncol, 9– Tisza, 10– Csillag, 11– Futar, 12– Feny, 13– Petur, 14– Garaboly, 15– Szala, 16– Szemes, 17– Vitorlás, 18– Rege, 19– *Bt10* (M84–625, SEL M83–162), M–molecular weight marker (Gene Ruler 100 bp DNA Ladder)

Сурет 31 – *Bt10* генін идентификациялауда FSD/RSA маркер арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

Молекулалық маркердің көмегімен *Bt10* төзімділік гені бар венгриялық 4 бидай үлгісі анықталды, олар: Ati, Bereny, Koros және Petur. Аталған үлгілер жасанды індеттік ортада да қатты қара күйеге жоғары төзімділік танытты [155]. Венгриялық бидай үлгілерінен *Tilletia caries* (D.C.) *Tul* патогеніне төзімді



болғандары Ati, Békés, Berény, Pilis, Petur, Vitorlás және Rege (кесте 8). *Tilletia caries* (D.C.) Tul қоздырғышына 6 – 8% аралығындағы көрсеткішпен төзімді деп танылған венгриялық бидай үлгілері Garaboly және Rába. Қатты қара күйемен 17–24% аралығында залалданып әлсіз төзімсіздік (MS) танытқан үлгілер Kalász, Mentor, Göncöl, Csillag, Futár, Fény және Szala (кесте 8).

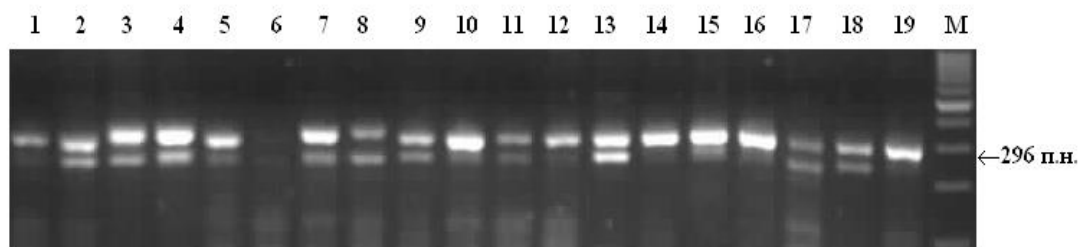
Кесте 8 – Венгриялық бидай үлгілерінің қатты қара күйеге төзімділігіне молекулалық скрининг нәтижелері

Сорт аты	Жасанды індеттік ортада қатты қара күйеге төзімділік		Bt-9	Bt-10
	шкала бойынша	бағалау түрі	Xgpw7433	FSD/RSA
			296 ж.н.	275 ж.н.
Ati	0	R	-	+
Békés	0	R	-	-
Berény	0	R	+	+
Kalász	2	MS	-	-
Körös	3	S	-	+
Mentor	2	MS	-	-
Hajnal	3	S	-	-
Göncöl	2	MS	-	-
Tisza	3	S	-	-
Csillag	2	MS	-	-
Futár	2	MS	-	-
Fény	2	MS	-	-
Pilis	1	R	-	-
Petur	1	R	+	+
Garaboly	1	MR	-	-
Szala	2	MS	-	-
Szemes	3	S	-	-
Vitorlás	1	R	-	-
Rege	0	R	-	-
Rába	1	MR	+	
Rozi	3	S	-	-

Қатты қара күйеге төзімсіз (27–35%) деп анықталған үлгілер Körös, Hajnal, Tisza, Szemes және Rozi болды. Жасанды індеттік ортада қатты қара күйге төзімділік танытқан венгриялық үлгілерден молекулалық зерттеулерде *Bt9* және *Bt10* төзімділік гендері анықталды. ПТР талдау нәтижесінде 3 генотипте *Bt9* ген маркерінің амплификация өнімі табылды. Berény, Petur және Rába сорттары *Bt9* генінің тасымалдаушылары болып табылады. Молекулалық маркер талдауының нәтижесінде төзімділік *Bt10* генінің тасымалдаушысы деп 4 бидай үлгісі (Ati, Bereny, Koros, Petur) анықталды. Фитопатологиялық және молекулярлық зерттеулердің нәтижесінде Bereny, Petur, Raba және Ati үлгілері қатты қара күйеге төзімді деп тіркелді. Талдау жүргізілген 21 генотиптің екі үлгісінде

(Bereny и Petur) төзімділік *Bt9* және *Bt10* гендері идентификацияланды. Сонымен, молекулярлық зерттеулерге сәйкес, бұл бидай үлгілері қатты қара күйеге төзімді ең құнды донорлар болып табылады.

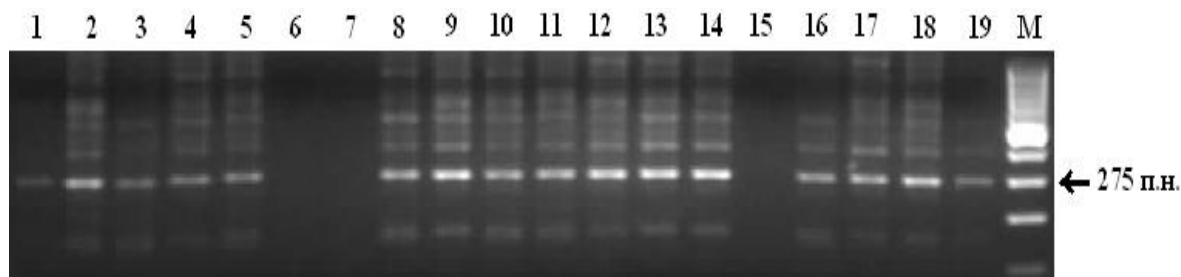
Болгария мен СИММУТ орталығының бидай үлгілеріндегі қатты қара күйеге төзімділік гендерінің тасымалдаушыларын анықтау үшін ПТР талдау жұмысы жүргізілді. Шетелдік бидай үлгілерінен қатты қара күйеге төзімді гендерді идентификациялау үшін *Bt9*, *Bt10*, *Bt8*, *10*, *11* гендерінің маркерлері қолданылды. Төзімділікке жауап беретін *Bt 9* генін анықтау үшін Xgrw 7433 маркері пайдаланылды, амплификация фрагментінің болжамды мөлшері 296 ж.н. Оң бақылау ретінде *Bt9* (M82–2098) изогендік линиясы пайдаланылды. ПТР талдау жұмыстарының нәтижесінде 3 генотипте *Bt9* ген маркеріне ұқсас амплификация өнімін түзетінін көрсетті (сурет 29). Клара, Демейфа, Златица, Тодора, Корона, Милена, Победа, Садово–1, (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW”S”/4/CENTURE\*/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36), 338K11//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC,SUNR30(GA LA2–49/(CN#133/SUNSTATE\*4) //SUNSTATE)/4/338–K1 1//ANB/BUC/3/ GS50A/5/ ZARGANA–3, SAULESKU#26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/ BEZOSTAYA1, KATEA–1/3/059E//JAGGER/PE COS/4 /AU/CO652337//2\*CA8–155/3/F474S1–1.1 және TREGO/VTYSIB//ZARGANA–6/4/AU/CO 652337//2\*CA8–155/3 үлгілері *Bt9* генінің тасымалдаушылары болып табылады. Төменде берілген 32 – суретте ДНҚ амплификация өнімдерінің электроферограммасы көрсетілген. Оң бақылау ретінде *Bt9* (M82–2098) изогендік линиясы пайдаланылды. ПТР анализінің нәтижесі бойынша 4 генотипте *Bt9* ген маркерінің амплификация өнім түзілетінін көрсетті. Демек қатты қара күйеге төзімді *Bt9* гені бар деп анықталған болгариялық бидай үлгілері Клара, Деметра, Златица және Тодора болды.



1–Albena, 2–Kiara, 3–Aglika, 4–Antonovka, 5–Demetra, 6–Lazarka, 7–Neda, 8–Kalina, 9–Kristal, 10–Zlatitsa, 11–Karat, 12–Galateya, 13–Svilena, 14–Dragana, 15–Enola, 16–Karina, 17–Iveta, 18–Todora, 19– *Bt 9* (M82–2098) positive control, M–molecular weight marker (Gene Ruler 100 bp DNA Ladder)

Сурет 32 – *Bt9* генін идентификациялауда Xgrw7433 маркері арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

*Tilletia Caries* (D.C.) Tul патогеніне төзімді *Bt10* генінің тасымалдаушыларын анықтау үшін FSD/RSA маркерлерінің көмегімен бидай үлгілеріне ПТР талдауы жүргізілді. FSD/RSA маркерінің болжамды фрагменті 275 ж.н. Оң бақылау ретінде *Bt10* (M84–625, SEL M83–162) изогенді линиясы пайдаланылды. Төмендегі 33 – суретте ДНҚ амплификация өнімдерінің электрофорограммасы көрсетілген.

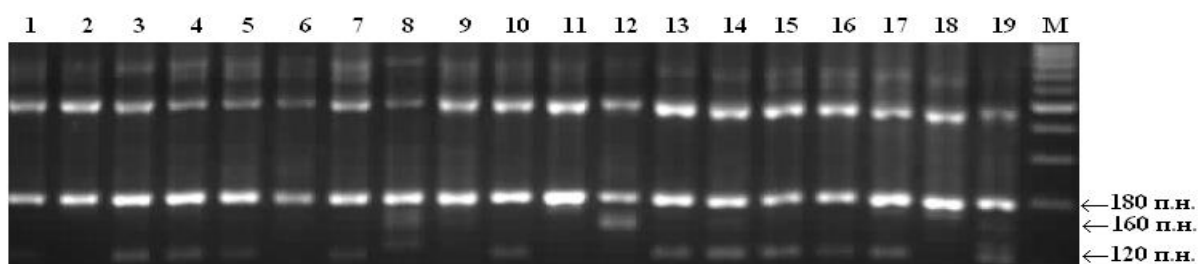


1–Svilena, 2–Boryana, 3–Slaveya, 4–Albena, 5–Galateya, 6–Bolyarka, 7–Tsarevo, 8–Milena, 9–Yunak, 10–Fermer, 11–Pobeda, 12–Geya–1, 13–Antonovka, 14–Korona, 15–Kalina, 16–Kristal, 17–338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/WELS–2, 18–Sadovo–1, 19–*Bt10* (M84–625, SEL M83–162), M–molecular weight marker (Gene Ruler 100 bp DNA Ladder)

Сурет 33 – *Bt10* генін идентификациялауда FSD/RSA маркері арқылы жүргізілген ПТР нәтижесі

Молекулалық маркердің көмегімен төзімділік *Bt10* гені келесі үлгілерден идентификацияланды, олар: Боряна, Слава, Албена, Галатая, Милена, Юнак, Фермер, Победа, Гея–1, Антоновка, Корона, Кристал, 17–338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/WELS–2 және Садова 1.

3В хромосомада локализацияланған *Bt8*, *Bt10* және *Bt11* гендерін идентификациялау үшін Xgwm114 маркері арқылы ПЦР анализі жүргізілді (сурет 34).



1–338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4, 2–338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC, 3–Aglika, 4–Demetra, 5–Lazarka, 6–Neda, 7–Kalina, 8–Kristal, 9–Yunak, 10–Fermer, 11–Pobeda, 12–Kiara, 13–Antonovka, 14–338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/WELS–2, 15–Geya–1, 16–Galateya, 17–Svilena, 18–TREGO/BTYSIB//ZARGANA–6/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/... 19–PI178383 (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*), Marker Gene ruler 100 bp

Сурет 34 – Төзімділік *Bt8*, *Bt10*, *Bt11* гендерімен байланысқан Xgwm114 праймер қолдану арқылы бидай үлгілерінің ДНҚ амплификациясының өнімдері

Зерттелген шетелдік бидай үлгінің (Болгария және СИММУТ) 16 үлгісінде *Bt8* гені, 8 үлгіде *Bt10* гені, 11 үлгіде *Bt11* гені және 13 үлгіде екі *Bt8* және *Bt11* гендері идентификацияланды. Молекулалық маркерлер арқылы 15 бидай үлгісінде *Bt9* гені, 8 үлгіде *Bt10* гені және 9 үлгіде *Bt12* гені анықталды. СИММУТ орталығының SAULESKU#26/PARUS//F885K 1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1 және TREGO/BTYSIB//ZARGANA–6/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/ бидай үлгілерінен төзімділікке жауап беретін 5 ген (*Bt8*, *Bt11*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt12*) идентификацияланды.

ПТР талдау нәтижесінде Демейфа, Клара, Корона, Победа, TAM105/3/NE70654/BBY//BOW”S”/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36, SUNR30(GALA2–49/(CN#133/SUNSTATE\*4)//SUN STATE)/4/338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA–3 және 338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/ 4/ JI5418/MARAS/5/MERCAN–1 үлгілерінен қатты қара күйеге төзімді 4 геннің комбинациясы идентификацияланды, олар *Bt8*, *Bt9*, *Bt10* және *Bt12*. Sadovo–1 және 338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/TX69A5092//BBY/FOX/3/PKL70/LIRA/4/YMH/TOB//MCD/3/LIRA үлгілері тиімді 3 геннің (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*) иесі екені анықталса, Аиика, Милена және 338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC үлгілері *Bt8*, *Bt9*, *Bt12* гендерінің тасымалдаушысы болып идентификацияланды. Болгариялық Тодора бидай үлгісінен *Bt9* және *Bt12* гендері табылды. Молекулалық маркерлер арқылы тиімді *Bt* гендері айқындалған болгариялық және СИММУТ бидай үлгілері жасанды індеттік ортада қатты қара күйе ауруына төзімділік танытты.

Болгариялық бидай үлгілерінің ішінен танап жағдайында Алматы облысының қатты қара күйе ауруына жоғары төзімділік танытқандары 4 үлгі болды, олар: Демейфа, Албена, Енола және Садова 1. Аталған үлгілерден *Bt9*, *10* гендері идентификацияланған (кесте 9).

Кесте 9 – Болгариялық бидай үлгілерінің қатты қара күйеге төзімділігіне молекулалық скрининг нәтижелері

Сорт аты	Жасанды індеттік ортада қатты қара күйеге төзімділік		Bt–9	Bt–10
	Шкала бойынша	Бағалау түрі	Xgprw7433	FSD/RSA
			296 ж.н.	275 ж.н.
1	2	3	4	5
Клара	1	MR	+	
Демейфа	0	R	+	
Аиика	1	MR		
Антоновка	4	HS		
Албена	0	R		
Лазарка	3	S		
Неда	2	MS		
Калина	3	S		

9 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
Кристал	3	S		
Карат	1	MR		
Галатея	3	S		
Свилена	2	MS		
Златица	1	MR	+	
Тодора	1	MR	+	
Драгана	2	MS		
Карина	3	S		
Енола	0	R		
Кристи	2	MS		
Ивета	3	S		
Мерилин	3	S		
Ласка	3	S		
Корона	1	MR	+	+
Болерка	3	S		
Милена	1	MR	+	+
Слава	3	S		
Победа	2	MS		
Юнак	2	MS		
КМ 135	3	S		
Гея-1	1	MR		+
Царева	2	MS		
Гинес	1	MR		
Боряна	3	S		
Диамант	2	MS		
Фермер	3	S		
Садова 1	0	R	+	+
Садова 772	4	HS		

Қатты қара күйе ауруына төзімді деп 1 балдық шкаламен Клара, Аиика, Карат, Златица, Тодора, Гея – 1 және Гинес үлгілері ерекшеленді. Аталған сорттардың залалдану көрсеткіші 7–9 % аралығында болды. ПТР талдау нәтижесінде бұл үлгілерден *Bt9,10,12* гендерінің тасымалдаушысы екені анықталды.

Осылайша, фитопатологиялық және молекулалық талдаулардың нәтижесінде аталған бидай үлгілері қатты қара күйеге төзімді донор ретінде ерекшеленді. Зерттеуге алынған 10 румыниялық бидай үлгісінің қатты қара күйеге (*Tilletia caries* (D.C.) Tul) төзімділігіне молекулалық скринингі нәтижесінде Алматы облысы жағдайында перспективті болған линиялардан (F06659G–1, F06393GP10, F07270G2 және F08347G1) тиімді 3 (*Bt8, Bt10, Bt12*) ген анықталса, ал екі линияда (02429GP–1, F08245G1) тиімді 2 ген (*Bt8, Bt9*)

табылды. Молекулалық талдау жүргізілген венгриялық 21 генотиптің екі үлгісінде (Bereny и Petur) төзімділік *Bt9* және *Bt10* гендері идентификацияланды. Зерттелген шетелдік бидай үлгінің (Болгария және CIMMYT) 16 үлгісінде *Bt8* гені, 8 үлгіде *Bt10* гені, 11 үлгіде *Bt11* гені және 13 үлгіде екі *Bt8* және *Bt11* гендері идентификацияланды. Молекулалық маркерлер арқылы 15 бидай үлгісінде *Bt9* гені, 8 үлгіде *Bt10* гені және 9 үлгіде *Bt12* гені анықталды

### 3.3 Бидай үлгілерінің биомасса индекс (NDVI) көрсеткішін есептеу

3.3.1 Қазақстандық бидай сорттарының биомасса индекс көрсеткіштерін анықтау

NDVI – нормаланған дифференциалданған өсімдік жамылғысының индексі. Яғни фотосинтезге белсенді биомассаның көрсеткіші. Биомасса индексі (NDVI) көрсеткіші арқылы фермер өсімдіктердің сау екенін анықтай алады. NDVI көрсеткіштері астық өндірісінің тұрақтылығын арттыру үшін бүкіл вегетациялық кезеңдегі ауылшаруашылық дақылдарының жай-күйін бақылауға алуға, аурулардың әсерін анықтауға, бидай дәнінің сапасын ерте болжауға қажет [156]. Бұл көрсеткіш вегетациялық кезеңдегі фитомассаның жиналу динамикасын бақылауға мүмкіндік береді және әртүрлі пигменттердің болуы, судың құрамы және жапырақ құрылымымен анықталатын спектрдің әртүрлі аймақтарындағы өсімдіктердің шағылыстыру қабілетін талдауға негізделген [157]. Зерттеу жұмысы жүргізілген 2019 – 2022 жылдары аралығында отандық бидай үлгілерінің биомасса индексін Green Seeker аппаратының көмегімен анықтадық. Өсімдіктің масақтану, гүлдеу, сүттену кезеңдерінде NDVI көрсеткіштері бағаланды (кесте 10).

Кесте 10 – Күздік бидай сорттарының биомасса индекс (NDVI) динамикасы, Алматы облысы, Алмалыбақ, 2019–2021 ж.ж.

Сорт	Өсімдіктің биомасса индекс көрсеткіші (NDVI)			
	Орташа көрсеткіш, 2019–2021 ж.ж.			Орташа мәні
	Масақтану кезеңі	Гүлдеу кезеңі	Сүттену кезеңі	
1	2	3	4	5
Анара 73	0,53	0,58	0,53	0,55
Жетысу	0,71	0,69	0,68	0,69
Алихан	0,64	0,66	0,66	0,65
Даулет	0,66	0,65	0,62	0,64
Нуреке	0,68	0,65	0,63	0,66
Сапалы	0,68	0,64	0,59	0,64
Раминал	0,69	0,68	0,65	0,67
Красноводопадская 25	0,69	0,68	0,60	0,66
Динара	0,67	0,64	0,59	0,63
Егемен 20	0,70	0,66	0,61	0,66
Карасай	0,67	0,66	0,66	0,66
Красноводопадская 210	0,63	0,59	0,58	0,60

## 10 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
Реке	0,64	0,64	0,65	0,65
Тәлім	0,65	0,63	0,61	0,63
Президент	0,70	0,68	0,66	0,68
Қызылбидай	0,69	0,65	0,61	0,65
Наз	0,65	0,66	0,66	0,65
Егемен	0,65	0,63	0,54	0,61
Богарная 56	0,61	0,64	0,64	0,63
Алмалы	0,61	0,60	0,65	0,62
Алия	0,61	0,65	0,66	0,64
Мереке 75	0,63	0,61	0,60	0,61
Мереке 70	0,68	0,67	0,66	0,67
Жалын	0,66	0,60	0,57	0,61

Қазақстанда өндірісте егуге рұқсат етілген күздік бидай сорттарының масақтану кезеңінде биомасса индексі жоғары деп есепке алынғандардың көрсеткіші 0,65 – 0,71 құрады. Биомассасы ең жоғары көрсеткішпен ерекшеленген 16 сортты айтуға болады, олар: Жетысу, Даулет, Нуреке, Сапалы, Раминал, Красноводопадская 25, Егемен 20, Карасай, Реке, Тәлім, Президент, Қызылбидай, Наз, Егемен, Мереке 70, Жалын және Динара. Индекс биомассасы ең төменгі көрсеткішті көрсеткен (0,53) Анара 73 сорты болды. Басқа бидай сорттары 0,61–0,64 индекс аралығында орташа көрсеткішті танытты, олар: Алмалы, Богарная 56, Алия, Мереке 75, Красноводопадская 210 және Алихан.

Бидай сорттарының гүлдеу кезеңінде Green Seeker аппаратында биомасса индексі жоғары болған сорттар Жетысу, Алихан, Даулет, Нуреке, Раминал, Красноводопадская 25, Егемен 20, Карасай, Реке, Президент, Қызылбидай, Наз, Алия және Мереке 70. Аталған күздік бидай сорттарының индексі 0,65–0,69 құрады. Биомасса индексі 0,60–0,64 аралығында орташа деп анықталған сорттар Алмалы, Богарная 56, Сапалы, Динара, Тәлім, Егемен және Мереке 75 және Жалын болды. Гүлдеу кезеңінде биомасса индексі 0,54–0,59 аралығында төменгі көрсеткіш деп екі сорт есепке алынды, олар: Анара 73 және Красноводопадская 210. Жоғарыдағы кесте–18 есеп бойынша бидай сорттарының сүттену және балауыздану фазасынан бастап биомасса индексі (NDVI) көрсеткіштері төмендей бастағанын көреміз. Себебі бұл кезеңде бидай масақтарындағы хлорофил пигменттері азая бастайды. Сүттену кезеңі бойынша NDVI нәтижесі жоғары (0,65–0,68) деп анықталған 10 сорт, олар Жетысу, Алихан, Раминал, Карасай, Реке, Президент, Наз, Алмалы, Алия және Мереке 70. Ең төменгі биомасса индексі бар сорттардың көрсеткіші 0,53–0,59 құрайды, олар Анара 73, Сапалы, Динара, Красноводопадская 210, Жалын және Егемен. Биомасса индексі бойынша 0,60 – 0,64 аралығында орта көрсеткішке ие болған сорттар Мереке 75, Богарная 56, Қызылбидай, Тәлім, Егемен 20, Красноводопадская 25, Даулет және Нуреке болды.

Жаздық жұмсақ бидай сорттарының да биомасса индексі вегетация кезеңдерінде есепке алынды (кесте 11).

Кесте 11 – Жаздық бидай сорттарының биомасса индекс (NDVI) динамикасы, Алматы облысы, Алмалыбақ, 2019–2021 ж.ж.

Сорт аты	Өсімдіктің биомасса индекс көрсеткіші (NDVI)			
	Орташа көрсеткіш, 2019–2021 ж.ж.			Орташа мәні
	Масақтану кезеңі	Гүлдеу кезеңі	Сүттену кезеңі	
Маншук	0,64	0,66	0,65	0,65
Казахстанская 25	0,62	0,59	0,55	0,59
Акмола 40	0,62	0,64	0,60	0,62
Казахстанская 16	0,67	0,61	0,63	0,64
Целинная 24	0,56	0,57	0,50	0,54
Целинная 50	0,62	0,60	0,57	0,60
Женис	0,60	0,63	0,62	0,62
Астана	0,59	0,63	0,61	0,61
Целинная 20	0,65	0,63	0,60	0,63
Казахстанская 20	0,56	0,61	0,55	0,57
Арай	0,68	0,63	0,65	0,65
Целинная 21	0,67	0,63	0,60	0,63
Акмола 3	0,67	0,65	0,66	0,66
Карабалыкская 92	0,59	0,59	0,57	0,58
Шортандинская 2012	0,68	0,63	0,65	0,65
Целинная 50	0,64	0,61	0,55	0,60
Қазақстан 75	0,65	0,56	0,61	0,61
Шортандинская 42	0,60	0,53	0,55	0,56
Акмола 3	0,65	0,61	0,54	0,60
Карабалыкская 101	0,63	0,61	0,54	0,59
Шортандинская 95	0,65	0,66	0,66	0,66
Казахстанская 10	0,68	0,65	0,66	0,66
Шортандинская 2007	0,65	0,61	0,59	0,62
Ақтобе	0,65	0,60	0,55	0,60
Целинная 26	0,57	0,54	0,47	0,53
Раннеспелная	0,65	0,57	0,59	0,60

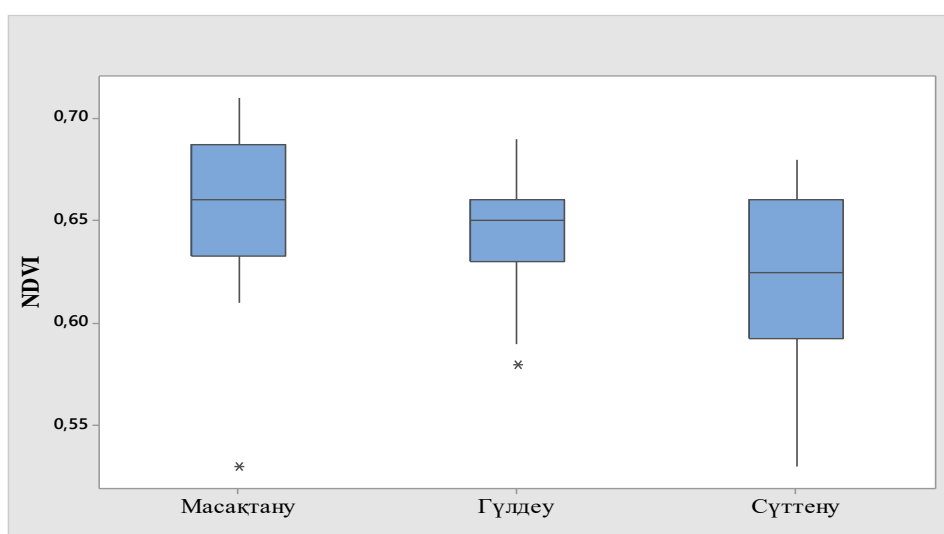
Жаздық жұмсақ бидай сорттарының да биомасса индексі вегетация кезеңдерінде есепке алынды. Масақтану кезеңінде биомасса көрсеткіші 0,65–0,68 аралығында жоғары болған сорттар Қазақстанская 16, Арай, Целинная 21, Акмола 3, Шортандинская 2012, Қазақстан 75, Акмола 3, Шортандинская 95, Қазақстанская 10, Шортандинская 2007, Ақтобе, Целинная 20 және Раннеспелная. Орта көрсеткішпен есепке алынғандар 8 бидай сорты, олар: Маншук, Қазақстанская 25, Акмола 40, Целинная 50, Женис, Целинная 50, Шортандинская 42 және Карабалыкская 101. Аталған сорттардың NDVI нәтижесі 0,60 – 0,64 индексті құрады. Масақтану кезеңі бойынша GreenSeeker



апаратында биомасса индексі ең төмен деп анықталған сорттардың көрсеткіші 0,56–0,59 индексті құрады, олар: Целинная 24, Астана, Казахстанская 20, Карабалыкская 92 және Целинная 26.

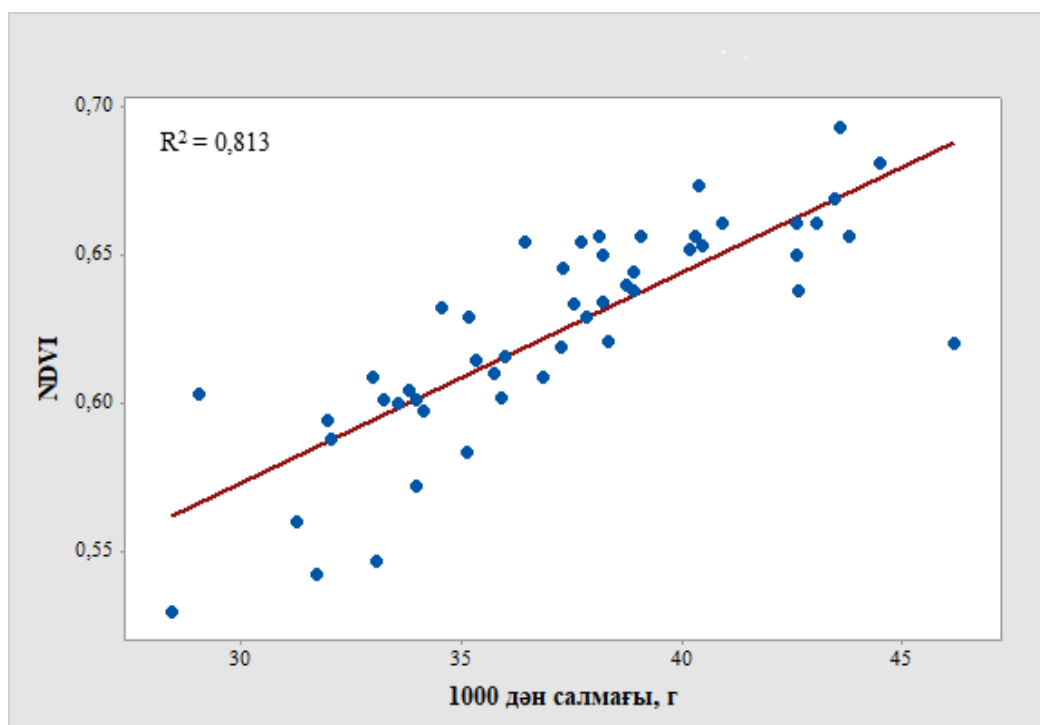
Гүлдеу кезеңінде өсімдіктердің индекс биомасса көрсеткіштерінің біршама жоғарылағанын байқауға болады. NDVI мәні жоғары көрсеткішпен көзге түскен сорттар Маншук, Шортандинская 95, Казахстанская 10 және Акмола 3. Биомассаы ең төменгі 0,53 – 0,59 индекс аралығында айқындалғандар Казахстанская 25, Целинная 24, Карабалыкская 92, Казахстанская 75, Шортандинская 42, Целинная 26 және Раннеспелная. Гүлдеу кезеңінде биомасса индексі орташа көрсеткішке ие болған бидай сорттарының үлесі басқаларынан біршама көп. Биомасса индексі 0,60 – 0,64 аралығында орташа көрсеткіш деп 15 бидай сорты бағаланды, олар: Акмола 40, Казахстанская 16, Целинная 50, Женис, Астана, Целинная 20, Казахстанская 20, Арай, Целинная 21, Шортандинская 2012, Целинная 50, Акмола 3, Карабалыкская 101, Шортандинская 2007 және Ақтобе. Сүттену кезеңінде бидай дәнінің қоректік заттары 50%–ға дейін артады. Алдыңғы вегетациялық кезеңдерге қарағанда өсімдіктің биомасса индексінің көрсеткіштері біршама төмендейді. Сүттену фазасында биомасса индексі жоғары болған сорттар Маншук, Казахстанская 16, Арай, Акмола 3, Шортандинская 2012, Шортандинская 95 және Казахстанская 10. NDVI мәні орташа (0,60 – 0,62) деп бағаланған сорттар: Акмола 40, Женис, Астана, Целинная 20, Целинная 21 және Казахстанская 75. Сүттену кезеңінде төменгі көрсеткішке ие болған сорттардың биомассасы 0,47–0,59 индексті құрады, олар: Казахстанская 25, Целинная 24, Целинная 50, Казахстанская 20, Карабалыкская 92, Целинная 50, Шортандинская 42, Акмола 3, Карабалыкская 101, Шортандинская 2007, Ақтобе, Целинная 26 және Раннеспелная.

Өндірісте егуге рұқсат етілген қазақстандық бидай сорттарының вегетация кезеңдеріндегі жоғары биомасса индекс (NDVI) көрсеткіштері масақтану фазасының үлесіне тиесілі екені анықталды (сурет 35).



Сурет 35 – Бидай сорттарының даму кезеңіндегі биомасса индекс (NDVI) динамикасы

Биомасса индекс (NDVI) көрсеткіштерінің астық өндірісінде бидай дәнінің сапасы мен өнімділігіне тікелей қатысы бар. Сондықтан отандық бидай сорттарының индекс биомасса көрсеткіштерімен олардың 1000 дәннің массасы арасындағы корреляциялық байланысты анықтадық (сурет 36).



Сурет 36 – Қазақстандық бидай сорттардың биомасса индекс (NDVI) мәні мен 1000 дән салмағы арасындағы корреляциялық көрсеткіші

Отандық бидай сорттарындағы биомасса индекс (NDVI) көрсеткіштерінің орта мәні мен 1000 дән салмағы арасындағы корреляциялық байланысты зерттеудің нәтижесінде екі көрсеткіштің арасында  $R^2 = 0,813$  ( $P$ -Value = 0,000) тікелей оң байланыс бар екені анықталды.

### 3.3.2 Шетелдік бидай үлгілерінің биомасса индекс көрсеткішін есептеу

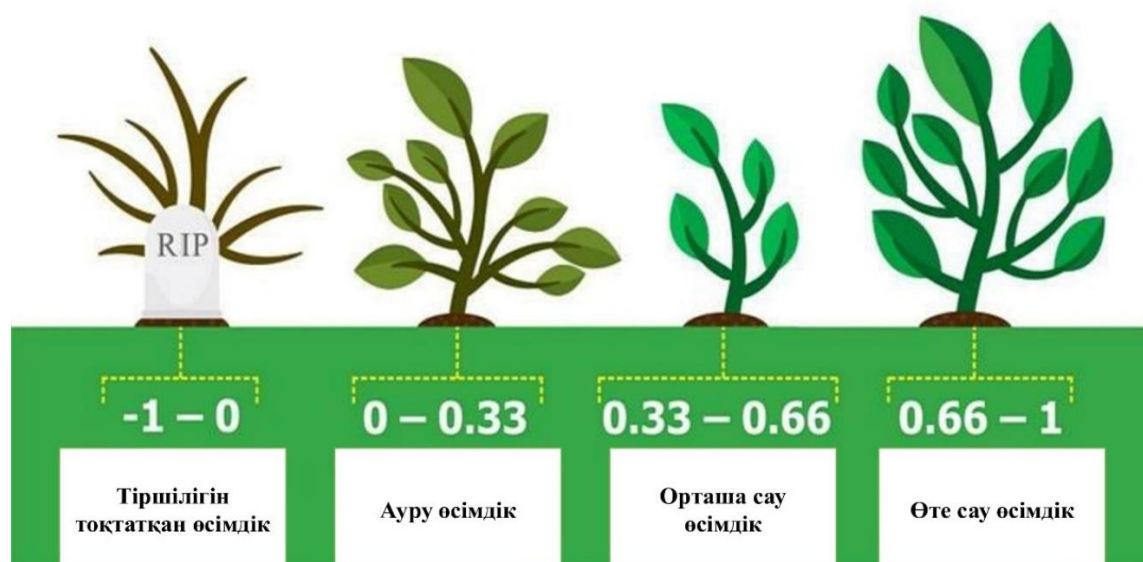
NDVI (Normalized difference vegetation index) – Өсімдіктің вегетациялық индексі 1970 жылдары енгізілгеннен бері өсімдік биомассасын қашықтықтан бақыланатын болды. Ауыл шаруашылығы қазіргі уақытта кең аумақты нәтижелердің дәлдігі және деректерді жинаудың жоғары жиілігі тәрізді спутниктік деректердің артықшылықтарын пайдалану арқылы ең танымал салаға айналды.

NDVI келесідей есептеледі:  $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$  мұндағы NIR жақын инфрақызыл сәуле, ал Red – көрінетін қызыл жарық.

NDVI жұтылатын қызыл жарықтың мөлшері мен спектрде шағылысатын жақын инфрақызыл сәуленің мөлшерін математикалық түрде салыстыру арқылы жұмыс істейді. Сау өсімдіктегі хлорофилл пигменті көрінетін қызыл жарықтың көп бөлігін сіңіреді, ал өсімдіктің жасушалық құрылымы жақын инфрақызыл сәуленің көп бөлігін көрсетеді. Бұл әдетте биомассасы тығыз

өсімдіктермен байланысты яғни жоғары фотосинтетикалық белсенділік – көрінетін қызыл жарықты аз шағылыстыруға және жақын инфрақызыл сәулені жоғары шағылыстыруға ие болады дегенді білдіреді. Бұл мәндердің бір–бірімен қалай салыстырылатынын қарастыра отырып, сіз табиғи жер жамылғысының басқа түрлерінен бөлек жер жамылғысын сенімді түрде анықтауға және талдауға болады.

NDVI есептеу нәтижелері  $-1$ -ден  $1$ -ге дейінгі индексте ауытқиды (сурет 37). Теріс мәндер су беттері, жасанды құрылымдар, тау жыныстары, бұлттар, қар бар аймақтарға сәйкес келеді; өсімдік жамылғысы жоқ топырақ әдетте  $0,1$ – $0,2$  диапазонда болады; өсімдіктер әрқашан  $0,2$  мен  $1$  арасында оң мәндерге ие болады. Биомасса тығыздығы жоғары өсімдіктер  $0,5$ -тен жоғары болуы керек, ал сирек өсімдіктер  $0,2$  мен  $0,5$  диапазон аралығын құрайды. Көп жағдайда  $0,2$ -ден  $0,4$ -ке дейінгі NDVI мәндері сирек өсімдіктері бар аймақтарға сәйкес келеді; өсімдіктері орташа деңгейде кездесетін аймақтарда  $0,4$ -тен  $0,6$ -ға дейін;  $0,6$ -дан жоғары индекс кез келген жасыл жапырақтардың мүмкін болатын максималды тығыздығын көрсетеді [158].



Сурет 37 – Green Seeker аппаратымен өсімдіктердің биомасса индексінің (NDVI) көрсеткіштері

Зерттеу жұмысы жүргізілген 2019–2021 ж.ж. аралығында шетелдік бидай үлгілерінің вегетация (масақтану, гүлдеу, сүттену) кезеңдерінде биомасса индексі (NDVI) көрсеткіштерін Green Seeker аппараты арқылы есепке алдық (кесте 12).

Кесте 12 – Шетелдік бидай үлгілерінің биомасса индексі(NDVI) көрсеткіштері. Алмалыбақ, 2019–2021 ж.ж.

Сорт аты	Өсімдіктің биомасса индексі (NDVI)				
	Шығу тегі	Орташа көрсеткіш, 2019–2022 ж.ж.			Орташа мәні
		Масақтану кезеңі	Гүлдеу кезеңі	Сүттену кезеңі	
1	2	3	4	5	6
Клара	BGR	0,56	0,77	0,43	0,59
Демейфа	BGR	0,71	0,82	0,47	0,67
Аиика	BGR	0,67	0,65	0,50	0,61
Антоновка	BGR	0,68	0,73	0,50	0,64
Албена	BGR	0,67	0,66	0,47	0,60
Лазарка	BGR	0,63	0,68	0,48	0,60
Неда	BGR	0,71	0,70	0,48	0,63
Калина	BGR	0,65	0,70	0,49	0,61
Кристал	BGR	0,56	0,62	0,46	0,55
Карат	BGR	0,71	0,73	0,48	0,64
Галатея	BGR	0,68	0,70	0,46	0,61
Свилена	BGR	0,65	0,73	0,52	0,63
Златица	BGR	0,67	0,69	0,51	0,62
Тодора	BGR	0,64	0,65	0,48	0,59
Драгана	BGR	0,70	0,68	0,51	0,63
Карина	BGR	0,66	0,68	0,48	0,61
Енола	BGR	0,66	0,77	0,52	0,65
Кристи	BGR	0,68	0,77	0,52	0,66
Ивета	BGR	0,66	0,70	0,48	0,61
Мерилин	BGR	0,74	0,82	0,52	0,69
Ласка	BGR	0,67	0,74	0,50	0,64
Корона	BGR	0,69	0,75	0,53	0,66
Болерка	BGR	0,64	0,72	0,47	0,61
Милена	BGR	0,59	0,70	0,46	0,58
Слава	BGR	0,60	0,68	0,49	0,59
Победа	BGR	0,64	0,69	0,46	0,60
Юнак	BGR	0,63	0,66	0,47	0,59
КМ 135	BGR	0,61	0,70	0,46	0,59
Гея–1	BGR	0,62	0,71	0,48	0,60
Царева	BGR	0,65	0,70	0,45	0,60
Гинес	BGR	0,66	0,71	0,47	0,61
Боряна	BGR	0,66	0,73	0,50	0,63
Диамант	BGR	0,62	0,68	0,45	0,58
Фермер	BGR	0,61	0,70	0,48	0,60
Садова 1	BGR	0,61	0,72	0,43	0,59
Садова 772	BGR	0,63	0,69	0,45	0,59

## 12 - кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
Ati	HU	0,67	0,70	0,36	0,58
Békés	HU	0,78	0,80	0,52	0,70
Berény	HU	0,68	0,67	0,32	0,56
Kalász	HU	0,77	0,78	0,46	0,67
Körös	HU	0,72	0,79	0,41	0,64
Mentor	HU	0,79	0,71	0,43	0,64
Hajnal	HU	0,76	0,72	0,41	0,63
Göncöl	HU	0,75	0,79	0,43	0,66
Tisza	HU	0,77	0,76	0,40	0,64
Csillag	HU	0,73	0,72	0,37	0,61
Futár	HU	0,70	0,78	0,41	0,63
Fény	HU	0,67	0,67	0,42	0,59
Pilis	HU	0,74	0,72	0,41	0,62
Petur	HU	0,76	0,75	0,41	0,64
Garaboly	HU	0,73	0,68	0,37	0,59
Szala	HU	0,71	0,74	0,41	0,62
Szemes	HU	0,79	0,80	0,51	0,70
Vitorlás	HU	0,76	0,70	0,44	0,63
Rege	HU	0,74	0,74	0,45	0,64
Rába	HU	0,78	0,77	0,49	0,68
Rozi	HU	0,77	0,71	0,42	0,63
F08245G1	RO	0,71	0,73	0,49	0,64
02429GP-1	RO	0,70	0,68	0,41	0,60
PARTNER	RO	0,59	0,63	0,42	0,55
F08347G8	RO	0,66	0,69	0,43	0,59
F06659G-1	RO	0,68	0,70	0,44	0,60
F08126G1	RO	0,63	0,67	0,43	0,58
F08034G1	RO	0,63	0,75	0,39	0,59
F06393GP10	RO	0,67	0,72	0,41	0,60
RETEZAT	RO	0,67	0,66	0,39	0,58
F07270G2	RO	0,65	0,71	0,46	0,60
338-K1-1//ANB/BUC/3/ GS50A/4/059E//JAGGER/ PECOS/5/ZARGANA-4	TR	0,70	0,74	0,65	0,70
338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A /4/059E//JAGGER/PECOS/5 /ZARGANA-4	TR	0,65	0,67	0,62	0,65
TAM105/3/NE70654/ BBY//BOW"S"/4/ CENTURE*3/ TA2450/5/TX71A1039.V1*3/ AMI/BUC/CHRC/6/ ZARGANA-3/6/BONITO-36	TR	0,75	0,77	0,67	0,73

## 12 - кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
TX87V1613/KS91 WGRC11/MV18–2000/3/ TX71A1039.V1*3/AMI// BUC/CHRC	TR	0,7	0,73	0,64	0,69
338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/ 4/TX71A1039.V1*3 /AMI//BUC/ CHRC	TR	0,70	0,75	0,65	0,70
PASTOR/MILAN/ 3/F10S–1//STOZHER/ KARL	TR	0,67	0,70	0,68	0,68
SUNR30 (GALA 2–49/ (CN#133/SUNSTATE*4)// SUNSTATE)/4/338–K1–1// ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA– 3	TR	0,67	0,68	0,66	0,67
KATEA–1/3/059E//JAGGER/ PECOS/4/AU/CO652337// 2*CA8–155/3/F474S1–1.1	TR	0,67	0,71	0,66	0,68
KATEA–1//TREGO/JGR 8W/3/TAM200/KAUZ	TR	0,64	0,69	0,60	0,64
338–K1–1//ANB/BUC/3/ GS50A/4/JI5418/ MARAS/5/MERCAN–1	TR	0,67	0,71	0,66	0,68
338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/ 4/TREGO/JGR 8W/5/TX69A509– 2//BBY2/FOX/3/PKL70/LIRA/4/ YMH/TOB//MCD/3/LIRA	TR	0,65	0,67	0,62	0,65
338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/ 4/TREGO/JGR 8W/5/WELS–2	TR	0,64	0,68	0,63	0,65
SAULESKU #26/PARUS// F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1	TR	0,68	0,75	0,67	0,70
TREGO/BTY SIB// ZARGANA–6/4/AU/ CO652337//2*CA8–155/3/...	TR	0,70	0,75	0,67	0,71
TREGO/JGR 8W/4/ AGRI/NAC// KAUZ/3/1D13.1/ MLT/5/F10S–1//...	TR	0,68	0,75	0,67	0,70
Ескерту – Үлгілердің географиялық шығу тегі бойынша: BGR– Болгария; HU – Венгрия; RO – Румыния; TR – Түркия					

Масақтану кезеңі бойынша биомасса көрсеткіші 0,66 индекстен жоғары болған болгариялық үлгілер Демейфа, Аиика, Антоновка, Албена, Неда, Карат, Галатея, Златица, Драгана, Карина, Енола, Кристи, Ивета, Мерилин, Ласка, Корона, Гинес және Боряна. Венгриялық бидай үлгілерінен биомасса

көрсеткіштері жоғары болғандары Ati, Békés, Berény, Kalász, Körös, Mentor, Hajnal, Göncöl, Tisza, Csillag, Futár, Fény, Pilis, Petur, Garaboly, Szala, Szemes, Vitorlás, Rege, Rába және Rozi. Ал румыниялық бидай үлгілерінен NDVI көрсеткіш мәні жоғары деп анықталғандары F08245G1, 02429GP–1, F08347G8, F06659G–1, F06393GP10 және RETEZAT. 2020 – 2021 жылдары Алматы облысының егіс алқабында румыниялық бидай үлгілерінің биомасса индекстері орташадан жоғары көрсеткіш көрсетті [159,160].

СҮММИТ орталығының түркиялық бидай үлгілерінен биомасса көрсеткіштері жоғары дипазонда анықталғандары (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36), (TX87V1613/KS91WGRC11//MV182000/3/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC), (PASTOR/MILAN/3/F10S–1//STOZHER/KARL), (SUNR30GALA2–49/CN#133/SUNSTATE\*4//SUNSTATE/4/338–K11//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA–3), (KATEA–1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/F474S1–1.1), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN–1), (SAULESKU #26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1), (TREGO/BTYSIB//ZARGANA–6/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/...) және (TREGO/JGR8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/5/F10S–1//...).

NDVI мәні 0,62–0,65 аралығында орташа көрсеткіш деп баға берілгендері Лазарка, Калина, Свилена, Болерка, Победа, Юнак, Тодора, Гея–1, Царева, Диамант, F08126G1, F08034G1 және F07270G2.

Масақтану кезеңі бойынша биомасса индексі ең төменгі көрсеткішпен есепке алынған үлгілер Клара, Милена, Слава, КМ 135, Фермер, Кристал, Садова 1, Садова 772 және PARTNER. Үлгілердің биомасса көрсеткіші 0,56–0,61 индекс аралығында болды.

Гүлдеу кезеңі бойынша Green Seeker аппаратында бидай үлгілерінің биомасса индексі ең жоғары көрсеткішпен танылғандары Антоновка, Неда, Калина, Карат, Галатея, Свилена, Енола, Кристи, Ивета, Мерилин, Ласка, Корона, Болерка, Милена, КМ 135, Гея–1, Царева, Гинес, Боряна, Фермер, Садова 1, Ati, Békés, Kalász, Körös, Mentor, Hajnal, Göncöl, Tisza, Csillag, Futár, Pilis, Petur, Szala, Szemes, Vitorlás, Rege, Rába, Rozi F08245G1, F06659G–1, F08034G1, F06393GP10, F07270G2, (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/59E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36), (TX87V1613/KS91WGRC11//MV182000/3/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHR), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC), (PASTOR/MILAN/3/F10S–1//STOZHER/KARL), (KATEA–1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/F474S1–1), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN–1), (SAULESKU #26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1), (TREGO/BTY SI//ZARGANA–6/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/...), (TREGO/JGR8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/

1D13.1/MLT/5/F10S-1//...). Аталған бидай үлгілерінің биомасса индексі 0,70–0,82 аралығында болды.

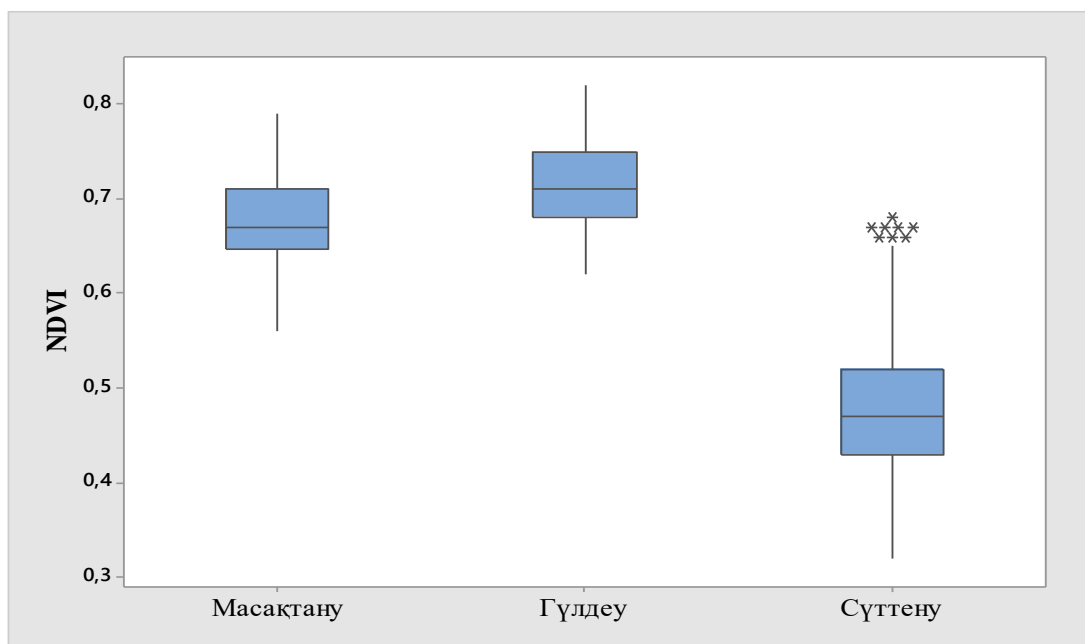
Биомасса мәні 0,65 – 0,69 аралығында орташа көрсеткішке ие болған үлгілер Аиика, Албена, Лазарка, Златица, Драгана, Карина, Слава, Победа, Юнак, Диамант, Садова 772, Verény, Fény, Garaboly, 02429GP-1, F08347G8, F08126G1, RETEZAT, (338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4), (SUNR30 GALA249/CN#133/SUNSTATE\*4//SUNSTATE)/4/338K11//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA-3), (KATEA-1//TREGO/JGR 8W/3/TAM200/KAUZ), (338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/TX69A5092//BBY2/FOX/3/PKL70/LIRA/4/YMH/TOB//MCD/3/LIRA), (338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR 8W/5/WELS-2). Гүлдеу кезеңі бойынша биомасса көрсеткішінің мәні ең төменгі (0,62–0,65) болған үлгілер Кристал, Тодора және PARTNER болды.

Сүттену кезеңінде бидай үлгілерінің биомасса индекс көрсеткіштері алдыңғы өсу, даму кезеңдеріне қарағанда төмен болды. Сүттену кезеңі бойынша биомасса индексі 0,50 ден жоғары болған үлгілер Аиика, Антоновка Свиленa, Златица, Драгана, Енола, Кристи, Мерилин, Ласка, Корона, Борьяна Békés, Szemes, (338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4), (338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4), (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA-3/6/BONITO-36), (TX87V1613/KS91WGRC11//MV182000/3/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC), (338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/ CHRC), (PASTOR/MILAN/3/F10S-1//STOZHER/KARL), (SUNR30(GALA2-49/(CN#133/SUNSTATE\*4)//SUNSTATE)/4/338-K1-1 //ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA-3), (KATEA-1/3/059E//JAGGER/PECOS/4 /AU/CO652337//2\*CA8-155/3/F474S1-1.1), (KATEA-1//TREGO/JGR8W/3/TAM200/KAUZ), (338-K1-1//ANB/BUC/3/ GS50A/4 /JI5418/MARAS/5/MERCAN-1), (338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/TX69A509-2//BBY2/FOX /3/PKL70/LIRA/4/YMH/TOB//MCD/3/LIRA), (338-K1-1//ANB/BUC/3/ GS50A /4/TREGO/JGR8W/5/WELS-2), (SAULESKU #26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1), (TREGO/BTY SIB//ZARGANA-6/4/AU/CO652337//2\*CA8-155/3/...), (TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/5/F10S-1//...).

Биомассасы 0,40 – 0,49 аралығында орташа бағаға ие болған үлгілер Клара, Демейфа, Албена, Лазарка, Неда, Калина, Кристал, Карат, Галатая, Тодора, Карина, Ивета, Болерка, Милена, Слава, Победа, Юнак, КМ 135, Гея-1, Царева, Гинес, Диамант, Фермер, Садова 1, Садова 772, Kalász, Körös, Mentor, Hajnal, Göncöl, Tisza, Futár, Fény, Pilis, Petur, Szala, Vitorlás, Rege, Rába, Rozi, F08245G1, 02429GP-1, PARTNER, F08347G8, F06659G-1, F08126G1, F06393GP1 және 0F07270G2. NDVI мәні ең төменгі деп анықталғандар Аti, Verény, Csillag, Garaboly, F08034G1 және RETEZAT. Аталған үлгілердің биомассасы 0,32 – 0,39 индекс аралығын құрады. Шетелдік бидай үлгілерінің вегетация кезеңдеріндегі биомасса индекс көрсеткіштері бойынша масақтану

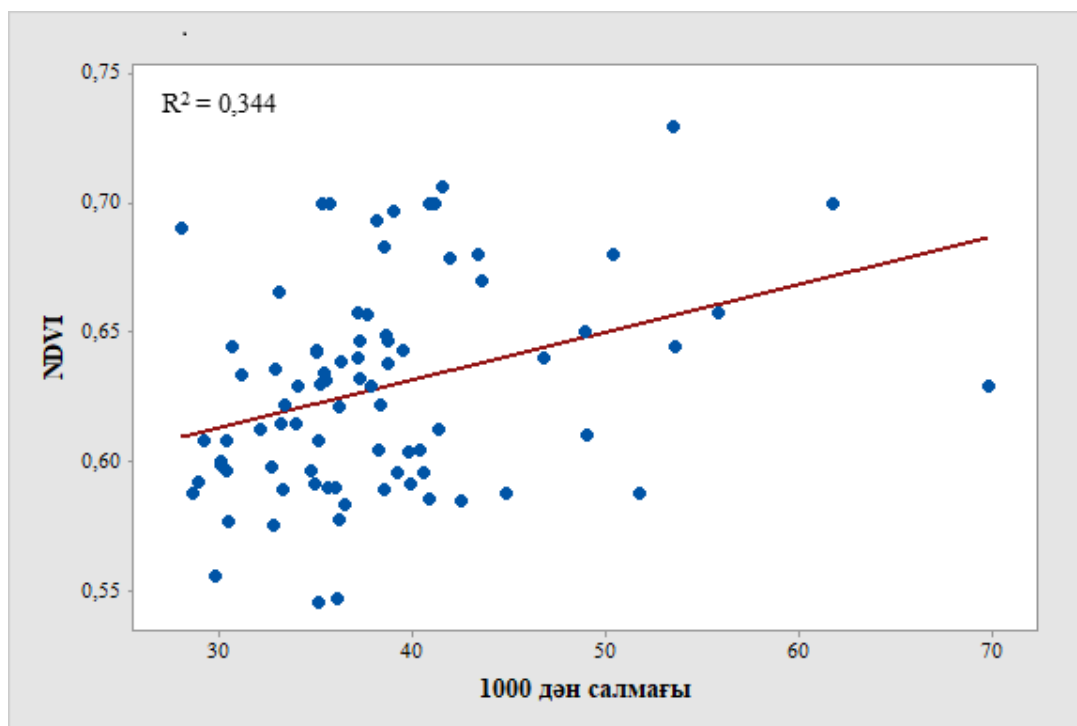


және гүлдену кезеңдерінің NDVI мәні сүттену кезеңіне карағанда әлде қайда жоғары екенін көруге болады (сурет 38).



Сурет 38 – Бидай сорттарының даму кезеңіндегі биомасса индекс (NDVI) динамикасы

Шетелдік бидай үлгілерінің индекс биомасса көрсеткіштерінің орта мәні мен 1000 дән салмағы арасындағы корреляциялық байланысты анықталды (сурет 39).



Сурет 39 – Шетелдік бидай үлгілерінің индекс биомасса (NDVI) көрсеткіштері мен 1000 дән салмағы арасындағы корреляциялық байланысы

Индекс биомасса (NDVI) көрсеткіштері мен 1000 дән салмағы арасындағы корреляция нәтижесі  $R^2 = 0,344$  ( $P\text{-Value} = 0,002$ ) оң байланыс бар екенін көрсетті. Демек биомасса индексі жоғарылаған сайын бидай үлгілерінің 1000 дән салмағыда арта түсті.

### 3.4 Бидай үлгілерінің құрылымдық белгі көрсеткіштеріне талдау

#### 3.4.1 Қазақстандық бидай сорттарының құрылымдық белгілерін талдау

Қазақстанда өндірісте егуге рұқсат етілген коммерциялық бидай сорттардың өсу және даму кезеңдерінде фенологиялық бақылау жұмыстары жүргізілді. Селекцияда бидайдың вегетациялық мерзімі маңызды шаруашылық құнды белгілері бар сорттарды талдап іріктеуге мүмкіншілік береді. Бидай сорттарының құрғақшылыққа төзімділігі, аурумен заладану көрсеткіштері, өнімі мен сапасын анықтайтын басқада қасиеттер вегетациялық даму кезеңдерімен тікелей байланысты. Бидай үлгілерінің құрылымдық белгілеріне талдау жүргізіп, шаруашылық құнды көрсеткіштерін анықтау келесідей өлшемдерді қамтиды: өсімдіктің ұзындығы, масақ ұзындығы, масақтағы масақшалар саны, басты масақтағы дән саны, басты масақтағы дәннің салмағы, 1000 дән салмағы. Ауылшаруашылық өсімдіктерінің маңызды белгілерінің бірі олардың өнімділік белгілері болып табылады. Жұмсақ бидайда олар масақтың мөлшері мен пішініне, дәндердің саны және олардың салмағына байланысты. Дәл осы белгілер өсімдіктің өнімділігін анықтайды. Өсімдік өнімділігі – көптеген факторларға, өсімдіктің құрылымдық және физиологиялық сипаттамасы бар кешенді белгілерден тұрады. Қазіргі жоғары өнімді бидай сорттары анағұрлым қуатты фотосинтетикалық аппаратқа ие, оның ассимиляциялық потенциалы жапырақтардың үлкен ауданы мен үлес салмағына, олардағы хлорофилл мөлшерінің жоғарылауына, өсу кезінде жапырақ бетінің белсенді қызмет ету ұзақтығына байланысты. Бидайдың жалпы биологиялық өнімділігін артуы одан әрі жоғары өнім алуды қамтамасыз ететін масақтың, сондай-ақ өсімдіктердің басқа бөліктерінің (сабақ пен жапырақтардың) сандық сипаттамаларының жақсаруымен байланысты.

Өсімдіктегі масақ саны, масақ ұзындығы, масақтағы масақшалар саны, басты масақтағы дән саны, басты масақтағы дәннің салмағы, 1000 дән салмағы сынды жұмсақ бидайдың өнімділігін көрсететін белгілер селекцияның маңызды компоненті болып табылады.

Бидайдың дамуына ең маңызды кезеңдердің бірі оның масақтануы. Масақ өсімдіктің басына шығуын масақтану дейді. Осы кезеңнен бастап жапырақтар, сабақтар жылдам өсуіне және масақта дән байлануына қарай өсімдік өзіне қажетті қоректік заттарды көп пайдаланады. Сондықтан астық өнімінің көрсеткіштері бидайдың осы кезеңдегі қоректік заттар көп пайдаланғанына байланысты болады [161].

Тәжірибелі танапта отандық бидай сорттарының масақтану уақыты 24 мамырдан мен 7 маусымға дейінгі аралықты қамтиды (кесте 13). Ең ерте масақтану уақыты 24 мамыр мен 31 мамыр аралығы болды. Бұл уақыттары 21

бидай сорты масақтанып үлгерді, олар Анара 73, Алихан, Даулет, Нуреке, Сапалы, Динара, Егемен 20, Красноводопадская 210, Реке, Наз, Егемен, Мереке 75, Мереке 70, Казахстанская 16, Целинная 24, Арай, Акмола 3, Карабалыкская 101, Қызылбидай, Жалын және Женис. Ал стандарт ретінде алынған Алмалы сорты 6 маусым күні масақтанды. Кеш масақтанған бидай сорттарының уақыты 5 – 7 маусым аралығын қамтыды. Кеш масақтанғандар Тәлім, Алия, Маншук, Целинная 20, Казахстанская 20, Шортандинская 2012 Целинная 50, Қазақстан 75, Шортандинская 95, Шортандинская 2007, Ақтобе және Казахстанская 25. Қалған бидай сорттарының масақтану уақыттары 1 маусымнан – 4 маусымға дейінгі аралықтарда болды.

*Өсімдік ұзындығы.* Бидай селекциясында өсімдік ұзындығы мән беретін негізгі белгілердің бірі, себебі өсімдіктің жатып қалмауына баса назар аударылады [162]. Өсімдік биіктігі бойынша 115–136 см аралығында жақсы көрсеткіш ие болғандар: Даулет, Нуреке, Сапалы, Динара, Карасай, Тәлім, Президент, Наз, Егемен, Богарная 56, Мереке 75, Мереке 70, Маншук, Жалын, Казахстанская 25, Казахстанская 16, Целинная 50, Целинная 20, Целинная 21, Акмола 3, Карабалыкская 92, Целинная 50, Қазақстанская 75, Акмола 3, Карабалыкская 101, Целинная 26. Стандарт ретінде алынған Алмалы сортының биіктігі 138 см болды. Ең аласа деп анықталған сорт Астана биіктігі 95 см.

Масақ ұзындығы бойынша 12 см–ден жоғары болып көзге түскендер Сапалы, Егемен 20, Карасай, Тәлім, Наз, Маншук, Жалын, Казахстанская 16, Женис, Карабалыкская 101. Масақ ұзындығы бойынша ең қысқа деп анықталған Даулет және Казахстанская 75 сорттары Алмалы сортынан 3 см–ге қысқа болды, яғни 9,2 см.

Масақтағы масақшалар саны 20 данадан асқан сорттар: Анара 73, Нуреке, Сапалы, Раминал, Егемен 20, Карасай, Красноводопадская 210, Реке, Тәлім, Президент, Наз, Егемен, Алия, Мереке 75, Мереке 70, Маншук, Жалын, Акмола 40, Казахстанская 16, Целинная 50, Женис, Карабалыкская 92, Казахстанская 75.

Кесте 13 – Қазақстандық бидай сорттарының құрылымдық белгілеріне талдау, Алмалыбақ, 2019 –2021 ж.ж.

Сорт аты	Масақтану күні	Өсімдіктің биіктігі, см	Масақ ұзындығы, см	Масақтағы масақшалар саны, дана	Басты масақтағы дән саны, дана	Басты масақтағы дәннің салмағы, г	1000 дәннің салмағы, г
1	2	3	4	5	6	7	8
Анара 73	28.05	102	11,6±0,76	22,4±1,11	49,8±5,15	1,07±0,49	22,60±9,90
Жетғысу	01.06.	114	9,8±0,53	19,5±1,12	48,0±5,46	2,11±0,41	43,59±4,43
Алихан	27.05.	100	10,14±0,13	18,6±0,80	45,1±3,33	2,12±0,36	43,42±3,70
Даулет	28.05.	132	9,2±0,45	19,7±1,73	48,7±4,05	1,64±0,19	38,91±4,73
Нуреке	31.05.	119	10,8±1,04	20,3±1,35	49,1±4,81	1,91±0,32	40,61±5,64
Сапалы	31.05.	117	12,3±1,31	20,8±1,99	50,6±4,32	2,57±0,37	45,93±2,84
Раминал	01.06.	100	11,3±0,72	20,9±0,70	50,2±5,55	2,03±0,29	41,37±4,24
Красноводопадская 25	05.06.	103	9,4±0,70	18,3±1,19	47,0±3,13	1,96±0,21	40,62±2,66
Динара	25.05.	125	11,5±0,76	19,7±1,49	48,1±6,27	1,66±0,40	35,65±4,72
Егемен 20	31.05.	103	14,2±0,88	21,0±1,79	53,6±4,39	2,66±0,49	44,34±6,43
Карасай	03.06.	126	14,7±0,52	23,3±1,00	54,9±6,20	2,12±0,43	41,05±6,75
Красноводопадская 210	28.05.	106	10,7±0,83	21,5±1,02	50,8±3,99	2,08±0,24	40,87±2,82
Реке	28.05.	110	10,25±0,26	20,4±0,66	50,9±2,91	2,28±0,06	47,29±1,79
Тәлім	07.06.	130	12,6±1,20	22,2±1,25	53±6,56	2,50±0,35	47,19±2,45
Президент	02.06.	123	11,8±0,38	21,7±1,19	50,3±5,57	2,10±0,26	43,69±8,37
Қызылбидай	30.05.	104	11,5±0,93	19,6±1,36	48,8±7,12	2,03±0,40	40,83±3,89
Наз	24.05.	118	12,4±1,09	20,9±1,45	50,2±3,63	1,88±0,32	40,34±5,72
Егемен	31.05.	126	11,2±0,56	22,0±1,00	51,3±5,71	2,02±0,29	42,83±4,80
Богарная 56	01.06.	130	9,6±0,52	19,7±1,62	36,2±2,79	1,74±0,15	39,40±1,99
Алия	07.06.	110	11,88±0,44	22,8±0,98	50,8±2,64	1,27±0,11	38,74±1,26
Мереке 75	29.05.	124	11,9±0,89	21,7±1,27	54,4±4,86	2,69±0,38	47,38±5,03
Мереке 70	31.05.	128	10,7±1,50	21,0±1,48	54,4±5,33	2,46±0,44	45,19±5,66
Маншук	07.06.	136	12,2±1,28	20,0±1,00	47,8±3,22	2,25±0,36	46,33±5,85
Жалын	30.05.	120	12,6±1,20	21,0±1,34	60,7±10,3	1,96±0,32	32,99±5,18
Казахстанская 25	05.06.	123	11,11±0,63	19,3±1,19	40,20±3,13	1,12±0,07	32,02±1,77
Акмола 40	01.06.	102	11,05±0,38	20,02±0,77	49,8±3,74	1,20±0,11	38,33±3,83

## 13 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
Казахстанская 16	31.05.	133	12,2±1,02	22,0±1,55	53,2±8,45	2,18±0,59	42,85±5,23
Целинная 24	31.05.	97	10,29±0,55	18,1±0,54	33,9±2,39	1,23±0,14	35,72±2,63
Целинная 50	01.06.	115	11,16±0,44	20,00±0,63	47,50±2,91	1,32±0,16	34,14±2,35
Женис	30.05.	113	12,23±0,41	20,30±0,64	46,2±2,83	2,03±0,16	42,27±3,50
Астана	01.06.	95	10,77±0,40	17,83±1,10	32,6±2,80	1,20±0,14	36,83±1,41
Целинная 20	05.06.	124	9,47±0,19	19,40±0,66	42,80±3,37	1,62±0,13	37,85±1,66
Казахстанская 20	05.06.	100	10,37±0,31	18,20±0,40	40,80±2,40	1,19±0,13	33,99±4,02
Арай	29.05.	98	11,51±0,53	18,5±0,81	31,9±3,78	1,26±0,25	38,16±3,62
Целинная 21	02.06.	115	11,01±0,25	19,7±0,46	43,4±3,29	1,47±0,18	38,21±2,51
Акмола 3	02.06.	120	11,84±0,24	19,5±1,02	44,5±1,43	1,29±0,06	37,62±2,19
Карабалықская 92	01.06.	135	11,3±0,46	20,4±0,92	48,6±7,76	1,95±0,23	39,03±5,60
Шортандинская 2012	07.06.	111	11,58±0,55	18,80±0,87	38,50±2,38	1,47±0,15	38,46±2,35
Целинная 50	06.06.	116	10,20±0,46	18,70±0,78	37,40±3,77	1,42±0,16	33,54±2,73
Қазақстанская 75	05.06.	119	9,2±0,74	22,1±2,43	52,2±6,63	1,74±0,37	38,55±4,02
Шортандинская 42	03.06.	105	11,03±0,33	20,01±0,89	40,2±2,56	1,56±0,14	37,24±2,32
Акмола 3	31.05.	118	10,64±0,57	18,40±1,20	35,00±3,52	1,19±0,17	36,96±2,31
Карабалықская 101	31.05.	119	15,48±0,55	21,31±1,70	46,7±2,05	1,88±0,15	39,96±2,82
Шортандинская 95	06.06.	112	11,53±0,43	21,6±0,80	49,7±2,41	1,49±0,20	40,32±3,56
Казахстанская 10	04.06.	98	11,2±0,38	20±0,77	44,7±1,62	1,72±0,07	40,90±2,55
Шортандинская 2007	07.06.	100	11,07±0,79	19,6±1,56	41,2±2,40	1,40±0,12	36,00±3,10
Ақтобе	05.06.	102	11,12±0,46	19,6±0,80	40,7±1,42	1,45±0,09	37,25±2,24
Целинная 26	04.06.	125	9,87±0,36	18,3±1,65	36,6±2,01	1,40±0,05	36,42±1,88
Раннеспелая	03.06.	107	11,27±0,58	19,8±0,75	40,3±1,90	1,08±0,14	31,91±3,07
St Алмалы	03.06.	138	12,2±0,58	20,8±1,40	56,4±4,4	2,56±0,27	47,18±4,30

Шортандинская 42, Карабалыкская 101 және Шортандинская 95. Ал бұл ретте стандарт ретіндегі Алмалы сортындағы масақшалар саны 20,8 дана. Масақшалар саны ең аз 17 дана болған Астана сорты.

Басты масақтағы дән саны 50 данадан көп болған Сапалы, Раминал, Егемен 20, Карасай, Красноводопадская 210, Реке, Тәлім, Президент, Наз, Егемен, Алия, Мереке 75, Мереке 70, Жалын, Казахстанская 16, Қазақстанская 75. Бұл ретте стандарт ретіндегі Алмалы сортындағы масақтағы дән саны 56 дананы құрады. Масақтағы дән саны 31 дана болған Арай сорты ең аз көрсеткішпен тіркелді.

Басты масақтағы дәннің салмағы 2 граммнан жоғары болған Жетысу, Алихан, Сапалы, Раминал, Егемен 20, Карасай, Красноводопадская 210, Реке, Тәлім, Президент, Қызылбидай, Егемен, Мереке 75, Мереке 70, Маншук, Казахстанская 16 және Женис сорттары жоғары көрсеткішпен ерекшеленді. Ал стандарт ретіндегі Алмалы сортындағы дәннің салмағы 2,56 грамм болды. Басты масақтағы дәннің салмағы 1,20 граммға жетпей қалған Анара 73, Казахстанская 25, Акмола 40, Казахстанская 20, Акмола 3 және Раннеспелная сорттары төмен көрсеткіш танытты.

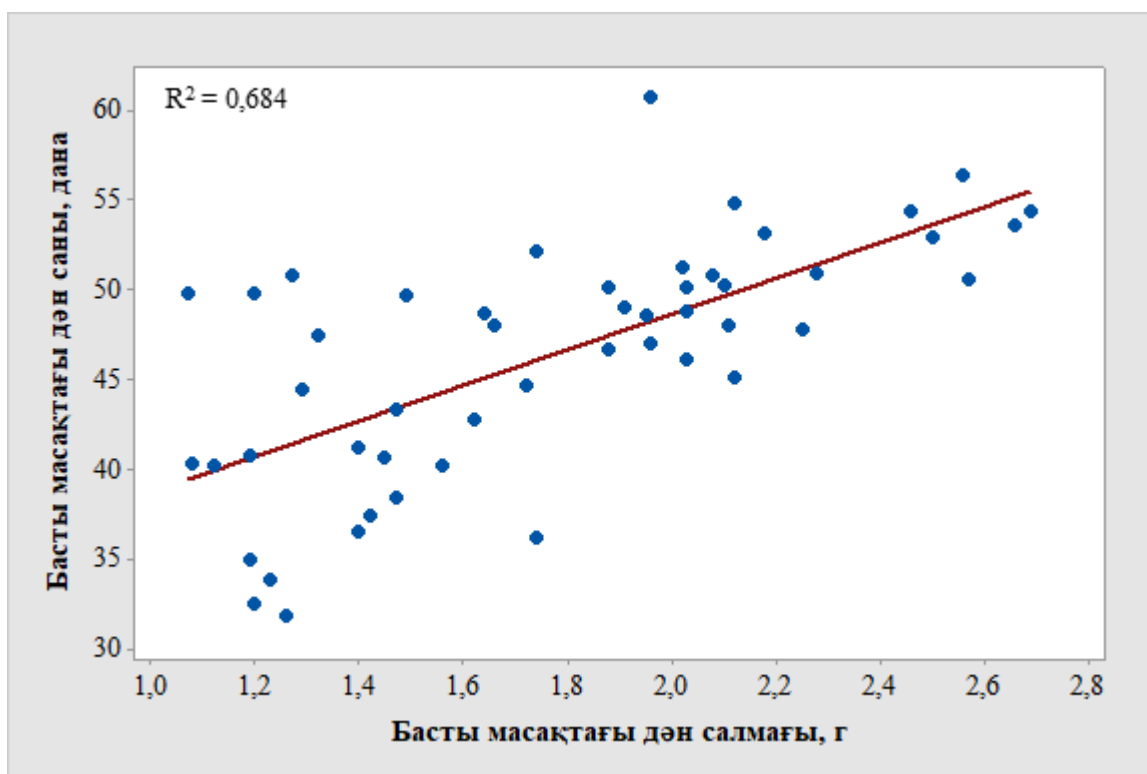
1000 дәннің массасын анықтау көбінесе, тұқымға арналған астықтың сапасын тексергенде қолданылады. Әдетте, бір дақылдың бір сортының ірі 1000 дәнінің массасы ұсақ 1000 дәнінің массасынан әлдеқайда үлкен болады. Бұл оның эндосперміндегі қоректік заттар қорының көп екенін, дәннің толықтығын көрсетеді. Дәні ірі болған сайын оның эндоспермі мен қабыршақтарының арасындағы қатынас өсе береді. Егер 1000 дәннің массасына оның тұқымдық сапасы жағынан баға берсек, онда ірі дәннен өніп шыққан өсімдік күшті және осы себептен жазда өнімді де көп береді. Сондықтан тұқымға тек қана ірі, 1000 дәнінің массасы жоғары астықты пайдалануға болады [161,б. 101]. Кесте 1 көрсетілгендей қазақстандық бидай сорттарының ішінде 1000 дән салмағы бойынша 40 граммнан жоғары көрсеткіш ие болғандары Жетысу, Алихан, Нуреке, Сапалы, Раминал, Красноводопадская 25, Егемен 20, Карасай, Красноводопадская 210, Реке, Тәлім, Президент, Қызылбидай, Наз, Егемен, Мереке 75, Мереке 70, Маншук, Казахстанская 16, Женис, Шортандинская 95 және Казахстанская 10. Өнімділігі бойынша мемлекеттік сортсынауға бірінші орын алған стандарт ретіндегі Алмалы сортының 1000 дән салмағы 47,18 грамм болды. Стандраттан 20 граммға төмен көрсеткіш көрсеткен Анара 73 сортының 1000 дән салмағы ең төменгі 22, 60 граммды берді.

Отандық бидай сорттарының өнімділік көрсеткіштеріне құрылымдық талдаудың нәтижесінде жоғарыда келтірілген белгілер бойынша жақсы нәтиже көрсеткендері жасанды індеттік ортада қатты қара күйе сыналып, төзімділік танытты.

Қазақстанда өндірісте егуге рұқсат етілген отандық бидай сорттарының құрылымдық талдауы нәтижесінде өнімділік көрсеткіштері жоғары деп 18 бидай сорты (Жетысу, Сапалы, Раминал, Егемен 20, Карасай, Красноводопадская 210, Реке, Тәлім, Президент, Қызылбидай, Наз, Жалын, Казахстанская 16, Женис, Казахстанская 20, Казахстанская 75, Карабалыкская

101, Шортандинская 95) анықталды. Аталған бидай сорттары жасанды індеттік ортада Алматы облысының *Tilletia caries* (D.C.) Tul қоздырғышына сыналды және олардан төзімді ген көздері анықталды. Шаруашылық құнды белгісі бар деп бағаланған Жетысу сорты тәжірибелі танапта қатты қара күйге төзімділік танытты және одан тиімді *Bt8*, *Bt11*, *Bt12* ген көздері идентификацияланды. Бидай сорттарының құрылымдық белгілеріне талдау нәтижесінде жоғары көрсеткіштерге ие болған Сапалы, Раминал, Тәлім, Женис, Казахстанская 20 және Карабалыкская 101 сорттары *Tilletia caries* (D.C.) Tul патогеніне жоғары төзімділік танытып Крившенко шкаласы бойынша 0 (R) белгісімен бағаланды. Ал дәл осындай нәтижемен ерекшеленген Егемен 20, Казахстанская 75 сорттарынан қатты қара күйге төзімді *Bt8*, *Bt11*, *Bt12*, *Bt9* гендері анықталды. Қатты қара күйге MR белгісімен төзімді деп бағаланған өнімділігі жоғары Карасай, Қызылбидай, Наз және Жалын сорттарынан молекулалық ПТР талдауы негізінде *Bt8*, *Bt11*, және *Bt9* гендері айқындалды. Ал шарушылық құнды белгісі бар деп бағаланған Казахстанская 16 сорты Алматы облысы жағдайында қатты қара күйге төзімділік көрсетті.

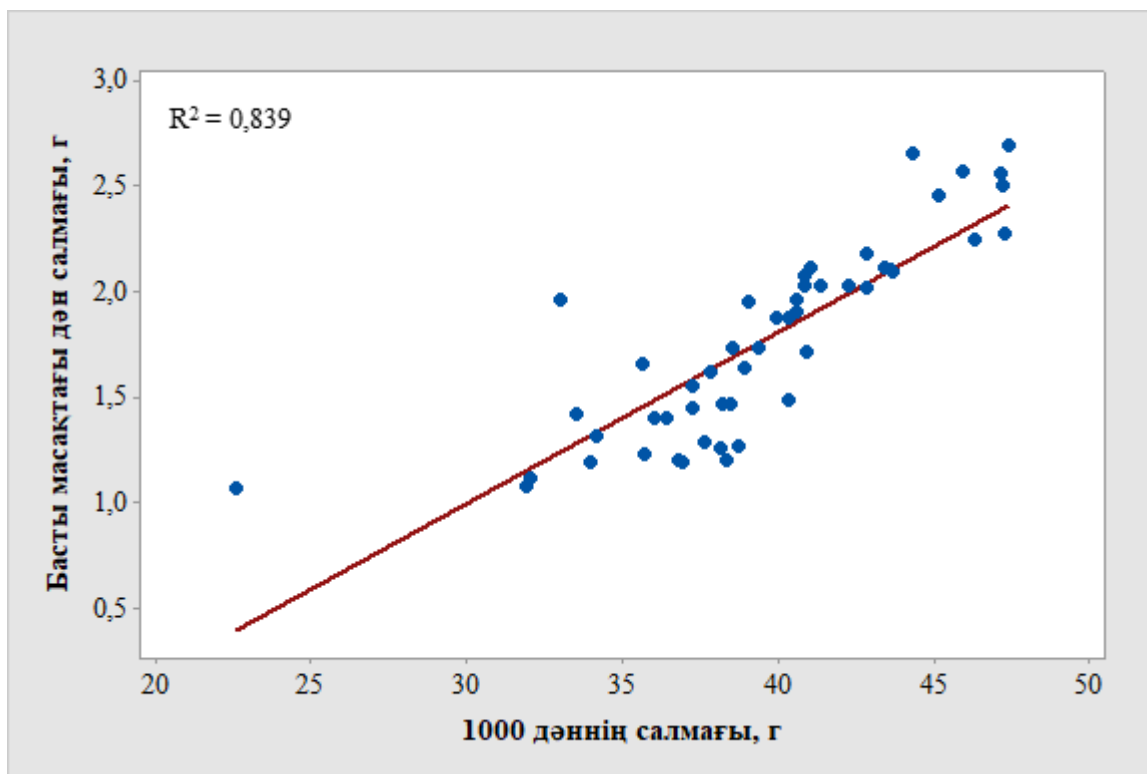
Қазақстандық бидай сорттарының құрылымдық талдауы нәтижесінде өнімділік көрсеткіштері арасында корреляциялық байланыстары зерттелді (сурет 40).



Сурет 40 – Қазақстандық бидай сорттарының басты масақтағы дән саны мен басты масақтағы дәннің салмағы арасындағы корреляциялық байланысы

Қазақстандық бидай сорттарының басты масақтағы дән саны мен басты масақтағы дәннің салмағы арасындағы корреляция нәтижесі  $R^2 = 0,684$  ( $P\text{-Value} = 0,000$ ) тікелей оң байланыс бар екенін көрсетті.

Басты масақтағы дәннің салмағы мен 1000 дән салмағы арасындағы корреляциялық байланысты зерттеудің нәтижесінде екі өнімділік көрсеткішінің арасында  $R^2 = 0,839$  ( $P\text{-Value} = 0,000$ ) тікелей оң байланыс бар екенін көрсетті (сурет 41).



Сурет 41 – Қазақстандық бидай сорттарының басты масақтағы дәннің салмағы мен 1000 дәннің салмағы арасындағы корреляциялық байланысы

MiniTAV 17 бағдарламасын пайдалану арқылы Пирсона корреляциялық талдау нәтижелері бойынша құрылымдық белгілердің әртүрлі топтары арасында оң және теріс корреляция коэффициенті анықталды (кесте 14).

Корреляциялық талдау нәтижесінде өсімдік ұзындығы мен қатты қара күйе арасында корреляциялық байланыс болған жоқ, бірақ масақ ұзындығы мен қатты қара күйе арасында теріс корреляциялық байланыс бар екенін көруге болады ( $P < 0.05$ ). Масак ұзындығы мен өсімдік ұзындығының арасында корреляциялық байланыстың жоқ екенін көреміз. Масактағы масакшалар саны мен қатты қара күйе арасында корреляциялық байланыс жоқ болғанымен, масактағы масакшалар саны/өсімдік ұзындығы/масак ұзындығы арасындағы корреляция коэффициенті оң байланысты көрсетті ( $P < 0.001$ ). Масактағы дәндер саны бойынша қатты қара күйе арасындағы корреляциялық байланыс жоқ, ал масактағы дәндер саны/өсімдік ұзындығы/масак ұзындығы/ масактағы масакшалар саны арасында корреляциялық оң байланыс бар екенін анықталды



( $P < 0.001$ ). Масақтағы дәннің массасы мен қатты қара күйе арасында теріс корреляция коэффициенті анықталды ( $P < 0.05$ ). Масақтағы дәннің массасы басқа құрылымдық белгілермен (өсімдік ұзындығы/масақ ұзындығы/ масақтағы масақшалар, масақтағы дәндер саны) оң корреляциялық байланыс құрды ( $P < 0.01$ ). Мың дән массасы мен қатты қара күйе арасында аз мөлшерде теріс корреляциялық байланыс бар екенін есепке алынды.

Кесте 14 – Бидай сорттарының құрылымыдық белгілері бойынша корреляциялық талдауы

		CB	PH	SL	SS	KS	KWS	TKW
PH	R <sup>2</sup>	-0,083						
	P-value	0,567						
SL	R <sup>2</sup>	-0,321	0,132					
	P-value	0,023	0,361					
SS	R <sup>2</sup>	0,050	0,352	0,520				
	P-value	0,731	0,012	0,000				
KS	R <sup>2</sup>	-0,063	0,386	0,392	0,780			
	P-value	0,663	0,006	0,005	0,000			
KWS	R <sup>2</sup>	-0,278	0,406	0,327	0,456	0,684		
	P-value	0,050	0,003	0,021	0,001	0,000		
TKW	R <sup>2</sup>	-0,140	0,326	0,191	0,269	0,431	0,839	
	P-value	0,332	0,021	0,184	0,059	0,002	0,000	
NDVI	R <sup>2</sup>	-0,000	0,084	0,127	0,189	0,361	0,454	0,579
	P-value	0,999	0,562	0,381	0,189	0,010	0,001	0,000
Ескерту – * $P < 0.05$ , ** $P < 0.01$ , *** $P < 0.001$ ; CB – Қатты қара күйе; PH – Өсімдік ұзындығы; SL – масақ ұзындығы; SS – Масақтағы масақшалар саны; KS – масақтағы дәндер саны; KWS – масақтағы бидай массасы; TKW – 1000 дәннің массасы								

Мың дән массасы мен өсімдік ұзындығы/масақтағы масақшалар / масақтағы дәндер саны бойынша корреляция коэффициенті оң нәтижені берді ( $P < 0.01$ ). Ал мың дән массасы мен масақтағы дәндер массасы арасындағы статисткалық көрсеткіш оң маңызды корреляциялық байланыс бар екенін көрсетті ( $P < 0.001$ ). Өсімдіктің биомасса индексі (NDVI) көрсеткіші мен қатты қара күйе арасында корреляциялық байланыс жоқ, бірақта өсімдіктің биомасса индексі көрсеткіші мен масақтағы дән массасы/мың дән массасы арасындағы корреляциялық байланыс оң коэффициентті көрсетті ( $P < 0.001$ ). Демек

өсімдіктің биомасса индексі көрсеткіші жоғары болған сайын өсімдіктің өнімділік көрсеткіші де жоғары болды.

### 3.4.2 Шетелдік бидай үлгілерінің құрылымдық белгілерін талдау

Зерттеу жұмысы жүргізілген 2019 – 2021 жылдар аралығында «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы» институтының «Генетика және селекция» зертханасында шетелдік (Болгария, Венгрия, Румыния, СИММУТ) бидай үлгілерінің құрылымдық белгілеріне талдау жұмыстарын жүргіздік. Құрылымдық талдау жұмыстарында есепке алынған негізгі белгілер масақтың ұзындығы, масақтағы масақшалар саны, басты масақтағы дән саны, басты масақтағы дәндің салмағы және басты масақтағы 1000 дән салмағы. Тәжірибелі танапта бидай үлгілерінің масақтану уақыты мен биіктігін анықтадық (кесте 15).

Шетелдік бидай үлгілерінің масақтану кезеңі 21 мамырдан 31 мамырға дейінгі аралықты құрады. Ерте масақтану уақыты 21 мамыр мен 25 мамыр аралығында болды. Ерте масақтанып үлгерген шетелдік бидай үлгілері Клара, Демейфа, Аиика, Кристал, Галатея, Карина, Фермер, (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36), (PASTOR/MILAN/3/F10S1//STOZHER/KARL), (SUNR30 GALA249/CN#133/SUNSTATE\*4//SUNSTATE/4/338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA–3), (KATEA–1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/F474S1–1.1), (KATEA–1//TREGO/JGR 8W/3/TAM200/KAUZ), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN–1), (338K11//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/TX69A5092//BBY2/FOX/3/PK L70/LIRA/4/YMH/TOB//MCD/3/LIRA) және (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR 8W/5/WELS–2), (SAULESKU #26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1). Ал стандарт ретінде алынған Алмалы сорты 3 маусымда масақтанды. Кеш масақтанған бидай үлгілері мыналар Калина, Кристи, Ласка, Корона, Диамант, Ати, Berény, Göncöl, Tisza, Fény, Petur, Szala, Szemes, Rába, Rozi, F08245G1, 02429GP–1, F07270G2, (TX87V1613/KS91WGRC11//MV182000/3/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4) және (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4). Аталған бидай үлгілері 28 мамырдан 31 мамырға дейін аралықта масақтанды. Басқа бидай үлгілерінің масақтану уақыты 26 мамырдан – 27 мамырға дейінгі аралықта болды.

Өсімдіктің биіктігі бойынша жоғары көрсеткішке ие болған үлгілер Клара, Лазарка, Калина, Карат, Свиленa, Болерка, Царева, Фермер, Szemes, Rege, Rába, F08126G1, (KATEA–1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/F474S1–1.1), (KATEA–1//TREGO/JGR8W/3/TAM200/KAUZ), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN–1), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/WELS–2),

(SAULESKU#26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1) және (TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/5/F10S-1/).

Аталған үлгілердің биіктігі 76–89 см аралығында болды. Фенологиялық бақылау кезінде ең аласа деп анықталған шетелдік бидай үлгілері Демейфа, Албена, Кристал, Галатея, Златица, Драгана, Енола, Кристи, Мерилин, Милена, Юнак, КМ 135, Гея–1, Диамант, Садова 772, Ати, Békés, Berény, Kalász, Körös, Hajnal, Göncöl, Tisza, Csillag, Futár, Pilis, Petur, Garaboly, Vitorlás, Rozi, F08245G1, 02429GP–1, F08347G8, F08034G1, F06393GP10 және F07270G2. Аталған бидай үлгілерінің биіктігі 53–65 см аралығында болды. Басқа бидай үлгілерінің биіктігі 67–73 см аралығын құрады.

Кесте 15 – Шетелдік бидай үлгілерінің құрылымдық белгілеріне талдау, Алмалыбақ. 2019 – 2021 ж.ж.

Сорт аты	Шығу тегі	Масақтану күні	Өсімдіктің биіктігі, см	Масақ ұзындығы, см	Масақтағы масақшалар саны, дана	Басты масақтағы дән саны, дана	Басты масақтағы дәннің салмағы, г	1000 дәннің салмағы, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Клара	BGR	25.05.2021	85	11,52±0,50	19,9±1,14	36,2±3,22	1,49±0,21	40,86±3,03
Демейфа	BGR	24.05.2021	65	9,46±0,53	19,4±0,80	46,3±3,55	1,54±0,17	33,11±1,40
Аиика	BGR	25.05.2021	68	9,51±0,33	19±0,77	45,9±3,33	1,40±0,24	30,35±3,24
Антоновка	BGR	27.05.2021	70	9,55±0,47	19,80±0,60	46,80±2,79	1,55±0,23	32,96±3,95
Албена	BGR	27.05.2021	64	9,40±0,42	17,40±0,66	40,50±2,42	1,22±0,16	30,06±2,33
Лазарка	BGR	26.05.2021	75	10,78±0,52	19,10±0,94	46,40±3,80	1,82±0,17	39,20±1,57
Неда	BGR	26.05.2021	70	9,64±0,40	18,70±0,90	45,50±2,87	1,61±0,18	35,51±2,01
Калина	BGR	03.06.2021	75	11,8±0,31	20,8±0,98	30,9±3,62	1,28±0,15	41,38±1,73
Кристал	BGR	25.05.2021	62	8,94±0,60	19,90±1,51	43,30±4,10	1,51±0,13	35,11±3,08
Карат	BGR	26.05.2021	75	10,56±0,41	19,2±0,40	55,5±2,80	2,02±0,35	36,27±4,53
Галатя	BGR	25.05.2021	60	8,63±0,51	16,00±1,18	32,30±2,57	1,09±0,13	34,01±3,70
Свилена	BGR	26.05.2021	78	11,27±0,20	21,9±0,94	52,1±3,86	1,59±0,19	31,20±2,75
Златица	BGR	27.05.2021	65	11,28±0,70	19,50±1,20	34,70±4,94	1,17±0,28	33,38±3,41
Тодора	BGR	26.05.2021	70	8,87±0,28	18,3±0,78	44,3±3,61	1,57±0,22	34,91±2,37
Драгана	BGR	27.05.2021	65	9,47±0,19	19,40±0,66	42,80±3,37	1,62±0,13	37,85±1,66
Карина	BGR	21.05.2021	68	8,00±0,53	16,70±0,46	36,60±4,22	1,08±0,25	29,20±5,12
Енола	BGR	26.05.2021	63	11,05±0,42	18,80±0,98	43,50±3,98	1,68±0,24	38,64±3,57
Кристи	BGR	28.05.2021	65	9,61±0,61	19,10±0,94	47,00±3,49	1,74±0,26	37,18±3,08
Ивета	BGR	26.05.2021	72	9,10±0,47	17,50±1,02	40,50±3,61	1,30±0,16	32,17±2,03
Мерилин	BGR	27.05.2021	63	10,04±0,14	20±0,89	41,8±3,12	1,58±0,14	38,13±1,73
Ласка	BGR	28.05.2021	70	9,00±0,41	18,6±1,11	45,00±3,64	1,73±0,19	38,75±2,17
Корона	BGR	28.05.2021	68	10,13±0,40	19±0,89	50,9±3,18	1,93±0,16	37,70±1,35

## 15 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Болерка	BGR	26.05.2021	78	9,68±0,63	17,5±0,81	41,6±3,32	2,04±0,17	49,06±0,78
Милена	BGR	27.05.2021	60	8,80±0,75	16,20±1,40	40,40±4,76	1,48±0,29	36,50±4,86
Слава	BGR	26.05.2021	73	8,67±0,47	16,00±1,61	34,80±2,52	1,35±0,18	38,59±3,15
Победа	BGR	26.05.2021	85	10,66±0,34	17,6±0,66	39,8±3,06	1,37±0,23	34,75±4,83
Юнак	BGR	26.05.2021	63	8,97±0,52	17,30±1,00	36,30±1,35	1,89±0,23	51,77±4,55
КМ 135	BGR	26.05.2021	58	10,02±0,58	17,4±0,92	39,8±3,43	1,33±0,13	33,29±0,79
Гея-1	BGR	26.05.2021	65	9,28±0,28	18,8±0,75	46,6±2,37	1,87±0,25	39,76±3,46
Царева	BGR	26.05.2021	86	9,22±0,45	17,10±0,94	44,00±4,84	1,32±0,24	30,11±5,03
Гинес	BGR	27.05.2021	73	9,69±0,87	16,22±1,75	44,00±3,81	1,47±0,28	33,17±3,82
Боряна	BGR	26.05.2021	68	8,47±0,18	15,70±0,46	31,30±3,03	2,18±0,12	69,81±3,71
Диамант	BGR	31.05.2021	45	9,62±0,58	17,1±0,83	28,1±2,21	1,20±0,10	42,53±2,9
Фермер	BGR	25.05.2021	76	10,25±0,22	17,2±0,40	36,1±2,91	1,46±0,14	40,59±1,09
Садова 1	BGR	26.05.2021	70	9,59±0,29	16,8±0,60	30,4±2,06	1,37±0,12	44,89±1,54
Садова 772	BGR	27.05.2021	60	10,6±0,42	17,8±0,40	38,6±3,72	1,38±0,19	35,62±2,09
Ati	HU	28.05.2021	58	6,89±0,37	16,10±1,14	36,50±3,88	1,12±0,21	30,54±3,24
Békés	HU	27.05.2021	62	8,96±0,65	16,40±1,02	34,80±3,97	2,14±0,17	61,77±3,91
Berény	HU	28.05.2021	52	7,23±0,21	17,2±0,87	40,5±2,20	1,21±0,14	29,77±2,18
Kalász	HU	27.05.2021	57	9,02±0,70	17,1±0,70	46,3±3,52	1,95±0,16	43,59±2,72
Körös	HU	26.05.2021	60	11,84±0,24	19,5±1,02	30,5±1,43	1,40±0,22	46,78±9,43
Mentor	HU	27.05.2021	67	9,65±0,63	16,40±0,80	46±4,20	2,46±0,27	53,57±3,03
Hajnal	HU	27.05.2021	65	8,08±0,19	16,2±0,40	37,2±2,82	1,27±0,06	34,05±2,19
Göncöl	HU	28.05.2021	60	8,02±0,49	15,90±0,94	34,50±3,72	1,92±0,22	55,80±3,43
Tisza	HU	28.05.2021	61	10,6±0,36	19,1±0,30	55,1±2,74	1,72±0,20	30,71±2,17
Csillag	HU	27.05.2021	58	7,77±0,25	17,10±0,83	44,10±2,62	1,55±0,22	35,12±3,46
Futár	HU	26.05.2021	53	8,10±0,37	15,50±0,81	35,90±2,98	1,25±0,07	35,23±1,71
Fény	HU	31.05.2021	70	7,55±0,41	15,82±0,78	36,20±1,26	1,11±0,05	28,62±1,09

15 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pilis	HU	27.05.2021	65	9,35±0,36	15,8±0,40	40,7±1,35	1,56±0,10	38,33±1,46
Petur	HU	30.05.2021	63	8,51±0,31	18,50±0,81	46,00±3,74	1,71±0,34	37,18±4,37
Garaboly	HU	26.05.2021	55	8,95±0,51	18,00±0,63	40,40±3,53	1,18±0,23	28,98±4,09
Szala	HU	31.05.2021	70	9,28±0,58	18,50±0,67	37,50±3,61	1,37±0,27	36,21±4,30
Szemes	HU	29.05.2021	80	9,8±0,40	22,8±0,87	44,7±3,23	1,84±0,19	41,21±1,71
Vitorlás	HU	27.05.2021	63	8,81±0,55	18,00±0,89	44,70±3,90	1,69±0,26	37,33±3,64
Rege	HU	28.05.2021	86	9,88±0,31	22,9±1,22	50,9±2,88	1,75±0,21	35,08±3,34
Rába	HU	30.05.2021	75	10,31±0,49	19,6±0,66	40,8±3,89	1,71±0,25	41,90±2,43
Rozi	HU	29.05.2021	65	7,39±0,21	18,3±1,00	35,6±2,76	1,27±0,19	35,45±2,79
F08245G1	RO	31.05.2021	63	10,24±0,46	19,80±0,40	49,30±2,87	1,73±0,09	35,09±1,19
02429GP-1	RO	29.05.2021	60	8,65±0,61	16,30±0,78	36,60±3,72	1,12±0,17	30,35±2,06
PARTENER	RO	27.05.2021	68	10,37±0,42	18,19±0,78	28,5±2,02	0,99±0,33	36,15±2,05
F08347G8	RO	27.05.2021	64	10,30±0,55	18,80±0,87	45,70±3,03	1,82±0,17	39,89±2,02
F06659G-1	RO	26.05.2021	72	10,66±0,59	18,50±0,67	50,20±2,89	1,92±0,14	38,25±1,20
F08126G1	RO	27.05.2021	75	9,87±0,36	17,70±0,90	47,10±2,70	1,72±0,30	36,18±4,48
F08034G1	RO	27.05.2021	63	10,42±0,37	20,7±0,90	50,4±2,29	1,82±0,08	36,03±1,54
PARTENER	RO	27.05.2021	67	8,83±0,29	19,4±1,02	49,9±2,55	1,68±0,17	33,45±1,95
F06393GP10	RO	27.05.2021	65	10,13±0,55	18,8±0,75	45,6±3,44	1,49±0,20	32,75±2,74
RETEZAT	RO	26.05.2021	68	8,99±0,35	18,80±1,17	51,40±3,20	1,69±0,14	32,80±1,35
F07270G2	RO	31.05.2021	65	9,25±0,20	18,20±0,60	46,30±2,61	1,88±0,23	40,37±3,05
338-K1- 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/0 59E// JAGGER/PECOS/5/ZARG ANA-4	TR	31.05.2020	70	11,13±1,28	21,0±1,80	50,0±1,29	1,94±0,30	39,01±3,01

15 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
338-K1- 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/0 59E// JAGGER/PECOS/5/ZARG ANA-4	TR	30.05.202 0	72	11,05±0,93	20,0±0,75	49,0±1,62	2,01±0,36	37,33±4,48
TAM105/3/NE70654/BBY// BOW"S"/4/ CENTURE*3/TA2450/5/T X71A1039.V1*3 /AMI/BUC/CHRC/6/ZARG ANA-3/6/BONITO-36	TR	24.05.202 0	63	12,85±1,58	20,0±1,10	52,0±0,15	2,26±0,41	53,45±3,04
TX87V1613/KS91WGRC1 1//MV18-2000/3 /TX71A1039.V1*3/AMI//B UC/CHRC	TR	29.05.202 0	68	9,26±0,87	18,0±1,14	43,0±1,70	1,21±0,20	28,05±1,13
338-K1- 1//ANB/BUC/3/GS50A/4 /TX71A1039.V1*3/AMI//B UC/ CHRC	TR	26.05.202 0	63	12,49±0,42	20,0±1,64	56,0±1,18	2,00±0,47	35,34±1,34
PASTOR/MILAN/3/F10S- 1// STOZHER/KARL	TR	22.05.202 0	65	11,70±0,27	22,0±0,92	62,0±1,34	2,38±0,41	38,50±1,47
SUNR30 (GALA 2- 49/(CN#133/SUNSTATE*4 ) //SUNSTATE)/4/338-K1- 1//ANB/BUC/3/GS50A/5/Z ARGANA-3	TR	22.05.202 0	75	11,64±1,02	19,0±1,04	51,0±1,83	2,23±0,29	43,60±2,92

15 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
KATEA– 1/3/059E//JAGGER/PECOS/4 /AU/CO652337//2*CA8– 155/3/F474S1–1.1	TR	23.05.2020	77	12,48±0,77	22,0±1,94	54,0±0,29	2,22±0,39	50,37±3,93
KATEA–1//TREGO/JGR 8W/3/ TAM200/KAUZ	TR	21.05.2020	89	12,16±0,95	20,0±1,17	58,0±1,97	2,23±0,45	39,55±2,13
338–K1– 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/ J15418/MARAS/5/MERCAN–1	TR	22.05.2020	77	10,57±1,71	18,0±2,37	49,0±1,4	2,42±0,55	43,40±3,51
338–K1– 1//ANB/BUC/3/GS50A/4 /TREGO/JGR 8W/5/TX69A509– 2//BBY2/FOX/3/ PKL70/LIRA/4/YMH/TOB//MC D/3/LIRA	TR	23.05.2020	72	9,96±0,93	19,0±1,47	55,0±8,08	2,12±0,37	38,71±1,93
338–K1– 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/ TREGO/JGR 8W/5/WELS–2	TR	22.05.2020	87	10,02±1,06	19,0±1,42	49,0±4,62	2,40±0,34	48,97±3,69
SAULESKU #26/PARUS// F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1	TR	24.05.2020	80	10,78±0,83	22,0±1,02	51,0±3,99	2,08±0,24	40,87±2,82
TREGO/BTY SIB//ZARGANA– 6/4/ AU/CO652337//2*CA8–155/3/...	TR	27.05.2020	60	11,53±1,22	21,0±1,95	51,0±9,71	2,16±0,55	41,57±3,11
TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC// KAUZ/3/1D13.1/MLT/5/F10S– 1//...	TR	31.05.2020	77	12,04±1,47	20,0±2,09	51,0±10,6	1,83±0,46	35,76±2,91
St Алмалы	KZ	03.06.2021	138	12,2±0,58	20,8±1,40	56,4±4,4	2,56±0,27	47,18±4,30
Ескертулер – Үлгілердің географиялық шығу тегі бойынша: BGR– Болгария; HU – Венгрия; RO – Румыния; TR– Түркия; KZ– Қазақстан								



Масақ ұзындығы бидай өнімділігін анықтаудағы негізгі көрсеткіштердің бірі болып табылады. Шетелдік бидай үлгілерінен масақ ұзындығы бойынша жоғары көрсеткішпен анықталғандары Клара, Калина, Карат, Свилена, Златица, Енола, Körös, (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA3/6/BONITO–36). Аталған үлгілердің масақтарының ұзындығы 10,56 –12,49 см аралығын қамтыды. Масақ ұзындығы бойынша ең қысқа (6,89–8,96 см)деп анықталған үлгілер Кристал, Тодора, Милена, Слава, Юнак, Боряна, Ати, Békés, Berény, Hajnal, Göncöl, Csillag, Futár, Fény, Petur, Garaboly, Vitorlás, Rozi, 02429GP–1 және PARTENER.

Масақтағы масақшалар саны бойынша 19 – 22 дана аралығында жоғары көрсеткішпен ерекшеленген бидай үлгілері Клара, Демейфа, Аиика, Антоновка, Лазарка, Калина, Кристал, Карат, Свилена, Златица, Драгана, Кристи, Мерилин, Корона, Körös, Tisza, Szemes, Rege, Rába, F08245G1, F08034G1, PARTENER, (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC), (PASTOR/MILAN/3/F10S–1//STOZHER/KARL), (SUNR30 GALA2–49/CN#133/SUNSTATE\*4//SUNSTATE/4/338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA–3), (KATEA–1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/F474S1–1.1), (KATEA–1//TREGO/JGR 8W/3/TAM200/KAUZ), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/TX69A509–2//BBY2/FOX/3/PKL70/LIRA/4/YMH/TOB//MCD/3/LIRA), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR 8W/5/WELS–2, SAULESKU#26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1), (TREGO/BTYSIB//ZARGANA–6/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3) және (TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/5/F10S–1//).

Масақтағы дәннің саны бойынша 32 бидай үлгісі 46 – 62 дән аралығында жоғары көрсеткішпен есепке алынды. Олар: Демейфа, Антоновка, Лазарка, Карат, Свилена, Кристи, Корона, Гей–1 Kalász Mentor Tisza Petur Rege F08245G1 F06659G–1, F08126G1, F08034G1, PARTENER, RETEZAT, (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA–4), (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3/AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA–3/6/BONITO–36), (338–K1–1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC), (PASTOR/MILAN/3/F10S–1//STOZHER/KARL), (SUNR30GALA249/CN#133/SUNSTATE\*4//SUNSTATE/4/338K11//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA–3),

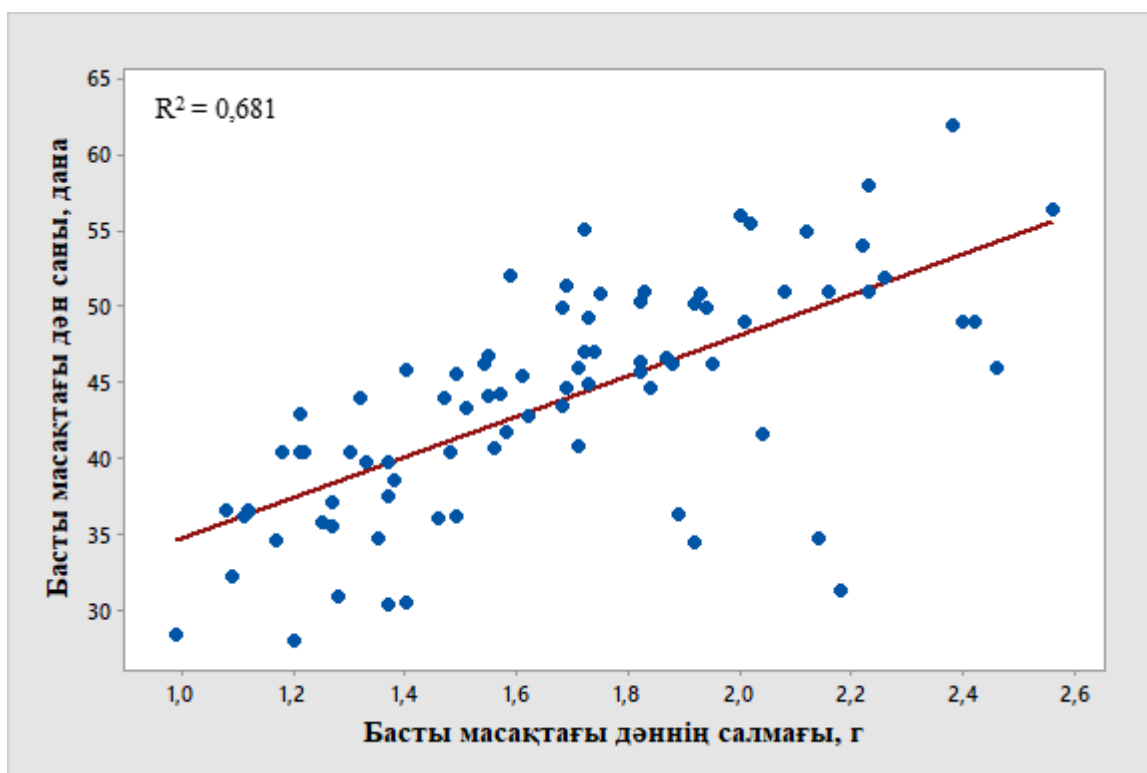
(KATEA1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8-155/3/F474S1-1.1),  
 (KATEA-1//TREGO/JGR 8W/3/TAM200/KAUZ), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN-1), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4 /TREGO/JGR 8W/5/TX69A509  
 2//BBY2/FOX/3/PKL70/LIRA/4/YMH/TOB//MCD/3/LIRA), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR 8W/5/WELS-2),  
 (SAULESKU#26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1),  
 (TREGO/BTYSIB//ZARGANA-6/4/AU/CO652337//2\*CA8-155/3/), (TREGO/JGR  
 8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/5/F10S-1//).

Басты масақтағы дәннің салмағы бойынша 1,72-2,42 грамм аралығында ерекшенленгендер Лазарка, Драгана, Кристи, Ласка, Корона, Болерка, Юнак, Гея-1, Боряна, Békés, Kalász, Mentor, Petur, Szemes, Rege, Rába, F08245G1, F08347G8, F06659G-1, F08126G1, F08034G1, F07270G2, (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4),  
 (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3  
 /AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA-3/6/BONITO-36), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TX71A1039.V1\*3/AMI//BUC/CHRC,PASTOR/MILAN/3  
 /F10S-1//STOZHER/KARL), (SUNR30GALA 2-  
 49/CN#133/SUNSTATE\*4//SUNSTATE/4/338-K1  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA-3), (KATEA-  
 1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8-155/3/F474S1-1.1, KATEA-  
 1//TREGO/JGR8W/3/TAM200/KAUZ), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN-1), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/TX69A5092//BBY2/FOX/3/PKL70/LI  
 RA/4/YMH/TOB//MCD/3/LIRA), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR8W/5/WELS-2),  
 (SAULESKU#26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1),  
 (TREGO/BTYSIB//ZARGANA-6/4/AU/CO652337//2\*CA8-155/3/), (TREGO/JGR  
 8W/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/5/F10S-1//)

1000 дәннің салмағы бидай селекциясында негізгі өнімділік көрсеткіші болып табылады. Стандарт Алмалы сортының 1000 дән массасы 47,18 грамм болды. Шетелдік бидай үлгілерінен 1000 дән салмағы бойынша жоғары көрсеткіш көрсеткендері Клара, Лазарка, Калина, Болерка, Юнак Гея-1 Боряна Диамант Фермер Садова 1 Békés Kalász Körös Mentor Göncöl Szemes Rába F08347G8 F07270G2 (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/059E//JAGGER/PECOS/5/ZARGANA-4),  
 (TAM105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURE\*3/TA2450/5/TX71A1039.V1\*3  
 /AMI/BUC/CHRC/6/ZARGANA-3/6/BONITO-36), (SUNR30GALA2-  
 49/(CN#133/SUNSTATE\*4//SUNSTATE/4/338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/5/ZARGANA-3), (KATEA-  
 1/3/059E//JAGGER/PECOS/4/AU/CO652337//2\*CA8-155/3/F474S1-1.1),  
 (KATEA-1//TREGO/JGR 8W/3/TAM200/KAUZ), (338-K1-  
 1//ANB/BUC/3/GS50A/4/JI5418/MARAS/5/MERCAN-1), (338-K1-

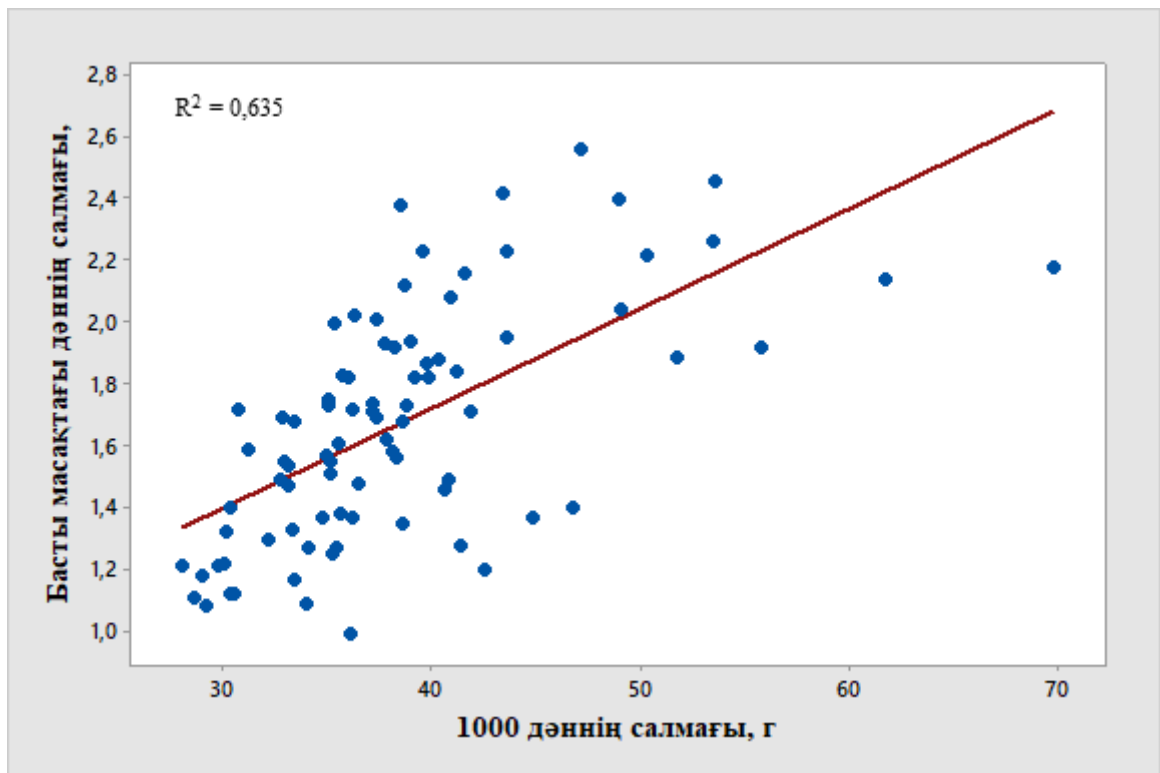
1//ANB/BUC/3/GS50A/4/TREGO/JGR 8W/5/WELS-2), (SAULESKU  
#26/PARUS//F885K1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1) және (TREGO/BTY  
SIB//ZARGANA-6/4/AU/CO652337//2\*CA8-155/3/).

Шетелдік бидай үлгілерінің басты масақтағы дән саны мен басты масақтағы дәннің салмағы арасында корреляциялық байланыс анықталды. Нәтижесінде шетелдік бидай үлгілерінің басты масақтағы дән саны мен басты масақтағы дәннің салмағы арасындағы корреляция нәтижесі  $R^2 = 0,681$  ( $P$ -Value = 0,000) тікелей оң байланыс бар екенін көрсетті (сурет 42).



Сурет 42 – Қазақстандық бидай сорттарының басты масақтағы дән саны мен басты масақтағы дәннің салмағы арасындағы корреляциялық байланысы

Сонымен қатар бидай үлгілерінің басты масақтағы дәннің салмағы мен 1000 дән салмағы арасындағы корреляциялық байланысты есептедік. Басты масақтағы дәннің салмағы мен 1000 дән салмағы арасындағы корреляциялық байланысты зерттеудің нәтижесінде екі өнімділік көрсеткішінің арасында  $R^2 = 0,635$  ( $P$ -Value = 0,000) тікелей оң байланыс бар екенін көрсетті (сурет 43).



Сурет 43 – Қазақстандық бидай сорттарының басты масақтағы дәннің салмағы мен 1000 дәннің салмағы арасындағы корреляциялық байланысы

Шетелдік бидай үлгілерінің құрылымдық белгілерінің арасында Пирсона корреляциясының коэффициенті есепке алынды (кесте 16). Нәтижесінде масақ ұзындығы мен өсімдік биіктігі арасында оң корреляциялық байланыстың бар екені анықталды ( $P < 0.001$ ). Масақтағы масақшалар санының көрсеткіштері өсімдік ұзындығы мен масақ ұзындығының көрсеткіштерімен корреляциялық оң байланыс құрды ( $P < 0.001$ ). Масақтағы дәндер саны өсімдік ұзындығы/масақ ұзындығы/ масақтағы масақшалар саны бойынша оң маңызды корреляция коэффициентін көрсетті ( $P < 0.001$ ). Масақтағы дәндер массасының көрсеткіштері мен қатты қара күйе көрсеткішінің арасында корреляциялық байланыс анықталған жоқ, бірақта масақтағы дәндер массасының нәтижелері өсімдік ұзындығы/масақ ұзындығы/масақтағы масақшалар саны/масақтағы дәндер саны бойынша оң корреляция коэффициентін көрсетті ( $P < 0.001$ ). 1000 дән салмағы бидай өсімдігінің келесі құрылымдық белгілерімен (CB – Қатты қара күйе; PH – Өсімдік ұзындығы; SL – масақ ұзындығы; SS – Масақтағы масақшалар саны; KS – масақтағы дәндер саны) корреляциялық байланыс түзбеді, бірақ 1000 дән массасы мен масақтағы дәндер массасы арасындағы корреляция коэффициенті  $R^2 = 0,630$  ( $P$ -Value) оң байланысты көрсетті. Өсімдіктің биомасса индексі (NDVI) көрсеткіші бидай үлгілерінің келесі құрылымдық белгілер көрсеткішімен (SS – Масақтағы масақшалар саны; KS – масақтағы дәндер саны; KWS – масақтағы дән массасы; TKW – 1000 дәннің массасы) оң корреляциялық байланыс құратыны анықталды ( $P < 0.001$ ).

Кесте 16 - Бидай сорттарының құрылымыдық белгілері бойынша Пирсона корреляциясының коэффициенті

		CB	PH	SL	SS	KS	KWS	TKW
PH	R <sup>2</sup>	0,053						
	P-value	0,635						
SL	R <sup>2</sup>	-0,045	0,380					
	P-value	0,687	0,000					
SS	R <sup>2</sup>	-0,049	0,375	0,669				
	P-value	0,660	0,001	0,000				
KS	R <sup>2</sup>	-0,173	0,307	0,467	0,595			
	P-value	0,120	0,005	0,000	0,000			
KWS	R <sup>2</sup>	-0,123	0,306	0,462	0,389	0,669		
	P-value	0,269	0,005	0,000	0,000	0,000		
TKW	R <sup>2</sup>	0,026	0,071	0,184	-0,042	-0,116	0,630	
	P-value	0,819	0,528	0,098	0,705	0,297	0,000	
NDVI	R <sup>2</sup>	-0,101	0,150	0,444	0,453	0,463	0,590	0,334
	P-value	0,366	0,180	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
Ескерту – *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001; CB – Қатты қара күйе; PH – Өсімдік ұзындығы; SL – масақ ұзындығы; SS – Масақтағы масақшалар саны; KS – масақтағы дәндер саны; KWS – масақтағы дән массасы; TKW – 1000 дәннің массасы NDVI – Өсімдіктің биомасса индексі								

Қорыта келе шетелдік бидай үлгілерінің масақтану кезеңі 21 мамырдан 31 мамырға дейінгі аралықты құрады. Ерте масақтану уақыты 21 мамыр мен 25 мамыр аралығында болды. Өсімдіктің биіктігі бойынша шетелдік бидай үлгілердің биіктігі 76–89 см аралығын қамтыды. Масақ ұзындығы бойынша үлгілердегі масақтардың ұзындығы 10,56 –12,49 см аралығында болды. Масақтағы масақшалар саны бойынша 19 – 22 дана аралығында 34 үлгі жоғары көрсеткіш көрсетті. Масақтағы дәннің саны бойынша 32 бидай үлгісі 46 – 62 дән аралығында жоғары көрсеткішпен есепке алынды. Басты масақтағы дәннің салмағы бойынша 1,72–2,42 грамм аралығында ерекшеленгендер 34 үлгі болды. Шетелдік бидай үлгілерінен 22 үлгі 1000 дән массасы бойынша 40 граммнан жоғары көрсеткішпен ерекшеленді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

1. Танаптық жасанды індет жағдайында Алматы облысының *Tilletia Caries* (D.C.) Tul патогеніне отандық бидай сорттары мен шетелдік бидай үлгілерінің төзімділігі сыналды. Фитопатологиялық бағалау нәтижесінде 12 отандық бидай сорт қатты қара күйеге жоғары төзімді деп ерекшеленді. Олар: Сапалы, Динара, Карасай, Тәлім Қызылбидай, Мереке 75, Казахстанская 25, Женис, Астана, Казахстанская 20, Карабалыкская 101 және Казахстанская 10. Ал шетелдік бидай үлгілерінен қатты қара күйеге төзімділік танытқандары болгариялық 6 үлгі (Демейфа, Аиика, Милена, Гей–1, Гинес, Садова 1), венгриялық 9 үлгі (Аti, Berény, Békés, Rege, Pilis, Petur, Garaboly, Vitorlás, Rába), румыниялық 8 үлгі (PARTENER, 02429GP–1, F08126G1, F08034G1, F07270G2, F06659G–1, F06393GP10, F08347G8 ) және СУММИТ орталығынан алынған 7 түркиялық линия.

2. Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институтының генетика және селекция зертханасында отандық және шетелдік бидай үлгілерінен қатты қара күйеге төзімді *Bt*–гендері молекулалық идентификацияланды. ПТР талдау нәтижесінде Карасай сортында бес төзімділік генінің комбинациясы анықталды, олар *Bt8*, *Bt11*, *Bt9*, *Bt10* және *Bt12*. Ал Динара, Егемен 20, Султан 2, Казахстанская 16 және Казахстанская 75 сорттарында 4 ген (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt12*) комбинациясы табылды, сонымен қатар 10 сортта (Алатау, Ажарлы, Безостая 1, Жетысу, Кокбидай, Мереке 75, Наз, Султан 95, Санзар 8, Сапалы) 3 ген комбинациясы (*Bt8*, *Bt9*, *Bt10*) анықталды. Қазақстандық 14 бидай сорты (Акбидай, Адыр, Булава, Диана, Жалын, Красноводопадская, Карабалыкская остистая, Карлыгаш, Коксу, Кызылбидай, Матай, Мироновская 808, Стекловидная 24, Алмалы) *Bt9* және *Bt12* гендерінің тасымалдаушысы деп идентификацияланды. Қатты қара күйеге сыналған румыниялық бидай үлгілерінің молекулалық скринингі 2 үлгінің (02429GP–1, F08245G1) *Bt9*–геніне ие екенін көрсетті. Румыниялық F08034G1 үлгісінде 4 геннің (*Bt8*, *Bt10*, *Bt11*, *Bt12*) комбинациясы идентификацияланды. Молекулалық скрининг нәтижесінде венгриялық бидай үлгілерінен 3 үлгі (Berény, Petur, Rába ) *Bt9* және 4 үлгі (Аti, Bereny, Koros, Petur) *Bt10* ген тасымалдаушылары болды. Болгариялық бидай үлгілерінен *Bt9*–ген тасымалдаушысы болып Klara, Demetra, Zlatitsa, Todora, Korona, Milena, Pobeda және Sadovo–1 үлгілері анықталды. СИММИТ орталығының SAULESKU#26/PARUS//F885K 1.1/SXL/3/BEZOSTAYA1 және TREGO/BTYSIB//ZARGANA–6/4/AU/CO652337//2\*CA8–155/3/ бидай үлгілерінен төзімділікке жауап беретін 5 ген (*Bt8*, *Bt11*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt12*) идентификацияланды.

3. Бидай үлгілерінің масақтану, гүлдеу және сүттену кезеңдерінде биомасса индексі (NDVI) көрсеткіштері есепке алынды. Өндірісте егуге рұқсат етілген отандық бидай үлгілерінен биомасса индексі жоғары деп танылғандары Жетысу, Раминал, Нуреке Красноводопадская 25, Егемен 20 Карасай Реке Президент Мереке 70 Маншук Казахстанская 16 Арай Акмола 3

Шортандинская 2012 Шортандинская 95 және Қазақстанская 10. Шетелдік бидай үлгерінен NDVI көрсеткіштері бойынша биомассасы жоғары деп 12 болгариялық (Демейфа, Антоновка, Неда, Карат, Свилена, Драгана, Енола, Кристи Мерилин, Ласка, Корона, Боряна), 5 венгриялық (Békés, Kalász, Göncöl, Szemes, Rába), 5 румыниялық (F08245G1, 02429GP-1, F06659G-1, F06393GP10, F07270G2) және 6 түркиялық (338-K1-1//ANB/.../ZARGANA-4), (TX87V1613/... \*3/AMI//BUC/CHRC), (338-K1-1/...\*3/AMI//BUC/CHRC), (SAULESKU #26/.../3/BEZOSTAYA1), (TREGO/.../2\*CA8-155/3/...), (TREGO/JGR 8W/4/AGRI/NAC//... ) бидай үлгілері есепке алынды.

4. Бидай үлгілерінің құрылымдық белгілерін талдау нәтижесінде өнімділігі жоғары және қатты қара күйеге төзімді деп 12 отандық бидай сортына баға берілді. Олар: Жетісу, Сапалы, Раминал, Динара, Карасай, Қызылбидай, Наз, Мереке 75, Қазақстанская 25, Женис, Астана және Қазақстанская 10. Шетелдік бидай үлгілерінің шаруашылық құнды белгілеріне талдау нәтижесінде 7 болгариялық (Демейфа, Аиика, Карат, Тодора, Енола, Гея-1, Садова 1), 8 венгриялық (Békés, Körös, Mentor, Pilis, Petur, Vitorlás, Rege, Rába), 6 румыниялық (PARTENER, F08347G8, F06659G-1, F08126G1, F08034G1, F07270G2) бидай үлгілері жоғары бағаға ие болды. Ал СΥΜΜΙΤ орталығының бидай үлгілерінен өнімділік көрсеткіштері жоғары деп ерекшеленгендері (SUNR30 /...ZARGANA-3), (KATEA-1/...\*CA8-155/3/F474S1-1.1), (KATEA-1/... /KAUZ), (338-K1-1/... MERCAN-1), (338-K1-1/...WELS-2) және (SAULESKU...BEZOSTAYA1).

5. Қатты қара күйеге төзімді және өнімділік көрсеткіштері жоғары болған Жетісу, Егемен 20, Карасай, Қызылбидай, Наз, Алмалы, Мереке 75, Жалын, Қазақстан 16 және Динара сорттары өндіріске егуге ұсынылды.

Қатты қара күйеге сыналған шетелдік бидай үлгілерінің молекулалық скринингі нәтижесінде тиімді *Bt8*, *Bt9*, *Bt10*, *Bt11* және *Bt12* гендері анықталған 02429GP-1, F08245G1, F08034G1, Ati, Bereny, Koros, Petur, Berény, Petur, Rába, Klara, Demetra, Zlatitsa, Todor, Korona, Milena, Pobeda және Sadovo-1 үлгілері иммунитет селекциясына төзімді донор ретінде ұсынылды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Уразалиев Р.А., Есимбекова М.А. Международное сотрудничество области генетических ресурсов растений (ГГР) перспективы и результаты // Материалы международной научно – теоретической конференции «Стратегия и растениеводства на рубеже XXI века». – Алматы: Бастау, 1999. – С. 173–174.
- 2 Shiferaw B., Smale M., Braun H. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security // Food Security. – 2013. – Vol. 5. – P. 291–300.
- 3 Sharma I., Tyagi S., Singh G. Enhancing wheat production – A global perspective // Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2015. – Vol. 85. – P. 3–13.
- 4 Lipps P.E. Seed and soil – borne diseases of field crop. Seed treatment for agronomic crops // Bull. The Ohio State University. – 2000. - Vol. 80. – P. 3.
- 5 Yorgancılar A. Screening Turkish and IWWIP germplasm (International winter wheat improvement program) for common bunt (*Tilletia foetida* (wallr.) Liro, *Tilletia caries* (D.C.) Tul.) resistance under eskisehir field conditions // XIX Intern. Workshop on smuts and bunts. – Izmir, 2016. – P. 54 – 55.
- 6 Goates B.J. Common bunt and dwarf bunt. Bunt and Smut Diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. – Mexico, 1996. – P. 12–25.
- 7 Койшыбаев М. Болезни зерновых культур. – Алматы, 2002. – 367 с.
- 8 Койшыбаев М., Яхьяви А., Рсалиев Ш.С., Жанарбекова А.Б. Достижения и перспективы селекции озимой пшеницы на устойчивость к болезням в Центральной Азии // Биологические основы селекции и генофонда растений: Матер. междунар. научн. конф. – Алматы, 2005. – С. 117–121.
- 9 Чекмарев В.В., Зеленева Ю.В., Фирсов В.Ф., Левин В.А. Методические рекомендации по испытанию химических препаратов и других средств против твердой головни пшеницы на искусственном инфекционном фоне. - Тамбов: Издательский дом ТГУ имени Г.Р. Державина, 2011. – С. 46.
- 10 Ращенко Л.Н. Твёрдая головня пшеницы в агрофитоценозах Украины // Первая Всерос. конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям: науч. материалы. – СПб., 2002. – С. 218–219.
- 11 Matanguihan J.B., Jones S.S. A new pathogenic race of *Tilletia caries* possessing the broadest virulence spectrum of known races. - Plant Health Progress, 2011. – 128 p.
- 12 Веденеева М.Л. Устойчивые сорта – надёжный способ борьбы с пыльной головнёй // Современ. системы защиты растений от боли перспективы достижений биотехнологий и генной инженерии: материалы Всерос. совещ. – Голицино, 2003. – С. 41–42.
- 13 Miedaner T. Weizen – Erfolg durch Diversität. Kulturpflanzen Botanik. – Geschichte Perspektiven: Springer Berlin Heidelberg, 2014. – P. 25 – 60.
- 14 Curtis B.C. Wheat in the world. In: FAO Plant Production and Protection, Bread Wheat – Improvement and Production // Food and Agriculture Organization of the United States. – Rome, 2002. - Vol. 45. – P. 22 – 40.



- 15 Shewry P.R. Wheat *Journal of experimental botany*. – 2009. – Vol. 60. – P. 537–1553.
- 16 Shiferaw B., Smale M., Braun H. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security // *Food Security*. – 2013. – Vol. 5. – P. 291–305.
- 17 FAO Production/Crops. In: FAOSTAT Statistics Database <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> 18.02.2016.
- 18 FAO Food and Agricultural commodities production/Countries by commodity. In: FAOSTAT Statistics Database [http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries\\_by\\_commodity/E](http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/E) 18.02.2016.
- 19 Производство зерна в некоторых странах мира и СНГ // Фактографическая справка. – Алматы: Научно – технический центр межотраслевой информации (НТИЦ МИ), 1999.
- 20 Рсалиев Ш.С., Койшибаев М.К., Моргунов А.И., Колмер Д. Анализ состава популяций стеблевой и листовой ржавчины пшеницы на территории Казахстана // *Материалы международной научно–практической конференции*. – Алматы: Алейрон, 2005. – С. 267 – 272.
- 21 Lammerts van Bueren E.T., Goldringer I. Scholten O Plant breeding for organic and sustainable, low–input agriculture: dealing with genotype – environment interactions. - *Euphytica*, 2008. – Vol 163. – P. 321–322.
- 22 Spieß H. Strategy to control common bunt (*Tilletia caries*) in organic farming // In: *Vereinigung der Planzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, Höhere Bundeslehr – und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg–Gumpenstein (eds) Tagungsband der*. – Irdning, 2015. – P. 117–121.
- 23 McNeil M., Roberts A.M. Real – time PCR assay for quantification of *Tilletia caries* contamination of UK wheat seed // *Plant Pathology*. – 2004. – Vol. 53, №6. – P. 741–750.
- 24 Cota L.C., Botez C.G., Mircea A., Curticuiu D. Screening for Resistance to Artificial Infection by Common BUnt (*Tilletia caries* and *Tilletia Foetida*) in F2 Populations of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) // *Bulletin UASVM Agriculture*. – 2009. – Vol. 66, №1. – P. 24–31.
- 25 Waldow F., Jahn M. Investigations in the regulation of common bunt (*Tilletia tritici*) of winter wheat with regard to threshold values, cultivar susceptibility and non–chemical protection measures // *Journal of Plant Diseases and Protection*. – 2007. – Vol. 114. – P. 269–275.
- 26 Lammerts van Bueren E.T., Struik P.C., Jacobsen E. Organic propagation of seed and planting material: An overview of problems and challenges for research // *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*. - 2003. – Vol. 51. – P. 263–277.
- 27 Matanguihan J.B., Murphy K.M., Jones S.S. Control of Common Bunt in Organic Wheat // *Plant Disease*. – 2011. – Vol 95. – P. 92–103.
- 28 Sholberg P.L., Gaudet D.A., Puchalski B., Randall P. Control of common bunt (*Tilletia tritici* and *T. laevis*) of wheat (*Triticum aestivum* cv. “Laura”) by fumigation with acetic acid vapour // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2006. – Vol. 86. – P. 839 – 843.

- 29 Gaudet D., Menzies J. Common bunt of wheat: An old foe remains a current threat. In: Sharma I (ed) Disease Resistance in Wheat. - CABI Publishing, 2012. – P. 220 – 235.
- 30 Fischer G.W., Holton C.S. Biology and Control of the Smut Fungi. - New York: The Ronald Press Company, 1957. – P. 662.
- 31 Goates B.J. Common bunt and Dwarf bunt. Bunt and Smut Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. – Mexico: CIMMYT, 1996. – P. 12 – 27.
- 32 Goates B.J. Identification of New Pathogenic Races of Common Bunt and Dwarf Bunt Fungi and Evaluation of Known Races Using an Expanded Set of Differential Wheat Lines // Plant Disease. – 2012. – Vol. 96. – P. 361– 369.
- 33 Huber K., Buerstmayr H. Development of methods for bunt resistance breeding for organic farming // Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. – 2006. – Vol. 42. – P. 66 – 71.
- 34 Russell P.E. A century of fungicide evolution // J. Agric. Sci. – 2005. – Vol. 143. – P. 11 – 25.
- 35 Holton C.S., Purdy L.H. Control of soil – borne common bunt of winter wheat in the Pacific Northwest by seed treatment // Plant Dis. Rep. – 2015. – Vol. 38. – P. 753 – 754.
- 36 Purdy L.H. Regional seed treatment tests for the control of seed – borne and soil – borne common smut of winter wheat in the Pacific Northwest // Plant Dis. Rep. – 2017. - Vol. 39. – P. 844 – 849.
- 37 Bruehl G. Integrated control of soil – borne pathogens: An overview // Can. J. Plant Pathol. – 2010. – Vol. 11. – P.153 – 157.
- 38 Hoffmann J.A. Bunt of Wheat // Plant Disease. – 1982. – Vol. 66. – P. 979 – 986.
- 39 Menzies J., Gaudet D. The surprising bunts and smuts: Still a threat after all these years. Manitoba Agronomist Conference. – Winnipeg: Manitoba, 2009. – P. 13 – 20.
- 40 Saari E.E., Mamluk O.F. Wheat Bunts and Smuts. Bunt and Smut Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. – Mexico: CIMMYT, 1996. – P. 1–11.
- 41 Bonman J.M., Bockelman H.E., Goates B.J. Geographic Distribution of Common and Dwarf Bunt Resistance in Landraces of Triticum aestivum subsp. Aestivum // Crop Science. – 2006. – Vol. 46. – P. 1622 – 1629.
- 42 Parlak Y. Seed borne Pathogens on Wheat (Particularly Smuts) in Turkey // In EPPO Bulletin. – 2013. – Vol. 11, №2. – P. 83–86.
- 43 Ricarda P. Master thesis: Improving common bunt resistance in bread wheat by marker–assisted selection. – Vienna, 2019. – 112 p.
- 44 Койшыбаев М. Болезни пшеницы. – Анкара, 2018. – 313 с.
- 45 Горденко В.И. Фитопатологическое состояние зерновых культур в Нижегородской области // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. – Материалы международной конференции. – Спб., 2013. – С. 124 – 126.

- 46 Тимошенкова Т.А. Влияние грибных болезней на продуктивность разных экологических групп сортов яровой пшеницы и ячменя в степной зоне // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке: Материалы международной конференции. – Спб., 2013. – С. 264–267.
- 47 Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания. – М.: Агропромиздат, 1991. – 272 с.
- 48 Тютюрев С.Л. Совершенствование химического метода защиты сельскохозяйственных культур от семенной и почвенной инфекции. – Спб., 2000. – 251 с.
- 49 Кривченко В.И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головнёвых болезней // Всесоюз. акад. с.–х. наук им. В.И. Ленина. – М.: Колос, 1984. – 304 с.
- 50 Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. – Изд. 4–е, пере раб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.
- 51 Бегунов И.И., Терехов В.И., Стрелков Е.В., Злотников А.К. Ресурсосберегающая технология защиты пшеницы от твёрдой головни: рекомендации. – М., 2005. – 27 с.
- 52 Ғабдулов М.А. Ауылшаруашылық дақылдарының аурулары: оқулық. – Алматы, 2015. – 368 б.
- 53 Dumalasová V., Simmonds J., Bartos P., Snape John. Location of genes for common bunt resistance in the European winter wheat cv. Trintella // *Euphytica*. – 2012. – Vol. 186, №1. – P. 257–264.
- 54 Станчева Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Болезни полевых культур. – М.; София, 2003. – Т. 3. – 270 с.
- 55 Mourad A., Mahdy E., Bakheit B.R., Abo – Elwafaa A., Baenziger P. S. Effect of common bunt infection on agronomic traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Journal of Plant Genetics and Breedin*. – 2018. – Vol. 2, №1. – P. 1–7.
- 56 Brandstetter A., Weinhappel M. Brandiger Weizen. Ein massives Problem für die Vermarktbarkeit von Getreide – Steinbrand nachhaltig verhindern. In NÖ Landes–Landwirtschaftskammer and AGES. – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, 2011. – P. 77–137.
- 57 Clark B., Cockerill V. European case study on seed treatments and seed–borne disease control using seed treatments // *Research Review*. – 2011. - №75. – P. 19–27.
- 58 Bundesamt für Ernährungssicherheit. - Pflanzenschutzmittelregister, 2019.
- 59 Borgen Anders. Strategies for Regulation of Seed Borne Diseases in Organic Farming // *In Seed Testing International*. – 2004. - №127. - P. 19–21.
- 60 El – Naimi M., Toubia – Rahme H., Mamluk O.F. Organic Seed – treatment as a Substitute for Chemical Seed – treatment to Control Common Bunt of Wheat // *In European Journal of Plant Pathology*. – 2000. – Vol. 106, №5. – P. 433–437.
- 61 Sholberg P.L., Gaudet D.A., Puchalski B.R. Control of common bunt (*Tilleta tritici* and *T. laevis*) of wheat (*Triticum aestivum* cv. ‘Laura’) by fumigation with acetic acid vapour // *Can. J. Plant Sci*. – 2006. – Vol. 86, №3. – P. 839–843.

62 Borgen A., Nielsen B. Effect of seed treatment with acetic acid in control of seed borne diseases // Symposium Proceedings Seed Treatment. - Challenges and Opportunities, 2001. – P. 135–140.

63 Borgen A., Davanlou M. Biological Control of Common Bunt (*Tilletia tritici*) // In Journal of Crop Production. – 2001. – Vol. 1. – P. 157–171.

64 McManus P.S. Inhibition of *Tilletia laevis* Teliospore Germination and Suppression of Common Bunt of Wheat by *Pseudomonas fluorescens* // In Plant Disease. – 1993. – Vol. 77, №10. – P. 1012.

65 Dromph K.M., Borgen A. Reduction of viability of soil borne inoculum of common bunt (*Tilletia tritici*) by collembolans // Soil Biology and Biochemistry. – 2001. - Vol. 33, №12. - P. 1791–1795.

66 Matanguihan J.B. Identification of pathogenic races and microsatellite markers of *Tilletia caries* (D.C.) Tul. & c. Tul. And mapping of a common bunt resistance gene in winter wheat: A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy. - Washington state university, 2011. – 203 p.

67 Lammerts van Bueren E.T., Goldringer I., Scholten O. Plant breeding for organic and sustainable, low-input agriculture: dealing with genotype – environment interactions // Euphytica. – 2008. – Vol. 163. – P. 321–322.

68 DumalasoVá V. Reaction of spring wheat cultivars to common bunt caused by *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. and *Tilletia laevis* (Kühn) // Plant Breed. – 2007. – Vol. 43. – P. 82–86.

69 Қатты қара күйеге төзімді гендердің зерттелу тарихы <http://agroflora.ru/seleksiya-pshenicy-na-immunitet-protiv-boleznej/> 12.06.2022.

70 Левченко Ю.В. Устойчивость пшеницы и тритикале к возбудителям твёрдой головни в краснодарском крае и создание нового исходного материала для селекции: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05.– Краснодар, 2018. – 223 с.

71 Bartoš P., Šip V., Chrpová J., Vacke J., Stuchliková E., Blažková V., Šárová J., Hanzalová A. Achievements and Prospects of Wheat Breeding for Disease Resistance // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2002. – №1. – P. 16–28.

72 Мартынов С.П., Добротворская Т.В., Сорокин О.Д. Генеалогический анализ устойчивости мягкой озимой пшеницы к твёрдой головне // Генетика растений. – 2004. – Т. 40, №4. – С. 516–530.

73 Veisz O.B., Szunics L., Szunics L. Effect of common bunt on the frost resistance and winter hardiness of wheat (*Triticum aestivum* L.) lines containing Bt genes // Euphytica. – 2000. – Vol. 114, №2.– P. 159–164.

74 Mamluk O.F. Bunts and smuts of wheat in North Africa and the Near East // Euphytica. – 1998. – Vol. 100, №1–3. – P. 45–50.

75 Laroche A. Development of a PCR marker for rapid identification of the Bt –10 gene for common bunt resistance in wheat // Genome. – 2000. – Vol. 43, №2. – P. 217–223.

76 Huber K. Development of Methods for Bunt Resistance Breeding for Organic // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2006. – Vol. 42. – P. 66–71.

77 Oncicá F., Sáulesku N. Potentially new sources of genes for resistance to common bunt (*Tilletia* spp.) in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) // Proc. Rom. Acad., Series B. – 2008. – Vol. 65, №2. – P. 97–100.

78 Borgen A. Screening wheat varieties for resistance with purified virulence races of common bunt (*Tilletia caries*) // XIX International workshop on smuts and bunts. – Izmir; Turkey: Book of abstracts, 2016. – P. 27–28.

79 Babayants L.T., Babayants O.V., Baranovskaya V.L., Dubinina L.A. *Tilletia caries* and Resistance of Wheat to this Pathogen in Ukraine // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2006. – №42. – P. 33–35.

80 Зеленева Ю.В., Плахотник В.В., Судникова В.П., Денисова Ю.М. Создание источников устойчивости яровой пшеницы к опасным болезням и вредителям в условиях Центрального Черноземья // Вопросы современной науки и практики. – 2015. – №3(57). – С. 20–27.

81 Gladysz C., Müllner A., Löschenberger F. Bunt resistant varieties, 'aatzucht-Donau, Austria. Institute of Biotechnology in Plant Production and Institute of Plant Breeding at BOKU Vienna (eds) XXI international workshop on bunt and smut diseases. - Vienna, 2021. – P. 30–35.

82 Dumalášová V. Reaction of Czech registered varieties and sources of resistance to common bunt and dwarf bunt. Institute of Biotechnology in Plant Production and Institute of Plant Breeding at BOKU Vienna (eds) XXI international workshop on bunt and smut diseases. - Vienna, 2021. – P. 40 – 43.

83 Orgeur G., Cadot V., Baldwin T., Gombert J., Fontaine L., Cheyron P., Grimault V. Common bunt: study of prevalent virulences in France and development of a resistance test for registration in the French Catalogue of common wheat varieties. Institute of Biotechnology in Plant Production and Institute of Plant Breeding at BOKU Vienna (eds), XXI international workshop on bunt and smut diseases. - Vienna, 2021. – P. 50 – 55.

84 Steffan P.M., Borgen A., Torp A.M., Rasmussen S.K., Backes G. Association mapping for common bunt resistance in wheat. In: XXI international workshop on bunt and smut diseases. – Vienna: Institute of Biotechnology in Plant Production and Institute of Plant Breeding at BOKU, 2021. – P. 58–61.

85 Gordon T., Wang R., Hole D., Bockelman H., Michael Bonman J., Chen J. Genetic characterization and genome-wide association mapping for dwarf bunt resistance in bread wheat accessions from the USDA National Small Grains Collection // Theor Appl Genet. – 2020. – Vol. 133, №3. – P. 1069 –1080.

86 Bhatta M., Baenziger P., Waters B., Poudel R., Belamkar V., Poland J., Morgounov A. Genome – Wide association study reveals novel genomic regions associated with 10 grain minerals in synthetic hexaploid wheat // Int J Mol Sci. - 2018. – №19(10). – P. 32–37.

87 Mourad A.M.I., Sallam A., Belamkar V., Mahdy E., Bakheit B., Abo El-Wafaa A., Stephen Baenziger P. Genetic architecture of common bunt resistance in winter wheat using genome-wide association study // BMC Plant Biol. – 2000. – Vol. 18, №1. - P. 280.

88 Muellner A.E., Buerstmayr M., Eshonkulov B., Hole D., Michel S., Hagenguth J.F., Buerstmayr H. Comparative mapping and validation of multiple disease resistance QTL for simultaneously controlling common and dwarf bunt in bread wheat // *Theor Appl Genet.* – 2021. – Vol. 134, №2. – P. 489–503.

89 Goates B.J. Common bunt and dwarf bunt. Bunt and smut diseases of wheat: concepts and methods of disease management. – Mexico: CIMMYT, 2005. – P. 12 – 25.

90 Goates B.J. Identification of new pathogenic races of common bunt and dwarf bunt fungi, and evaluation of known races using an expanded set of differential wheat lines // *Plant Dis.* – 2012. – Vol. 96. – P. 361– 369.

91 Steffan P.M., Torp A.M., Borgen A., Backes G., Rasmussen S.K. Mapping of common bunt resistance gene Bt9 in wheat // *Theor Appl Gene.* – 2017. – Vol. 130. – P. 1031–1040.

92 Wang R., Gordon T., Hole D., Zhao W., Isham K., Bonman J.M., Goates B., Chen J. Identification and assessment of two major QTLs for dwarf bunt resistance in winter wheat line ‘IDO835 // *Theor Appl Gene.* – 2019. – Vol. 132. – P. 2755 – 2766.

93 Laroche A., Demeke T., Gaudet D.A., Puchalski B., Frick M., McKenzie R. Development of a PCR marker for rapid identification of the Bt–10 gene for common bunt resistance in wheat // *Genome.* - 2000. – Vol. 43. – P. 217 – 223.

94 Menzies J.G., Knox R.E., Popovic Z., Procnier J.D. Common bunt resistance gene Bt10 located on wheat chromosome 6D // *Can J Plant Sci.* - 2006. – Vol. 86. – P. 1409 –1412.

95 Muellner A.E., Eshonkulov B., Hagenguth J., Pachler B., Michel S., Buerstmayr M., Hole D., Buerstmayr H. Genetic mapping of the common and dwarf bunt resistance gene Bt12 descending from the wheat landrace // *Euphytica.* – 2020. – №1. - P. 23–30.

96 Bokore F.E., Cuthbert R.D., Knox R.E., Singh A., Campbell H.L., Pozniak C.J., N’Diaye A., Sharpe A.G., Ruan Y. Mapping quantitative trait loci associated with common bunt resistance in a spring wheat (*Triticum aestivum* L.) variety Lillian // *Theor Appl Gene.* - 2000. – Vol. 132. – P. 3023 – 3033.

97 Dumalasova V., Simmonds J., Bartos P., Snape J. Location of genes for common bunt resistance in the European winter wheat cv Trintella // *Euphytica.* - 2012. – Vol. 186. – P. 257–264.

98 Fofana B., Humphreys D.G., Cloutier S., McCartney C.A., Somers D.J. Mapping quantitative trait loci controlling common bunt resistance in a doubled haploid population derived from the spring wheat cross RL4452 x AC Domain // *Mol Breed.* – 2008. - Vol. 21. – P. 317 – 325.

99 Knox R.E., Campbell H.L., Depauw R.M., Gaudet D., Puchalski B. Clarke F.C. DNA markers for resistance to common bunt in “McKenzie” wheat // *Can J Plant Path.* – 2013. – Vol. 35. – P. 328–337.

100 Singh A., Knox R.E, DePauw R.M., Singh A.K., Cuthbert R.D., Kumar S., Campbell H.L. Genetic mapping of common bunt resistance and plant height QTL in wheat // *Theor Appl Gene.* – 2016. – Vol. 129. – P. 243 – 256.

101 Wang S., Knox R.E., DePauw R.M., Clarke F.R., Clarke J.M., Thomas J.B. Markers to a common bunt resistance gene derived from “Blizzard” wheat (*Triticum aestivum* L.) and mapped to chromosome arm 1BS // *Theor Appl Gene.* – 2009. – Vol. 119. – P. 541–553.

102 Zou J., Semagn K., Chen H., Iqbal M., Asif M., N’Diaye A., Navabi A., Perez – Lara E., Pozniak C. Mapping of QTLs associated with resistance to common bunt, tan spot, leaf rust, and stripe rust in a spring wheat population // *Mol Breed.* - 2017. – Vol. 37. – P. 144.

103 Bhatta M., Baenziger P., Waters B., Poudel R., Belamkar V., Poland J., Morgounov A. Genome–Wide association study reveals novel genomic regions associated with 10 grain minerals in synthetic hexaploid wheat // *Int J Mol Sci.* – 2018. – Vol. 19, №1. – P. 3237.

104 Mourad A.M., Sallam A., Belamkar V., Mahdy E., Bakheit B., Abo El – Wafaa A., Stephen Baenziger P. Genetic architecture of common bunt resistance in winter wheat using genome–wide association study // *BMC Plant Biol.* – 2018. – Vol. 18, №1. – P. 280 – 300.

105 Muellner A.E., Buerstmayr M., Eshonkulov B., Hole D., Michel S., Hagenmuth J.F., Buerstmayr H. Comparative mapping and validation of multiple disease resistance QTL for simultaneously controlling common and dwarf bunt in bread wheat // *Theor Appl Genet.* – 2021. – Vol. 134, №2. – P. 489–503.

106 Orgeur G., Cadot V., Baldwin T., Gombert J., Fontaine L., Cheyron P., Grimault V. Common bunt: study of prevalent virulences in France and development of a resistance test for registration in the French Catalogue of common wheat varieties. In: Institute of Biotechnology in Plant Production and Institute of Plant Breeding at BOKU Vienna (eds) XXI international workshop on bunt and smut diseases. – Vienna, 2021. – P. 74–80.

107 Christensen D.K., Borgen A. Starke–II NIL based common bunt resistance gene mapping. In: Institute of Biotechnology in Plant Production and Institute of Plant Breeding at BOKU Vienna (eds) XXI international workshop on bunt and smut diseases. – Vienna, 2021. – P. 90 – 92.

108 Ehn M., Michel S., Morales L. Genome – wide association mapping identifies common bunt (*Tilletia caries*) resistance loci in bread wheat (*Triticum aestivum*) accessions of the USDA National Small Grains Collection // *Theor Appl Genet.* - 2022. – Vol. 135, №9. – P. 3103–3115.

109 Goates B.J. Identification of new pathogenic races of common bunt and dwarf bunt fungi and evaluation of known races using an expanded set of differential wheat lines // *Plant Dis.* – 2012. – Vol. 96, №3. – P. 361–369.

110 Goates B.J., Bockelman H.E. Identification of new sources of high levels of resistance to dwarf bunt and common bunt among winter wheat landraces in the USDA–ARS National Small Grains Collection // *Crop Science.* – 2012. – Vol. 52, №6. – P. 2595–2605.

111 Steffan P.M., Torp A.M., Borgen A., Backes G., Rasmussen S.K. Mapping of common bunt resistance gene Bt9 in wheat // *Theor Appl Genet.* – 2017. – Vol. 130, №5. – P. 1031–1040.

112 Muellner A.E., Eshonkulov B., Hagenguth J., Pachler B., Michel S., Buerstmayr M. Genetic mapping of the common and dwarf bunt resistance gene Bt12 descending from the wheat landrace PI119333 // *Euphytica*. – 2020. – Vol. 216, №83. – P. 1–15.

113 Collard B.Y., Mackill D.J. Marker – assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty – first century // *Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B, Biological sciences*. – 2008. – Vol. 363. – P. 557–572.

114 Miedaner T., Korzun V. Marker–assisted selection for disease resistance in wheat and barley breeding // *Phytopathology*. – 2012. – Vol. 102. – P. 560–566.

115 Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world // *Science*. – 2010. – Vol. 327. – P. 818 – 822.

116 Senan S., Kizhakayil D., Sasikumar B., Sheeja T.E. Methods for Development of Microsatellite Markers: An Overview // *Notulae Scientia Biologicae*. – 2014. - Vol. 6. – P. 1–13.

117 Yang H.B., Kang W.H., Nahm S.H., Kang B.C. Methods for Developing Molecular Markers / eds. Thomson M. *Current Technologies in Plant Molecular Breeding*. – Dordrecht: Springer Netherlands, 2015. – P. 15–50.

118 Ganal M.W., Röder M.S. Microsatellite and SNP markers in wheat breeding / in: Varshney RK, Tuberosa R (eds) *Genomics–Assisted Crop Improvement: Genomics Applications in Crops*. – Dordrecht: Springer Netherlands, 2007. - Vol. 2. – P. 1–24.

119 Semagn K., Bjørnstad A., Ndjiondjop M.N. An overview of molecular marker methods for plants // *African Journal of Biotechnology*. – 2006. – Vol. 5. – P. 2540 – 2568.

120 Randhawa H.S., Asif M., Pozniak C. Application of molecular markers to wheat breeding in Canada // *Plant Breeding*. – 2013. – Vol. 132. – P. 458 – 471.

121 Mammadov J., Aggarwal R., Buyyarapu R., Kumpatla S. SNP markers and their impact on plant breeding // *International Journal of Plant Genomics*. - 2012. – Vol. 72. – P. 83 – 98.

122 Ciucă M. A preliminary report on the identification of SSR markers for bunt (*Tilletia* sp.) resistance in wheat // *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. – 2011. – Vol. 47. – P. 142–145.

123 Wang S., Knox R.E., DePauw R.M. Markers to a common bunt resistance gene derived from “Blizzard” wheat (*Triticum aestivum* L.) and mapped to chromosome arm 1BS // *Theoretical and applied genetics*. – 2009. – Vol. 119. – P. 541–553.

124 Steffan P., Andersen S.B., Torp A.M. Mapping of Common Bunt Resistance Gene Bt9 in Hexaploid Wheat. In: *The XVIII Biennial International Workshop on the Smuts and Bunts*. – Denmark: Copenhagen, 2015. – P. 77 – 83.

125 Борггард А.И. Избранные труды по фитопатологии. - М., 1961. - С. 207–215.

126 Кривченко В.И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней. – М.: Колос, 1984. - С. 209– 224.



127 Chu D., Lu L., Zhang T. Sensitivity of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Seasonal and Intranasal Climate Conditions in the Lhasa Area, Tibetan Plateau, China // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. - 2007. – Vol. 39, №4. – P. 635–641.

128 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

129 Minitab. Minitab 17 Statistical Software <https://www.minitab.com/en-us/> accessed 21.05.2021.

130 EPPO/CABI. *Tilletia controversa*. In: Quarantine pests for Europe. - 2nd edition / ed. by Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R., Holderness M. – Wallingford: CAB international, 1996. – 108 p.

131 Riede C.R., Anderson J.A. Linkage of RFLP markers to on aluminum tolerance gene in wheat // Crop Sci. – 1996. – Vol. 36, №4. – P. 905–909.

132 Chen X.M., Line R.F., Leung H. Genome scanning for resistance gene analogs in rice, barley, and wheat by high-resolution electrophoresis // Theor. Appl. Genet. – 1998. – Vol. 97. – P. 345–355.

133 Карбозова Р.Д. Туленгутова К.Н. Фитопатология. – Алматы: Дәуір, 2014. – 312 б.

134 Бакиров С.Б., Галымбек К., Маденоа А.К. Новые расы и образцы вирулентности изолятов твердой головки // Семей зоотехникалық-малдәрігерлік институтының 70 жылдығына және ветеринария ғылымдарының докторы, профессор Тоқаев Зейнолла Қалымбекұлының 80 жылдығына арналған «Қазақстан Республикасы агроөнеркәсіп кешенінің индустриалды инновациялық дамуының жағдайы мен келешегі» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. – Семей, 2022. – Б. 212–214.

135 Бакиров С.Б., Галымбек Қ., Маденова А. К., Акан К., Сафарова Н.С. Қатты қара күйе (*Tilletia caries* (DC.) Tul.) патогеніне бидай үлгілерінің төзімділігін сынау // ҚР ҰҒА Баяндамалары. – 2022. – Бөлім 1, №341. – Б. 18.

136 Галымбек Қ., Маденова А., Амангельдіқызы З., Бакиров С.Б. Қоңыр тат (*Russinia tritici* Erikss) популяциясына бидай үлгілерінің төзімділігін анықтау // “Ғылым және білім” Жәңгір хан атындағы БҚАТУ ғылыми-практикалық журналы. – 2022. – №1. – Б. 153–155.

137 Sharma I., Tyagi B.S, Singh G. Enhancing wheat production – A global perspective // Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2015. – Vol. 85. – P. 3–13.

138 Камзанова К., Дутбаев Е.Б., Даутова З.А., Сарбаев А.Т., Иркитбай А. Иммунологическая оценка пораженности сортов озимой пшеницы твердой головней в Алматинской области // Исследования, результаты. – Алматы, 2019. – №1(81). – С. 209–213.

139 Сулейманова Г.А., Дутбаева Е.Б., Моргунов А.И., Куресбек А. Наследования признаков устойчивости к твердой головне в скрещиваниях синтетической пшеницы в поколении F1 // Исследования, результаты. – Алматы, 2016. – №1(65). – С. 181 – 185.

140 Kuresbek A., Sarbaev A.T., Chidirov K.R., Shamanin V., Dutbayev B.Y. Identification of hexaploid synthetic wheat resistant to Diseases // *Eco. Env. & Cons.* - 2017. – Vol. 23, №1. – P. 509 – 512.

141 Dutbayev Ye. B., Kuresbek A., Sarbaev A.T., Kuldybayev N.M. Sultanova N.Zh. The impact of genotype and common bunt intensity on winter wheat productivity in Southeastern Kazakhstan // *Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки.* – Алматы, 2020. – №2(23). – С. 119 – 121.

142 Ғалымбек Қ., Маденова А.К., Кохметова А.М., Атишова М.Н., Кеишилов Ж.С. Қатты қарақүйе (*Tilletia caries* (dc.) ауруына төзімділігімен ерекшеленетін бидай генотиптерін идентификациялау // *Ізденістер, нәтижелер.* – Алматы, 2019. – №2. – Б. 191–197.

143 Маденова А.К., Кеишилов Ж.С., Ғалымбек Қ., Атишова М.Н. Қатты қарақүйе (*tilletia caries, t. laevis*) ауруына болгариялық сорттардың төзімділігін бағалау // *Ізденістер, нәтижелер.* – Алматы, 2020. – №2. – Б. 252–258.

144 Madenova A.K., Galymbek K., Kokhmetova A.M., Atishova M.N., Bakirov S.B., Keishilov Zh.S. Searching for resistance sources to wheat common bunt (*Tilletia caries* (DC.) // *The Bulletin The national academy of sciences of the republic of Kazakhstan.* – Almaty: NAS RK, 2001. - Vol. 1, №389. – P. 51–52.

145 Бакиров С.Б., Маденова А.К., Ғалымбек Қ., Бакиров С.Б., Кадир А., Сабденалиева Г.М. Алматы облысының *Tilletia caries* (DC.) Tul популяциясына венгриялық бидай линияларының төзімділігі // *Ізденістер, нәтижелер.* – Алматы, 2021. – №1(89). – Б. 188–189.

146 Laroche A., Demeke T., Gaudet D., Puchalski B., Frick M., McKenzie R. Development of a PCR marker for rapid identification of the Bt10 gene for common bunt resistance in wheat // *Genome.* – 2000. – Vol. 43. – P. 217–223.

147 Steffan P.M., Torp A.M., Borgen A., Backes G., Rasmussen S.K. Mapping of common bunt resistance gene Bt9 in wheat // *Theor. Appl. Genet.* – 2017. - №1. – P. 15-24.

148 Wang S., Knox R., DePauw R., Clarke F., Clarke J., Thomas J. Markers to a common bunt resistance gene derived from ‘Blizzard’ wheat (*Triticum aestivum* L.) and mapped to chromosome arm 1BS // *Theor. Appl. Genet.* – 2009. – Vol. 119. – P. 541–553.

149 Madenova A., Sapakhova Z., Bakirov S.B., Galymbek K., Yernazarova G., Kokhmetova A. Screening of wheat genotypes for the presence of common bunt resistance genes // *Saudi Journal of Biological Sciences.*– 2021. – Vol. 28, issue 5. – P. 2818–2820.

150 Goates B.J., Mercier J. Effect of biofumigation with volatiles from *Muscodor albus* on the viability of *Tilletia* spp. teliospores // *Canadian Journal of Microbiology.* – 2009. – Vol. 55. - P. 203–206.

151 Harlan J.R. Collection of crop plants in Turkey // *Agron, J.* – 2019. – Vol. 42. – P. 258–259.

152 Bakirov S.B., Galymbek K., Madenova A.K., Kadir A. Identification of germoplasm of wheat resistant to common bunt (*Tilletia caries* (DC.) Tul) // “ҒЫЛЫМ

және білім” Жәңгір хан атындағы БҚАТУ ғылыми–практикалық журналы. - 2022. – №3(68). – Р. 107–108.

153 Маденова А.К., Атишова М.Н., Кохметова А.М., Ғалымбек К., Кумарбаева М.Т. *Tilletia caries* қатты қара күйеге төзімді Vt–гендері бар бидайдың изогенді линияларының фитопатологиялық скринингі // Ізденістер, нәтижелер. – 2018. – №4. – Б. 111–116.

154 Леонова И.Н. Молекулярные маркеры: Использование в селекции зерновых культур для идентификации, интрогрессии и пирамидирования генов // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2013. – Т. 17, №2. – С. 314–325.

155 Акан К., Ғалымбек Қ., Бакиров С.Б., Маденова А.К., Сафарова Н.С. Identification of wheat hermoplasma resistant to common bunt (*Tilletia caries* (DC.) // Педагогика ғылымдарының докторы, профессор Шілдебаев Жұмәділ Бәйділдәұлының 75 жылдық мерейтойына арналған «Қазақстан тәуелсіздігінің 30 жылдығы: Орта және жоғары мектептерде биологиялық және экологиялық білім берудің өзекті мәселелері (инновация және тәжірибе)» атты халықаралық ғылыми–практикалық конференциясы. - Алматы, 2021. – Б. 374–376.

156 Буховец А.Г., Сёмин Е.А., Костенко Е.И., Яблоновская С.И. Моделирование динамики вегетационного индекса NDVI озимой пшеницы в условиях ЦФО // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2018. – №2(57). – С. 186–199.

157 Семин Е.А. Использование индекса NDVI в прогнозных задачах // Актуальные вопросы устойчивости АПК и сельских территорий: матер. всероссийской науч.–практ. конф. - Воронеж, 2017. – С. 39–43.

158 NDVI FAQ  
<https://eos.com/blog/ndvi-faq-all-you-need-to-know-about-ndvi/> 30.08.2019.

159 Бакиров С.Б., Ғалымбек Қ., Маденова А.К., Сафарова Н.С., Амангельдинова М.Е., Қалиділда А.М. Румыниялық бидай үлгілерінің қатты қара күйеге төзімділігін сынау және биомасса индексін анықтау // С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы. – Нұрсұлтан, 2022. – №2(113). – Б. 220 – 221.

160 Galymbek K., Madenova A.K., Safarova N.S., Bakirov S.B., Kulzhanova D.K. Identification the sources of resistance genes to common bunt from samples of romanian wheat // Bulletin of the Korkyt Ata Kyzylorda University. – 2022. – №2(61). – Р. 117.

161 Ізтаев Ә.І., Ермекбаев С.Б. Өсімдік шаруашылығы негізінде астықтану. – Алматы, 2014. – 416 б.

162 Федин М.А., Лямеборщай М.Н., Силис Д.Я. Использование диаллельных скрещиваний в генетическом анализе признака высоты растений // Доклады ВАСХНИЛ. – 1972. – №5. – С. 3–7.

163 АӨК ауыл шаруашылығы өндірісінің экономикалық тиімділігі <https://shygharma.info/a-k-auyl-sharuashyly-y-ndirisini-ekonomikaly-tiimdiligi/> 23.02.2023.

## ҚОСЫМША А

«Бекітемін»

К/Х «МӨНЕН» шаруа қожалығының

Мәнен Өмірбек

« 12 »



Өндіріске қатты қара күйе (*Tilletia caries* (D.C.). Tul.) ауруына төзімді бидай сорт үлгілерін егуге ұсыну

### АКТІСІ

Абай атындағы қазақ ұлттық педагогикалық университетінің 8D05101 – «Биология және аралас ғылымдар» мамандығының Ph.D. докторанты Бакиров Серік Бакирұлының 2019-2022 жылдар кезеңінде ҚазЕжӨШҒЗИ қарасты тәжірибелік танапта селекция процессіне енгізілетін бидайдың қатты қара күйесіне төзімді, перспективті үлгілер алу мақсатында генетикалық және селекциялық жұмыстар жүргізілгендігі жөнінде акт жасалды.

«Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының» генетика және селекция зертханасында бидай гермоплазмасының үлгілерін зерттеу нәтижесінде қазақстандық 50 бидай үлгілерінен қатты қара күйеге төзімді 10 перспективті бидай үлгілері іріктеліп алынды (кесте).

Эксперименттік материал зертханалық және тәжірибелік танапта зерттелді. Зертханалық жағдайда қатты қара күйеге төзімді деп іріктелген генотиптер «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» тәжірибелік егіс алқабында да ауруға төзімділік тапты.

Кесте - Қатты қара күйеге (*Tilletia caries* (D.C.). Tul.) төзімді деп іріктеліп алынған бидай генотиптері

	Үлгілердің атауы	Шығу тегі	Масак тану уақыты	Өсімдіктің биіктігі, см	Қатты қара күйемен залалдануы, %	Молекулалық маркер арқылы айқындалған <i>Bt</i> -гендері
1	Жетісу	KZ	30.05.	69	4	Bt8, Bt11, Bt2
2	Егемен 20	KZ	28.05.	78	0	Bt8, Bt11, Bt12, Bt9
3	Карасай	KZ	26.05.	81	5	Bt8, Bt11, Bt9
4	Қызылбидай	KZ	22.05.	70	0	Bt9, Bt 12
5	Наз	KZ	27.05.	91	3	Bt8, Bt11, Bt9
6	Алмалы	KZ	23.05.	80	0	Bt10
7	Мереке 75	KZ	26.05.	80	12	Bt 12, Bt 11, Bt 9
8	Жалын	KZ	31.05.	72	0	Bt 12, Bt 9
9	Қазақстан 16	KZ	31.05.	82	10	Bt8, Bt11, Bt9, Bt 12
10	Динара	KZ	25.05.	125	0	Bt8, Bt10, Bt11, Bt 9

Аталған акт Ph.D докторант С.Б. Бакировтың ұсынған 10 сорт үлгілерін К/Х «МӨНЕН» шаруа қожалығының бидай өндірісіне қатты кара күйеге төзімді және өнімділігі жоғары үлгілер ретінде ұсынылғанын дәлелдейді.

## ҚОСЫМША Ә

Шетелдік тағылымдамадан өткен анықтама



This is to certify that

**Mr. Serik BAKIROV**

has successfully completed a Specialized Training Course on  
“Bunt Diseases of Wheat” and  
“Concepts and Methods of Disease Management”  
from 11 October 2021 to 15 October 2021  
at  
Kırşehir Ahi Evran University Agriculture Faculty,  
Kırşehir / TURKEY

**Serik BAKIROV**

11 Ekim -15 Ekim tarihlerinde düzenlenen  
“Buğday da Sürme Hastalıkları” ile  
“Hastalık Yönetimine İlişkin Kavramlar ve Yöntemler”  
isimli kursu başarı ile tamamlayarak  
bu sertifikayı almaya hak kazanmıştır.  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Kırşehir /Türkiye

Assoc. Prof. Kadir AKAN  
The Department of Plant Protection  
Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA  
Dean of Agriculture Faculty  
Ziraat Fakültesi Dekanı

## ҚОСЫМША Б

Кесте Б 1 – Бидай үлгілерінің вегетациялық кезеңдерінде биомасса индекс көрсеткіштері, 2019 – 2021 ж.ж.

Сорт	Өсімдіктің биомасса индекс көрсеткіші (NDVI)											
	2019			Орташа мәні	2020			Орташа мәні	2021			Орташа мәні
	Масақ тану	Гүл деу	Сүт тену		Масақ тану	Гүл деу	Сүт тену		Масақ тану	Гүл деу	Сүт тену	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Анара 73	0,45	0,50	0,51	0,49	0,64	0,59	0,74	0,66	0,51	0,50	0,48	0,50
Жетысу	0,72	0,70	0,68	0,70	0,73	0,75	0,77	0,75	0,68	0,63	0,58	0,63
Алихан	0,73	0,75	0,74	0,74	0,65	0,70	0,73	0,69	0,55	0,52	0,52	0,53
Даулет	0,69	0,72	0,67	0,69	0,70	0,69	0,70	0,70	0,59	0,54	0,50	0,54
Нуреке	0,73	0,7	0,68	0,70	0,69	0,70	0,74	0,71	0,63	0,56	0,48	0,56
Сапалы	0,69	0,69	0,62	0,67	0,69	0,71	0,70	0,70	0,65	0,53	0,46	0,55
Раминал	0,74	0,71	0,66	0,70	0,71	0,73	0,78	0,74	0,63	0,59	0,51	0,58
Красноводопадская 25	0,73	0,74	0,7	0,72	0,69	0,70	0,70	0,70	0,65	0,59	0,41	0,55
Динара	0,74	0,68	0,60	0,67	0,70	0,69	0,68	0,69	0,57	0,55	0,49	0,54
Егемен 20	0,73	0,71	0,69	0,71	0,72	0,71	0,68	0,70	0,65	0,57	0,45	0,56
Карасай	0,74	0,7	0,65	0,70	0,68	0,70	0,78	0,72	0,58	0,57	0,55	0,57
Красноводопадская 210	0,72	0,69	0,67	0,69	0,63	0,65	0,68	0,65	0,55	0,44	0,40	0,46
Реке	0,76	0,70	0,66	0,71	0,61	0,68	0,79	0,69	0,56	0,54	0,51	0,54
Тәлім	0,77	0,75	0,72	0,75	0,64	0,67	0,70	0,67	0,55	0,47	0,42	0,48

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Президент	0,78	0,77	0,75	0,77	0,68	0,70	0,72	0,70	0,65	0,57	0,51	0,58
Қызылбидай	0,76	0,70	0,67	0,71	0,68	0,69	0,71	0,69	0,64	0,55	0,45	0,55
Наз	0,78	0,76	0,75	0,76	0,58	0,68	0,71	0,66	0,58	0,53	0,52	0,54
Егемен	0,71	0,70	0,68	0,70	0,67	0,45	0,76	0,63	0,56	0,47	0,44	0,49
Богарная 56	0,69	0,77	0,70	0,72	0,58	0,65	0,71	0,65	0,55	0,51	0,50	0,52
Алмалы	0,76	0,74	0,71	0,74	0,54	0,56	0,75	0,62	0,54	0,5	0,48	0,51
Алия	0,72	0,71	0,68	0,70	0,52	0,70	0,76	0,66	0,58	0,55	0,54	0,56
Мереке 75	0,75	0,70	0,61	0,69	0,61	0,61	0,70	0,64	0,54	0,52	0,49	0,52
Мереке 70	0,74	0,7	0,69	0,71	0,66	0,75	0,79	0,73	0,65	0,55	0,49	0,56
Маншук	0,72	0,72	0,71	0,72	0,61	0,68	0,77	0,69	0,60	0,55	0,49	0,55
Жалын	0,70	0,61	0,60	0,64	0,64	0,55	0,76	0,65	0,64	0,56	0,43	0,54
Казахстанская 25	0,61	0,65	0,61	0,62	0,63	0,53	0,73	0,63	0,63	0,48	0,42	0,51
Акмола 40	0,63	0,67	0,65	0,65	0,66	0,58	0,75	0,66	0,58	0,55	0,52	0,55
Казахстанская 16	0,74	0,67	0,64	0,68	0,62	0,68	0,70	0,67	0,64	0,55	0,50	0,56
Целинная 24	0,61	0,62	0,6	0,61	0,61	0,43	0,71	0,58	0,45	0,44	0,41	0,43
Целинная 50	0,63	0,65	0,61	0,63	0,63	0,58	0,74	0,65	0,61	0,48	0,45	0,51
Женис	0,64	0,65	0,64	0,64	0,61	0,68	0,71	0,67	0,56	0,54	0,54	0,55
Астана	0,66	0,62	0,61	0,63	0,58	0,64	0,77	0,66	0,54	0,56	0,50	0,53
Целинная 20	0,67	0,65	0,62	0,65	0,67	0,61	0,76	0,68	0,61	0,55	0,52	0,56
Казахстанская 20	0,65	0,62	0,62	0,63	0,50	0,50	0,71	0,57	0,53	0,52	0,50	0,52
Арай	0,70	0,69	0,67	0,69	0,68	0,70	0,71	0,70	0,65	0,57	0,50	0,57
Целинная 21	0,70	0,67	0,66	0,68	0,67	0,61	0,74	0,67	0,63	0,53	0,50	0,55
Акмола 3	0,72	0,70	0,69	0,70	0,68	0,70	0,71	0,70	0,61	0,58	0,56	0,58
Карабалықская 92	0,66	0,63	0,61	0,63	0,54	0,54	0,70	0,59	0,58	0,54	0,45	0,52



Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шортандинская 2012	0,70	0,68	0,68	0,69	0,67	0,70	0,73	0,70	0,66	0,57	0,49	0,57
Целинная 50	0,66	0,61	0,61	0,63	0,66	0,50	0,79	0,65	0,60	0,53	0,44	0,52
Қазақстан 75	0,73	0,65	0,61	0,66	0,63	0,66	0,67	0,65	0,60	0,52	0,41	0,51
Шортандинская 42	0,67	0,61	0,59	0,62	0,61	0,63	0,64	0,63	0,52	0,40	0,37	0,43
Акмола 3	0,67	0,62	0,61	0,63	0,66	0,51	0,77	0,65	0,63	0,49	0,45	0,52
Карабалықская 101	0,69	0,68	0,65	0,67	0,64	0,45	0,71	0,60	0,57	0,50	0,46	0,51
Шортандинская 95	0,70	0,70	0,69	0,70	0,61	0,72	0,77	0,70	0,65	0,56	0,51	0,57
Казахстанская 10	0,72	0,71	0,69	0,71	0,65	0,69	0,74	0,69	0,67	0,57	0,51	0,58
Шортандинская 2007	0,67	0,65	0,61	0,64	0,65	0,60	0,76	0,67	0,63	0,52	0,45	0,53
Актобе	0,67	0,62	0,61	0,63	0,65	0,51	0,78	0,65	0,64	0,52	0,41	0,52
Целинная 26	0,60	0,57	0,55	0,57	0,61	0,43	0,71	0,58	0,51	0,42	0,37	0,43
Раннеспелная	0,67	0,64	0,62	0,64	0,60	0,63	0,66	0,63	0,67	0,50	0,43	0,53

Кесте Б 2 – Бидай үлгілерінің құрылымдық белгілеріне талдау

№	№2020-2021	Сорт	Масақ ұзындығы, см	Масақтағы масақшалар саны, дана	Басты масақтағы дән саны, дана	Басты масақтағы дәннің салмағы, г	1000 дәннің салмағы, г
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Жетысу	8,5	18	37	1,96	52,97
	2		7,5	18	38	2,08	54,74
	3		8	17	36	1,93	53,61
	4		8,7	17	29	1,7	58,62
	5		8	18	29	1,73	59,66
	6		9	18	31	1,75	56,45
	7		7,5	16	29	1,47	50,69
	8		8	17	37	1,98	53,51
	9		6	14	31	1,71	55,16
	10		7,5	17	36	1,97	54,72
	Орта мәні		7,87	17,00	33,30	1,82	55,01
	Ауытқу		0,80	1,18	3,61	0,18	2,53
			7,87±0,80	17,00±1,18	33,30±3,61	1,82±0,18	55,01±2,53
2	1	Красноводопадская 25	13	20	35	1,52	43,43
	2		11	20	30	1,08	36,00
	3		10,5	18	28	0,96	34,29
	4		12	21	32	1,19	37,19
	5		12,5	20	37	1,59	42,97

Б.2 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
	6		11,5	20	30	1,03	34,33
	7		12,3	18	32	1,28	40,00
	8		11,5	21	28	1,05	37,50
	9		11	20	32	1,2	37,50
	10		12	21	33	1,25	37,88
	Орта мәні		11,73	19,90	31,70	1,22	38,11
	Ауытқу		0,73	1,04	2,72	0,20	3,01
			11,73±0,73	19,90±1,04	31,70±2,72	1,22±0,20	38,11±3,01
3	1	Наз	13	21	35	1,47	42,00
	2		11	20	31	0,98	31,61
	3		12	20	30	1,17	39,00
	4		12	19	35	1,41	40,29
	5		13	21	34	1,29	37,94
	6		12,3	20	34	1,2	35,29
	7		11,5	21	31	1,15	37,10
	8		11,5	21	30	1,1	36,67
	9		12	20	33	1,31	39,70
	10		13	21	35	1,48	42,29
	Орта мәні		12,13	20,40	32,80	1,26	37,73
	Ауытқу		0,66	0,66	1,99	0,16	3,07
			12,13±0,66	20,40±0,66	32,80±1,99	1,26±0,16	37,73±3,07

Б.2 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
4	1	Женис	12,5	21	34	1,3	38,24
	2		12	19	37	1,44	38,92
	3		12,5	21	36	1,35	37,50
	4		12	20	33	0,91	27,58
	5		11,7	21	34	1,31	38,53
	6		12,5	20	34	1,37	40,29
	7		13	20	43	1,54	35,81
	8		11,6	20	34	1,32	38,82
	9		12	20	34	1,35	39,71
	10		12,5	21	37	1,45	39,19
	Орта мәні		12,23	20,30	34,20	1,27	37,27
	Ауытқу		0,41	0,64	2,83	0,16	3,50
			12,23±0,41	20,30±0,64	34,2±2,83	1,27±0,16	37,27±3,50
5	1	Карабалыкская 92	11	19	30	1,02	34,00
	2		10,5	18	30	1,18	39,33
	3		11	19	27	0,99	36,67
	4		10,3	18	32	1,11	34,69
	5		10,1	20	30	1,13	37,67
	6		11	19	32	1,15	35,94
	7		9,5	18	30	1,03	34,33
	8		10	19	24	0,76	31,67
	9		10,3	20	26	0,83	31,92
	10		10	19	24	0,75	31,25

Б.2 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
	Орта мәні		10,37	18,19	28,50	0,99	35,13
	Ауытқу		0,48	0,73	2,87	0,15	2,55
			10,37±0,49	18,19±0,73	28,5±2,87	0,99±0,15	35,13±2,55
6	1	Анара 73	10,5	20	40	1,25	31,25
	2		9,6	18	35	1,12	32,00
	3		9,6	18	35	1,25	35,71
	4		11,5	20	45	1,63	36,22
	5		11	20	42	1,25	29,76
	6		10,8	20	38	1,14	30,00
	7		11	20	36	1,3	36,11
	8		11,5	20	44	1,58	35,91
	9		9,6	18	39	1,2	30,77
	10		10,5	20	41	1,3	31,71
	Орта мәні		10,56	19,40	39,50	1,30	33,08
	Ауытқу		0,71	0,92	3,38	0,16	2,57
			10,56±0,71	19,40±0,92	39,50±3,38	1,30±0,16	33,08±2,57
7	1	Целинная 50	11	21	39	1,18	30,26
	2		11,3	20	41	1,41	34,39
	3		10,3	20	39	1,3	33,33
	4		11,7	20	38	1,25	32,89
	5		11,5	19	34	1,16	34,12
	6		11,5	20	41	1,6	39,02

Б.2 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
	7		11	21	33	1,07	32,42
	8		11,3	20	42	1,57	37,38
	9		10,5	20	41	1,37	33,41
	10		11,5	19	37	1,25	33,78
	Орта мәні		11,16	20,00	38,50	1,32	34,14
	Ауытқу		0,44	0,63	2,91	0,16	2,35
			11,16±0,44	20,00±0,63	38,50±2,91	1,32±0,16	34,14±2,35
8	1	Казахстанская 20	10,5	18	37	1,41	38,11
	2		10	18	33	1,08	32,73
	3		10,3	18	37	1,29	34,86
	4		9,7	19	40	1,07	26,75
	5		10	18	35	1,33	38,00
	6		9,7	18	34	1,06	31,18
	7		9,5	18	32	1,13	35,31
	8		10	18	35	1,1	31,43
	9		10,3	18	36	1,35	37,50
	10		9,7	19	39	1,05	26,92
	Орта мәні		9,97	18,20	35,80	1,19	33,99
	Ауытқу		0,31	0,40	2,40	0,13	4,02
			9,97±0,31	18,20±0,40	35,80±2,40	1,19±0,13	33,99±4,02
9	1	Алмалы	10	18	27	0,92	32,00
	2		11,2	18	28	0,95	33,93

Б.2 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
	3		9,7	17	27	0,89	32,96
	4		8	17	28	0,98	35,00
	5		10	18	26	0,85	32,69
	6		10	18	26	0,84	32,31
	7		11	18	30	1,02	34,00
	8		9,5	17	25	0,69	27,60
	9		10	18	31	1,06	34,19
	10		8	17	25	0,7	28,00
	Орта мәні		9,74	17,60	27,30	0,89	32,74
	Ауытқу		1,01	0,49	1,90	0,12	2,41
			9,74±1,01	17,60±0,49	27,30±1,90	0,89±0,12	32,74±2,41
10	1	Казахстанская 25	10,8	18	39	1,25	32,05
	2		12	19	38	1,22	32,11
	3		11,3	18	35	1,08	30,86
	4		10	20	39	1,16	29,74
	5		10,5	18	36	1,13	31,39
	6		11,5	21	38	1,25	32,89
	7		10,5	20	42	1,27	30,24
	8		11,5	21	38	1,25	32,89
	9		11	18	30	1,08	36,00
	10		12	20	40	1,2	30,00
	Орта мәні		11,11	19,3	36,20	1,12	32,02

Б.2 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
	Ауытқу		0,63	1,19	3,13	0,07	1,77
			11,11±0,63	19,3±1,19	36,20±3,13	1,12±0,07	32,02±1,77