

**GENETIKA VA O‘SIMLIKLAR EKSPERIMENTAL BIOLOGIYASI
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.02/30.12.2019.B.53.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**GENETIKA VA O‘SIMLIKLAR EKSPERIMENTAL BIOLOGIYASI
INSTITUTI**

ADILOVA SHOXISTA SHUXRAT QIZI

**O‘ZBEKISTON SHAROITIDA YUMSHOQ BUGDOYDA
QURGOQCHILIKKA CHIDAMLILIGINING GENETIK ASOSLARI**

03.00.09- Umumiy genetika

**BIOLOGIYA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent-2025

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Oglavlениe avtoreferata doktorskoy (DSc) dissertasii

Contents of abstract of doctoral (DSc) dissertation

Adilova Shoxista Shuxrat qizi

O‘zbekiston sharoitida yumshoq bug‘doyda qurg‘oqchilikka chidamliligining genetik asoslari3

Адилова Шохиста Шухрат кизи

Генетические аспекты засухоустойчивости пшеницы в условиях Узбекистана21

Adilova Shokhista Shuxrat kizi

Genetic basis of drought resistance in bread wheat under Uzbekistan's conditions39

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works43

**GENETIKA VA O‘SIMLIKLAR EKSPERIMENTAL BIOLOGIYASI
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.02/30.12.2019.B.53.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**GENETIKA VA O‘SIMLIKLAR EKSPERIMENTAL BIOLOGIYASI
INSTITUTI**

ADILOVA SHOXISTA SHUXRAT QIZI

**O‘ZBEKISTON SHAROITIDA YUMSHOQ BUGDOYDA
QURGOQCHILIKKA CHIDAMLILIGINING GENETIK ASOSLARI**

03.00.09- Umumiy genetika

**BIOLOGIYA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent-2025

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2019.2.PhD/B334 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya ishi Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasining (www.genetika.uz) hamda «Ziyonet» axborot-ta’lim portali www.ziyonet.uz manzillariga joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Morgunov Aleksey Ivanovich
Qishloq xo‘jaligi fanlari nomzodi

Rasmiy opponentlar:

Ubaydullayeva Xurshida Abdullayevna
biologiya fanlari doktori

Djabborov Ibrohim Shodmanovich
biologiya fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

O‘simliklar genetik resurslari ilmiy tadqiqot instituti

Dissertatsiya himoyasi Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi instituti huzuridagi DSc.02/30.12.2019.B.53.01 raqamli ilmiy kengashning 2025 yil «___» _____ kuni soat ___ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 111208, Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori-yuz p/b. Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi instituti majlislar zali. Tel.: (+99871) 264-23-90; faks: (+99871) 264-23-90, E-mail: igebr_anruz@mail.ru)

Dissertatsiya bilan Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (___ raqami bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 111208, Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori-yuz p/b. Tel.: (+99871) 264-23-90.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «___» _____ da tarqatildi.
(2025 yil «___» _____ dagi ___ raqamli ryeyestr bayonnomasi)

A.A. Narimanov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
raisi, q/x.f.d., professor

I.Dj.Kurbanbayev
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
ilmiy kotibi, b.f.d., professor

I.T.Qaxxorov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
huzuridagi ilmiy seminar raisi q/x..f.d.,
professor.

KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Dunyoda yumshoq bug‘doy (*Triticum aestivum* L.) oziq-ovqat uchun ekiladigan eng muhim ekinlardan biri hisoblanadi. FAO ning 2024 yilgi oxirgi malumotlarga ko‘ra, butun dunyo bo‘ylab yumshoq bug‘doy 220 million gektar maydonga ekilib, 792,9 million tonna don yetishtirilgan. So‘nggi yillardagi global iqlim o‘zgarishi abiotik stressning ortishi bug‘doy hosildorligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatmoqda. Bu kabi muammolarning oldini olishda qishloq xo‘jalik ekinlarining biotik va abiotik omillarga chidamli genetik takomillashgan yangi navlarini yaratishda zamonaviy markerlarga asoslangan seleksiya texnologiyalaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Jahonda sug‘oriladigan maydonlarda yetishtiriladigan qishloq xo‘jaligi ekinlarining suv tanqisligiga bardoshlilikini oshirish bo‘yicha qator ilmiy ishlar olib borilmoqda. Bu borada bug‘doyning turli stress omillarga bardoshli qadimgi bug‘doy navlari va yovvoyi avlodlarida mavjud bo‘lgan chidamlilik genlarini maxalliy navlarga o‘tkazish, hosildorlik va chidamlilik bilan bog‘liq bo‘lgan DNK markerlarini aniqlash, markerlarga asoslangan texnologiyadan foydalangan holda qimmatli genotiplarni ajratib olish dolzarb vazifalardan xisoblanadi.

Respublikamizda g‘alla mustaqilligiga erishgach, mahalliy bug‘doy navlarini yaratish bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar, xususan bu ekinlarning xosildorligini oshirishda muayyan yutuqlarga erishildi, jumladan yumshoq bug‘doyning kasallik va zararkunandalarga chidamli, qimmatli xo‘jalik belgilari yuqori bo‘lgan navlari yaratilib ishlab chiqarishga joriy etilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi”¹ ning 30-maqsadida Qishloq xo‘jaligini ilmiy asosda intensiv rivojlantirish orqali dehqon va fermerlar daromadini kamida 2 baravar oshirish, qishloq xo‘jaligining yillik o‘sishini kamida 5 foizga yetkazish vazifa etib ko‘rsatilgan. Ushbu vazifalardan kelib chiqib respublikaning tuproq iqlim sharoitlariga moslashgan yuqori hosilli va turli stress omillarga bardoshli bug‘doy navlarini yaratishda uning genetik asoslarini o‘rganish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyuldagi PF-5742-son "Qishloq xo‘jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi, 2021 yil 15 noyabrdagi PQ-10-son O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «G‘alla yetishtirish va sotishda erkin raqobatni ta‘minlaydigan bozor tamoyillarini joriy etish to‘g‘risida» gi, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 02 fevral 2023 yildagi 51-son 2023 — 2026 yillarda O‘zbekiston Respublikasida urug‘chilik va ko‘chat yetishtirishni rivojlantirish milliy dasturini tasdiqlash to‘g‘risida” ga qarori hamda boshqa me‘yoriy-xuquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqotlari muayyan darajada xizmat qiladi.

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi” ning 30-maqsadi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining V “Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof muhit muhofazasi” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi Xorij olimlari tomonidan bug‘doy navlarining bug‘doy qurg‘oqchilikka chidamliligi bo‘yicha CIMMYT xalqaro tashkilotida Ravi Sinh, Suchismita Mondal, qurg‘oqchil hududlardagi qishloq xo‘jaligi tadqiqotlari uchun xalqaro tashkilotda qator olimlar (ICARDA) Ram Sharma, Wuletaw Tadesse (ICARDA-Morocco), Sanchez Garcia, Miguel (ICARDA-Morocco), Keser Mesut (ICARDA-Turkey) tadqiqotlar olib borishgan.

MDX davlatlarining olimlari A. V. Alabushev, S.B Lepexov , N.D. Pronina, A.F Tumanyan, V.V.Maymistov tomonidan suv tanqisligi sharoitida yetishtirilgan bug‘doy navlarining morfobiologiyasi, fiziologiyasi, genetikasi o‘rganilgan. A.V. Alabushev madellashtirilgan qurg‘oqchilik sharoitida yumshoq bug‘doyning qurg‘oqchilikka chidamliligini, S.B Lepexov Oltoy mintaqasining o‘rmon dashtli hududlarida yumshoq bug‘doyning qurg‘oqchilikka chidamliligini o‘rgangan. N.D. Pronina bahorgi bug‘doyning qurg‘oqchilik sharoitida qiyosiy taxlili o‘rganilgan. A.F Tumanyan bahorgi arpa navlarining qurg‘oqchilikka chidamliligini o‘rgangan.

Mamlakatimizda, abiotik omillar – issiqlik va qurg‘oqchilikka chidamli, yuqori hosildor navlarni yaratish bo‘yicha S.K.Baboyev, A.A.Amanov, Sh.Dilmurodov, B.Chinniqulov, S.Baboyeva, F.N.Kushanov va boshqa olimlar tomonidan keng tadqiqotlar olib borilgan.

Biroq hozirga qadar vatanimiz olimlari tomonidan bu sohadagi ilmiy izlanishlar kam sonli bo‘lib, qurg‘oqchilikka chidamlilik bilan asosiatsiya DNK markerlari yordamida qurg‘oqchilikka chidamli genlarni anqilash to‘liq bajarilmagan.

Dissertatsiya ishining ilmiy – tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining A-FA-104 Dissertatsiya ishi Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq “Bug‘doyning yuqori sifatli, genetik boyitilgan, muhitning biotik va abiotik omillariga chidamli, yuqori to‘yimlilik xususiyatiga ega bo‘lgan navlarini yaratish. Dukkakli ekinlar biotexnologiyasi” mavzusidagi davlat byudjeti (2020-2022 yy) doirasida bajarilgan”

Tadqiqotning maqsadi - Respublikada yetishtirilayotgan hamda qadimdan ekilib kelingan mahalliy bug‘doy navlarini qurg‘oqchilikka chidamlilik ko‘rsatkichlari bo‘yicha fenotiplash hamda ushbu genlar bo‘yicha molekulyar genetik genotiplashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Yumshoq bug‘doyning jahon kolleksiyasi, respublikada rayonlashgan hamda qadimiy mahalliy bug‘doy nav namunalarini suv tanqisligiga bardoshlilik bo‘yicha fenotiplash;

bug‘doy namunalarida suv tanqisligining bug‘doy vegetativ rivojlanishiga va hosildorlikni ta‘minlovchi belgilarga ta‘sirini aniqlash;

optimal va suv tanqisligi sharoitida bug‘doyning qimmatli xo‘jalik belgilari va hosildorlik orasidagi korrelyatsion bog‘liqlikni aniqlash. Genotip x muhit x yil o‘zaro ta‘sirini tavsiflash;

Mikrosatellit markerlari yordamida bug‘doyning qurg‘oqchilikka chidamlililigini asosiacyalash;

Qurg‘oqchilikka chidamlilik DNK markerlari joylashgan genom hududlaridan nomzod genlarni izlab topish uchun *in silico* PZR va *AUGUSTUS* genlarni bashorat qilish;

Tadqiqotning ob‘yekti sifatida bug‘doyning jahon kolleksiyasidan olingan 25thFAWWON-SA (qurg‘oqchil sharoitga moslashgan fakultativ kuzgi bug‘doy), respublikada rayonlashgan bug‘doy navlari va qadimiy mahalliy bug‘doy navlaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning predmeti suv tanqisligi sharoitida kuzgi bug‘doy nav namunalarini fenotiplash, bug‘doy genotiplarining hosildorlik belgilari barqarorligini baxolash, mikrosatellit markerlari yordamida bug‘doyning qurg‘oqchilikka chidamlililigini asosiacyalash va *in silico* usulida nomzod genlarni aniqlash hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya tadqiqotlarini bajarish jarayonida an’anaviy genetik-seleksion usullardan, molekulyar genetikaning zamonaviy usullari (genom DNK ajratish, PZR-tahlili va genotiplash), hamda *in silico* usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bor suv tanqisligi sharoitida bug‘doyning jahon kolleksiyasi namunalari va qadimiy mahalliy bug‘doy navlari hosildorlik ko‘rsatkichlari bo‘yicha fenotiplangan;

FAWWON SA va qadimiy mahalliy bug‘doy nav namunalaridan suv tanqisligi va optimal sharoitlarda hosildorlik ko‘rsatkichlari yuqori va barqaror bo‘lgan namunalar ajratib olingan;

qadimiy mahalliy navlar ko‘chatzorda suv tanqisligi sharoitida don hosildorligining shakllanishi genotipga 64% bog‘liqligi, bu navlarning genotipik dispersiyaning yuqoriligi va tabiiy iqlimning turli o‘zgarishlariga barqaror ekanligi isbotlangan;

PZR tahlili natijalariga ko‘ra 10 ta polimorf qurg‘oqchilikka chidamlilik bilan asosiatsiya bo‘lgan markerlar orasidan Xwmc11 190 j.a) bilan, Xgwm99 (105 j.a), Xgwm337 (180 j.a) DNK markerlarining genetik birikkanlik (asosiatsiyasi) darajasi yuqori ekanligi aniqlangan;

in silico PZR tahlili yordamida tanlangan DNK markerlarining genom yondosh hududidagi qurg‘oqchilikka chidamlilik bilan aloqador bo‘lgan genlarning nukleotid ketma-ketligi va shu genlar kodlaydigan oqsillarning aminokislotalar ketma-ketligi aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

FAWWON-SA yarim qurg‘oqchilik sharoitiga moslashgan navlar ko‘chatzorida namunalarda suv tanqisligi sharoitida optimal sharoitga yaqin darajada yuqori hosil beradigan namunalar ajratib olingan;

suv tanqisligi sharoitida hosildorlikka genotipning ta'siri intensiv tipdagi biologik kuzgi bug'doy namunalarida 23%, qadimiy mahalliy bug'doy navlarida 64%, FAWWON SA 24,3% bo'lib, don hosildorligining yillar davomidagi o'zgaruvchanlik yuqori 52,2% bo'lishi navlarning tashqi muhit omillarga ta'sirchan ekanligini ko'rsatdi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarda qo'llanilgan genetika va amaliy seleksiyaning zamonaviy usul va yondashuvlaridan foydalanilganligi, olingan raqamli ma'lumotlarni statistik qayta ishlashda variatsiyalar tahlili (ANOVA, Origin pro) kabi statistik usullardan foydalanilganligi, olingan natijalarining yetkachi ilmiy nashrlarda chop etilganligi, xulosalarning ilmiy jihatdan isbotlanganligi bilan izoxlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundaki, u qurug'oqchilikka chidamli yumshoq bug'doy namunalarini molekulyar tahlillar asosida genotiplanganligi, shuningdek, xalqaro GeneBank NCBI ma'lumotlar bazasida saqlanayotgan xorijiy nav va liniyalarning sekvenlangan ma'lumotlari asosida SSR markerlarning allel o'lchamlarini aniqlash uchun in silico PSR tahlili qo'llanilganligi, bug'doy genomida DNK-markerlar joylashgan hududlarda genlarni aniqlash va nomzod genlarni topish maqsadida AUGUSTUS bioinformatika dasturi orqali genlarni bashorat qilish amalga oshirilganligi bilan izoxlanadi;

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati suv tanqisligi sharoitida barqaror hosildorlik ko'rsatkichlariga ega bo'lgan genotiplarni aniqlanganligi va bu genotiplarni seleksiyaga tavsiya etganligi seleksion dasturlarda suv tanqisligiga chidamli navlar yaratishda boshlang'ich material bo'lib xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. O'zbekiston sharoitida yumshoq bug'doyning qurg'oqchilikka chidamliligining genetik asoslari bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

Tadqiqot natijalari bo'yicha olingan qadimiy mahalliy bug'doy navlari suv tanqisligi stressiga chidamlilik bilan genetik bog'langan DNK markerlari "Raqamlashgan fenomika modellashtirish texnologiyalardan foydalanib bug'doyning biotik va abiotik omillarga chidamli navlarni yaratish" mavzusidagi amaliy loyihada foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining 2024-yil 7-oktyabrdagi 4/1255-2222-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, genomida Xgwm484 markerining gomozigota va geterozigota chidamlilik allelini (190 j.a) tutgan bug'doy tizmalari nelsegregant tizmalarga qaraganda 1000 ta don vazni va hosildorlik ko'rsatkichlari sezilarli darajada yuqori bo'lib, suvsizlik va yuqori haroratga bardoshli namunalarni ajratib olish imkonini bergan;

bug'doyning hosildorlik belgilari bo'yicha multivariasion klaster tahlillari hamda qurg'oqchilikka chidamlilikni iyerarxik klaster tahlili natijalariga yuqori impakt faktorga ega bo'lgan uchta chet el ilmiy maqolasida havolalar keltirilgan

AGBIR Vol.40 No.02 Mar 2024
<https://www.researchgate.net/publication/380170182//> Plants. 2024, 13, 934:
<https://www.researchgate.net/publication/379189816//> biotech 2022, 11/2:
<https://doi.org/10.3390/biotech11030032>). Natijada, komponentlar va klaster tahlili

asosida tanlab olingan genotiplardan kelajakda suv tanqisligi sharoitiga chidamli yuqori hosildor tizmalar yaratishda foydalanish imkoniyatini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatyasi. Tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Natijalarning e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 10 ta ilmiy ish chop ettirilib, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyasi asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola jumladan, 4 respublika ilmiy jurnallarida va 2 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 100 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va ahamiyati asoslangan, tadqiqotning maqsad va vazifalari, ob'yekti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning amaliy natijalari va ilmiy yangiligi keltirilgan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati yoritilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilishi, nashr qilingan ishlar va dissertatsiyaning tuzulishi haqida ma'lumot berilgan.

Dissertatsiyaning "**Yumshoq bug'doyning qurg'oqchilikka chidamlilikning genetik asoslari**" deb nomlangan birinchi bobida dunyo va mamlakatimiz olimlari tomonidan bug'doyning hosildorligini ta'minlovchi miqdoriy belgilariga qurg'oqchilikning ta'siri, stress ta'sir ettirilganda shu belgalarning nazorat qiluvchi genlarni aniqlash, hamda belgilarning o'zaro korrelyatsion bog'liqligi, genotip, yil va muhitning o'zaro ta'siri bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar ochib berilgan.

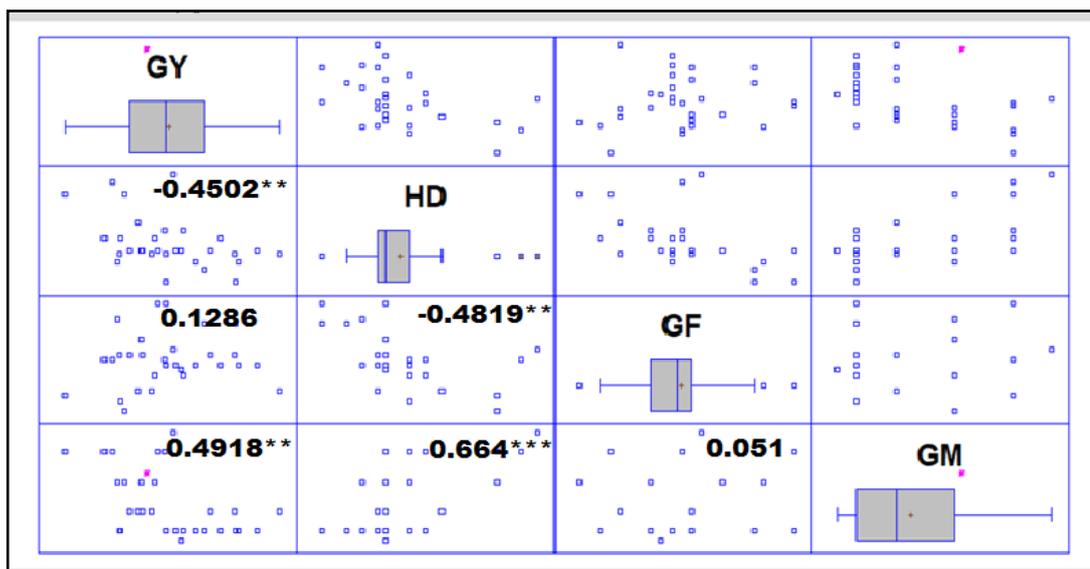
MAS va GWAS texnologiyalar, DNK markerlar turlari, qishloq xo'jaligi o'simliklarida MAS texnologiyasining qo'llanilishi va texnologiya yordamida olingan qurg'oqchilikka chidamli hosildor o'simlik navlari, texnologiyalarning an'anaviy seleksiyadan afzalliklari keltirilgan.

Bug'doyda qurg'oqchilikka chidamlilik DNK markerlari bo'yicha *in silico* PZR va bioinformatik tahlillardan foydalanib, nomzod genlar va oqsillarni aniqlash bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar sharxi keltirib o'tilgan.

Dissertatsiyaning "**Materiallar, tadqiqot usullari va sharoitlari**" mavzusidagi ikkinchi bobida tadqiqot o'tkazishning usullari, sharoitlari, manbalari va uslublari batafsil yoritilgan. Tadqiqot manbalar sifatida geografik kelib chiqishi uzoq bo'lgan, 25thFAWWON-SA, respublikada rayonlashgan bug'doy navlari va qadimiy mahalliy bug'doy navlarining qimmatli xo'jalik belgilari tahlillari, foydalanilgan statistik uslublar bayon etilgan. O'simlik materiallari, foydalanilgan reagentlar va uskunalari, DNK ajratish usullari, PZR tahlillar, gel-elektroforez va genotiplash tasnifi keltirilgan.

Dissertatsiyaning “**Qurg‘oqchilikning bug‘doy vegetativ rivojlanishiga va hosildorligiga hamda hosildorlikni ta‘minlovchi miqdoriy belgilarga ta‘siri**” mavzusidagi uchinchi bobida olingan natijalar tahlili va muhokamasi keltirilgan.

Mazkur bobning birinchi bo‘limida FAWWON-SEMI ARID qurg‘oqchil sharoitga moslashgan fakultativ kuzgi bug‘doy ko‘chatzori 30 ta nav-namunalarining suv tanqisligi sharoitida bug‘doy vegetativ rivojlanishiga ta‘siri va hosildorlik bilan korrelyatsion bog‘liqligi, qimmatli xo‘jalik belgilarining optimal sug‘orilgan va suv tanqisligi sharoitda uch yillik ko‘rsatkichlari bayon etilgan.

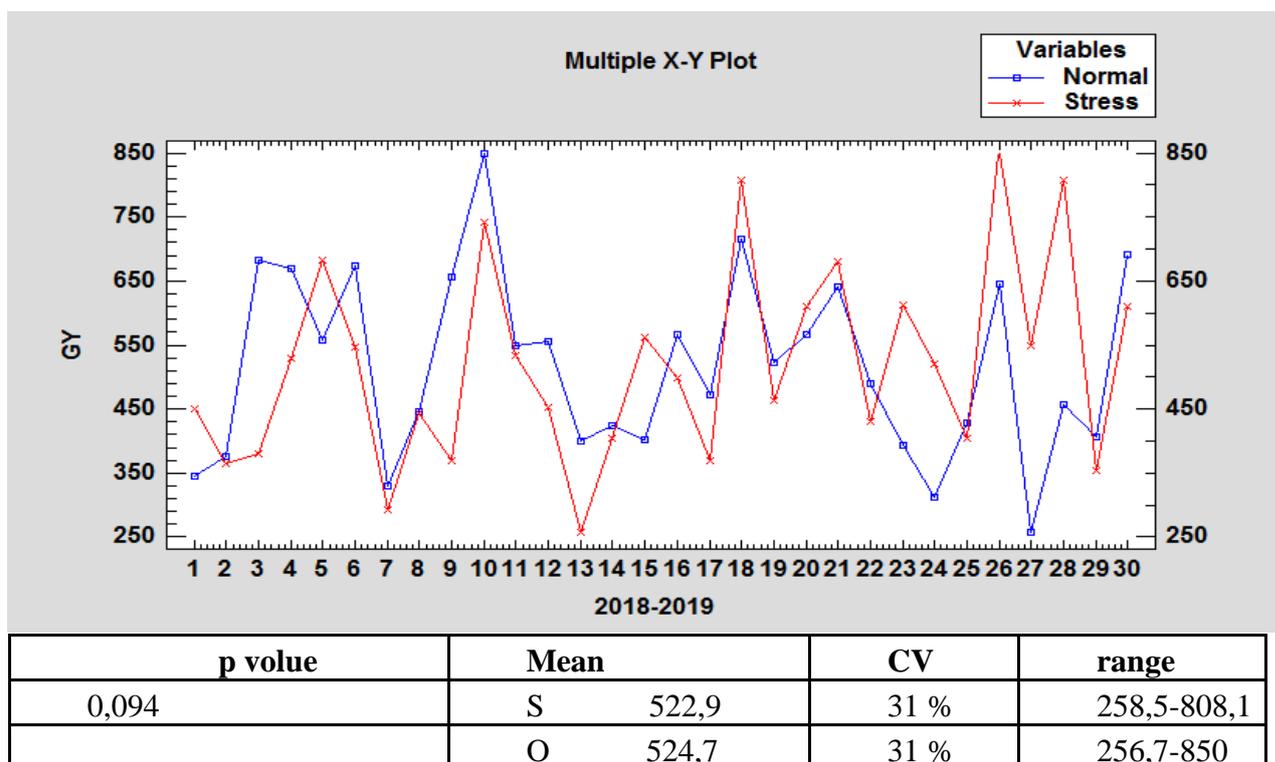


1-rasm. Hosildorlik va vegetatsion rivojlanish davri orasida korrelyatsion bog‘liqlik. GY-don hosildorligi. HD-boshloqlash davri. GF-don to‘lishishi GM-to‘liq pishish davri.* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Shunga ko‘ra o‘rganilgan navlarda hosildorlik boshloqlash va to‘liq pishish davri bilan o‘rtacha salbiy ($r=-0,4502^*$ va $r=-0,4918^{**}$) holda don to‘lishish davri bilan esa past ijobiy ($r=0,1286^*$) bog‘lanishga ega ekanligi kuzatilgan. Boshloqlash davrining qisqarishi va pishish vaqtining uzayishi kombinativ ta‘siri genotipda don to‘lishish vaqtini uzaytirgan. Stress sharoitda boshloqlash davri bilan pishish davri o‘rtasida kuchli ijobiy bog‘lanish ($r=0,664^{***}$) qayd etilib, doning pishishi to‘g‘ridan to‘g‘ri boshloqlash vaqtiga bog‘langan va boshloqlash davridan keyin hosil bo‘ladi (1-rasm).

Umumiy o‘rtacha hosildorlik bo‘yicha ikki xil muhit taqqoslanganda ($524,7 \text{ gr/m}^2$ optimal va $522,9 \text{ gr/m}^2$ stress sharoit) deyarli farq qilmasada, ammo genotiplar o‘rtasida shu belgi bo‘yicha yuqori farqlanish qayd etilgan. FAWWON-SA ko‘chatzorining N-18 ($808,1 \text{ gr/m}^2$), N-26 ($853,3 \text{ gr/m}^2$) va N-28 ($807,9 \text{ gr/m}^2$) kabi genotiplar suv tanqisligi sharoitida, bir boshloqdagi don soni va don vaznining yuqori bo‘lishi orqali, yuqori hosildorlik namoyon bo‘lgan. Yuqoridagi namunalarining suv tanqisligi sharoitda gullashdan pishishgacha bo‘lgan vaqt oraliq idagi yuqori harorat don to‘lishish davrining uzayishiga salbiy ta‘sir ko‘rsatmagan (2-rasm). N-13 (231 gr/m^2) amunasi stress sharoitda eng past ko‘rsatkich (250 gr/m^2) ni qayd etib, yuqori haroratga chidamsiz ekanligi va donning to‘liq yetilmaganligi sababli, don soni

ko‘p, ammo puch bo‘lib qolishi hisobiga bir boshqdagi don vazni va 1000 dona don vazni past bo‘lishiga olib kelgan.



2-rasm. 2018-2019 yillirdagi suv tanqisligi hamda optimal sug‘orilgan sharoitlarda FAWWON-SA ko‘chazorining 30 ta nav namunalari ning 1m² don hosildorligi ko‘rsatkichlari (gr/m²).

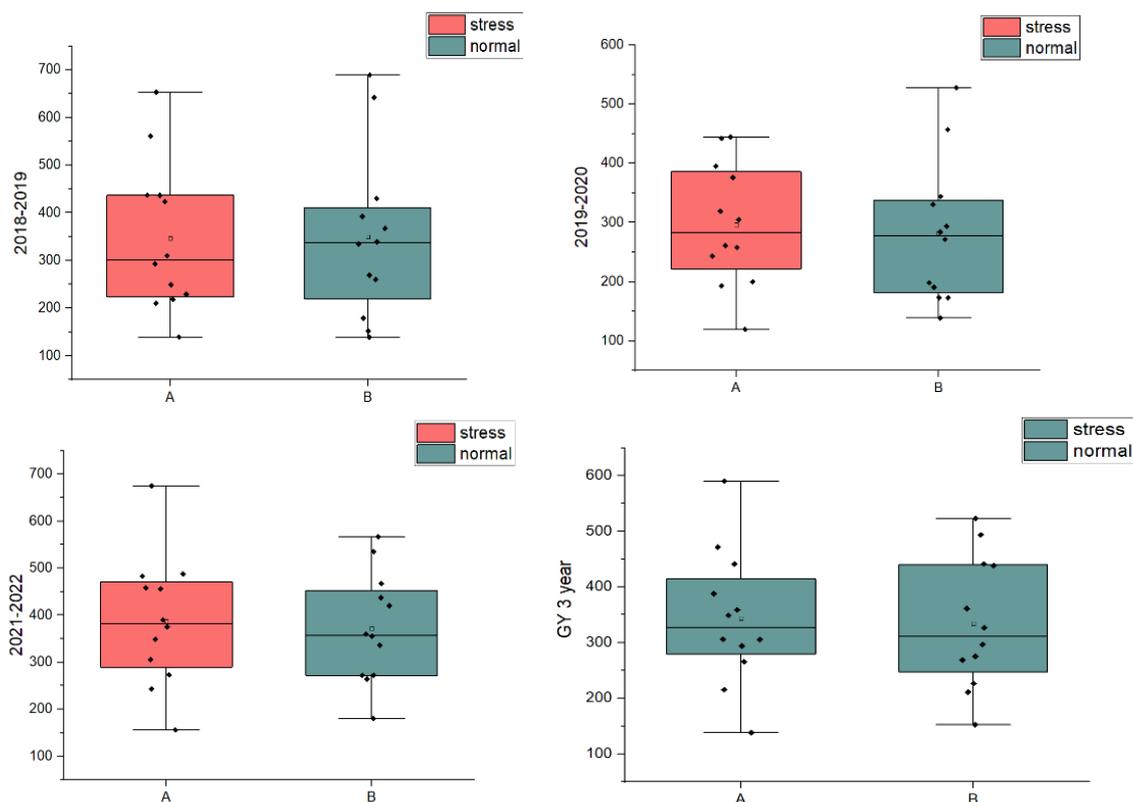
Bobning ikkinchi bo‘limida qadimgi mahalliy bug‘doy navlari ko‘chatzori namunalari ning suv tanqisligi sharoitida bug‘doy vegetativ rivojlanishiga ta’siri va hosildorlik bilan korrelyatsion bog‘liqligi, qimmatli xo‘jalik belgilarining optimal sug‘orilgan va suv tanqisligi sharoitida uch yillik ko‘rsatkichlari bayon etilgan.

Tajribalarimizda qadimgi mahalliy navlar ko‘chatzorining uch yil mobaynidagi o‘rtacha hosildorlik tahlil etilganda va boshqa ko‘chatzor navlari bilan solishtirilganda, o‘rtacha hosildorligi barqaror ekanligi aniqlanib, bu navlarning O‘zbekiston sharoitiga bir necha yillar davomida lalmi maydonlarga moslashganligi tufayli, suv tanqisligi hamda noqulay iqlim sharoiti navlar hosildorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatmagan (3-rasm). Navlar o‘rtasida hosildorlik belgisi bo‘yicha o‘zgaruvchanlik ko‘lami uch yil mobaynida yuqori bo‘lgan.

Tajribalarda qadimgi mahalliy Surxak (Qashqadaryo 43%), Sanzar-4 (28 %), Qizil bug‘doy (Surxandaryo Boysun Qo‘rg‘oncha 23 %), Qayroqtosh (19%), Qizil bug‘doy (Surxandaryo Boysun, Duoba, 17%) navlarida shartli lalmi (sug‘orilmaydigan) muhitda o‘rtacha uch yillik hosildorlik 19 % dan 43 % gacha oshgan.

Qadimgi mahalliy navlar lalmi hududlarga ekishga moslashganligi sababli, qurg‘oqchilikka bardoshli indikator navlar deb ta’riflangan. Tajribalarda ishtirok etgan ayrim qadimgi mahalliy Qizil bug‘doy (Surxandaryo Boysun, Duoba 34 %),

Oq bug‘doy (25%), Buxor bobo (20%), Oq bug‘doy (25%), Qizil bug‘doy (Qashqadaryo, Qamashi, Qug‘a 9%), Sanzar-8 (7%), Kal bug‘doy va Surxak (Qashqadaryo 4%) kabi navlarda suv tanqisligi sharoitida hosildorlikning 9% - 25% gacha kamayganligi kuzatilgan (3-rasm).

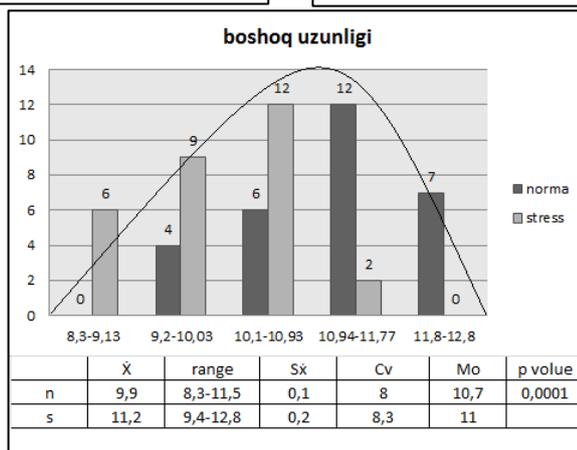
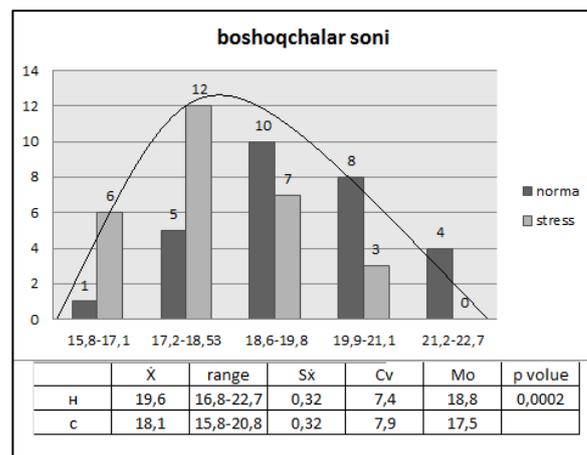
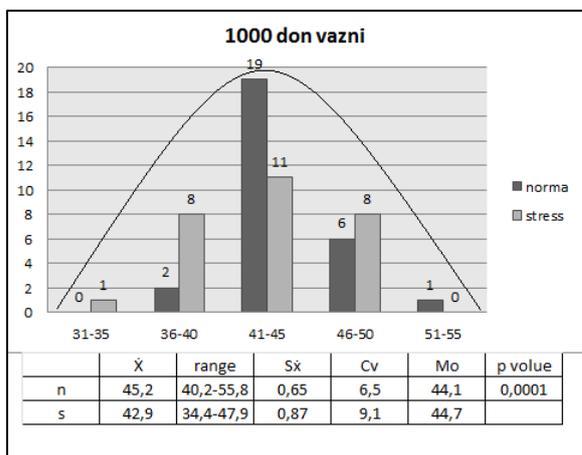
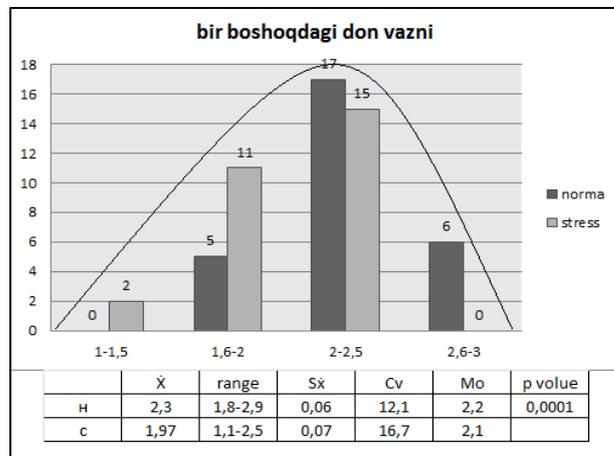
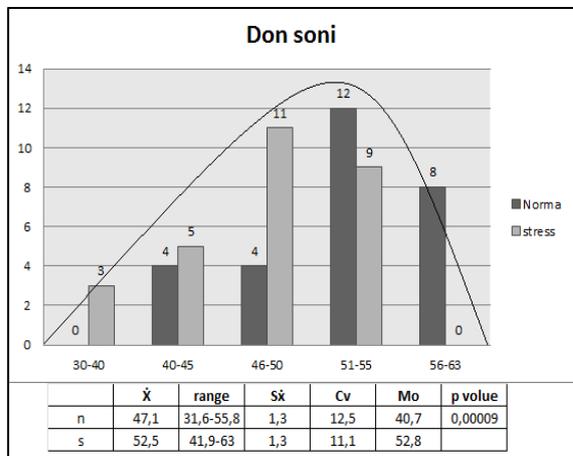


3-rasm. 3 yillik suv tanqisligi hamda optimal sug‘orilgan sharoitlarda qadimiy mahalliy bug‘doy navlari ko‘chazorining 12 ta nav namunalari 1m² don hosildorligi ko‘rsatkichlarning (gr/m²) qiyosiy tahlili.

Bobning uchinchi bo‘limida rayonlashgan bug‘doy navlari ko‘chatzori navlarning suv tanqisligi sharoitida bug‘doy vegetativ rivojlanishiga ta‘siri va hosildorlik bilan korrelyatsion bog‘liqligi, qimmatli xo‘jalik belgilarining optimal sug‘orilgan va suv tanqisligi sharoitida uch yillik ko‘rsatkichlari bayon etilgan. Tadqiqotlar davomida rayonlashgan navlar ko‘chazorining 28 ta navlarining miqdoriy belgilariga: boshqoq uzunligi, bir boshqodagi don soni, don vazni, 1000 don vazni, bir boshqodagi boshqochalar soniga suv tanqisligini ta‘sirini baxolash maqsadida, sinflarga taqsimlash usulidan foydalanilgan. Natijalarga ko‘ra suv tanqisligi sharoitida rayonlashgan navlar miqdoriy belgilaridan don soni, stressga sezuvchanligi yuqori ekanligi aniqlangan. Bir boshqodagi o‘rtacha don soni belgisi bo‘yicha 28 ta navlarda optimal va suv tanqisligi sharoitida ANOVA taxlil natijalariga ko‘ra yuqori ishonchlilik darajada farqlanish ($P < 0.0009$) borligi qayd etilgan. Shunga ko‘ra suv tanqisligi bir boshqodagi don sonini 11 % kamayishiga olib kelib, optimal sharoitda o‘rtacha don soni ($52,5 \pm 1.3$) ni, stress sharoitda esa (47.1 ± 1.3) ni tashkil etgan.

Eng ko‘p uchraydigan ko‘rsatkich (Mo) bo‘yicha optimal sharoitida (52,8) suv tanqisligi (40,7) sharoitiga nisbatan yuqori ko‘rsatkich qayd etilgan. Shu belgi

bo'yicha 28 genotip ikkala sharoitlarida 5 ta sinfga taqsimlangan (4-rasm). Optimal sug'orilgan sharoitda genotiplarning asosiy qismi (20 ta) 51 dan 63 gacha, suv tanqisligi sharoitida esa 46 dan 50 oralig'ida bo'lganligi aniqlangan. Olingan natijalarga ko'ra rayonlashgan navlarda suv tanqisligi, bir boshodagi don sonining kamayishiga sabab bo'lganligi aniqlangan.



4-rasm. Otimal va suv tanqisligi sharoitlarida bir boshodagi don soni va vazni, 1000 ta don vazni, boshochalar soni, boshog uzunligi bo'yicha qiyosiy tahlil.

Bir boshqodagi don vazni belgisi bo'yicha ham navlarda yuqori ishonchlilik darajada farqlanish ($P < 0.0001$) borligi qayd etilib, qurg'oqchilik stressi don vazning 14,4% pasayishiga sabab bo'lgan.

Don vazni bo'yicha genotiplar 4 ta sinflarga ajratilib, optimal sharoitda asosiy genotiplar 2 gr dan 3 gr oralig'ida bo'lib, mayda donli (1-1,5 gr) genotiplar kuzatilmagan. Stress sharoitda esa genotiplarning asosiy qismi 1,6-2,5 gr oralig'idaligi aniqlangan. Olingan natijalarga ko'ra stress sharoiti don vazniga sezilarli ta'sir ko'rsatib, navlar orasidagi o'zgaruvchanlik ko'lami kengayishiga va o'rtacha don vaznining pasayishiga sabab bo'lgan. 1000 ta don vazni bo'yicha 28 ta genotiplar 5 ta sinfga taqsimlanib, optimal sharoitda asosiy 19 genotipda 1000 don vazni 41-45 gr ni tashkil etsa, stress sharoitda esa 36 gr dan 50 gr oralig'ida taqsimlangan. Stress sharoitda 1000 don vazni 5,1 % pasayib, o'rtacha ko'rsatkich ($42,9 \pm 0,87$) optimal sharoitga nisbatan ($45,2 \pm 0,65$) pastligi aniqlangan. Bir boshqodagi boshqochalar soni bo'yicha navlar 5 ta sinfga taqsimlanib, shulardan optimal sharoitdagi 12 ta genotipda 17,2-18,5 gacha, stress sharoitda esa 10 ta genotipdarda 18,6-19,8 ta boshqochalar soni aniqlangan. O'rtacha boshqochalar soni stress sharoitda ($18,1 \pm 0,32$) optimal sharoitdan ($19,6 \pm 0,32$) past bo'lib, suv tanqisligi boshqochalar sonini 7,7 % kamaytirgan. Boshqoq uzunligi belgisi bo'yicha navlar 5 ta sinfga taqsimlanib, optimal sharoitda asosiy (12 ta) genotiplarning boshqoq uzunligi 10,9-11,7 sm ni, stress sharoitda esa asosiy (20 ta) genotiplarning boshqoq uzunligi 10,1-10,9 sm ni tashkil etgan. Tahlil natijalariga ko'ra stress sharoitda rayonlashgan navlarning boshqoq uzunligi 11,6 % qisqargan.

Bobning to'rtinchi bo'limida suv tanqisligi va optimal sharoitlardagi hosildorlikka «genotip x muhit x yil»ning ta'siri bayon etilgan.

Geografik kelib chiqishi turlicha bo'lgan navlar ko'chatzorlarida don hosildorligi uch yillik tabiiy iqlimning hamda suv tanqisligi va optimal sug'orilgan sharoitning ta'siri bo'yicha umumlashgan tahlil natijalariga ko'ra, FAWWON SA va respublikamizda rayonlashgan bug'doy navlari ko'chatzorlariga nisbatan qadimgi navlar jamlangan ko'chatzorda suv tanqisligi sharoitida don hosildorligining shakllanishi genotipga 64% bog'liqligi, yillar ta'sirida qadimgi mahalliy navlarning genotipik dispersiyaning yuqoriligi va tabiiy iqlimning turli o'zgarishlariga barqarorligi bilan bog'liq. Rayonlashgan navlar ko'chatzorida don hosildorligining yillar davomidagi o'zgaruvchanlik yuqori 52,2% bo'lishi navlarning tashqi muhit omillarga ta'sirchan ekanligini bildiradi (1-jadval).

Ko'p faktorli dispersion tahlil uchun geografik kelib chiqishi turlicha bo'lgan uchta ko'chatzor navlarining (genotip), ikki xil (suv tanqisligi va optimal sug'orilgan) sharoitlarda (muhit) uch yillik (yil) hosildorlik ko'rsatkichlariga genotip x muhit x yil ta'siri tahlil qilindi.

FAWWON-SA ko'chatzorida don hosildorligining o'zgaruvchanligiga genotipning ulushi 21,64% va 24,31% kam bo'ldi. Suv tanqisligi sharoitida qurg'oqchilikka moslashgan ko'chatzori navlarida genotip x yil ning o'zaro birlashgan ta'siri (38,0%) va yilning ta'siri (37,7%) deyarli bir xil yuqori, genotipning ta'siri esa nisbatan pastroq (24,31%) ekanligi aniqlandi.

Qadimgi mahalliy navlar ko‘chatzorining don hosildorligiga «genotip x muhit x yil» ta’siri tahlil qilinganda, shu belgining barqarorligiga genotip ulushi stress sharoitida 60 % va optimal sharoitda 64 % boshqa ko‘chatzor navlariga nisbatan yuqoriligi aniqlandi.

Rayonlashgan navlar ko‘chatzori hosildorligiga genotip, muhitlar va yillarning ta’siri bo‘yicha tahlil natijalariga ko‘ra suv tanqisligi sharoitida yillardagi obxavoning ta’siri 47 %, genotip ta’siri 20 % ni va genotip bilan yillarning kombinatsion ta’siri esa 33 % ni tashkil etdi.

1-jadval

Kelib chiqishi xar-xil bo‘lgan uchta ko‘chatzor navlarining suv tanqisligi va optimal sharoitlardagi hosildorligiga «genotip x muhit x yil»ning ta’siri (G x E x Y).

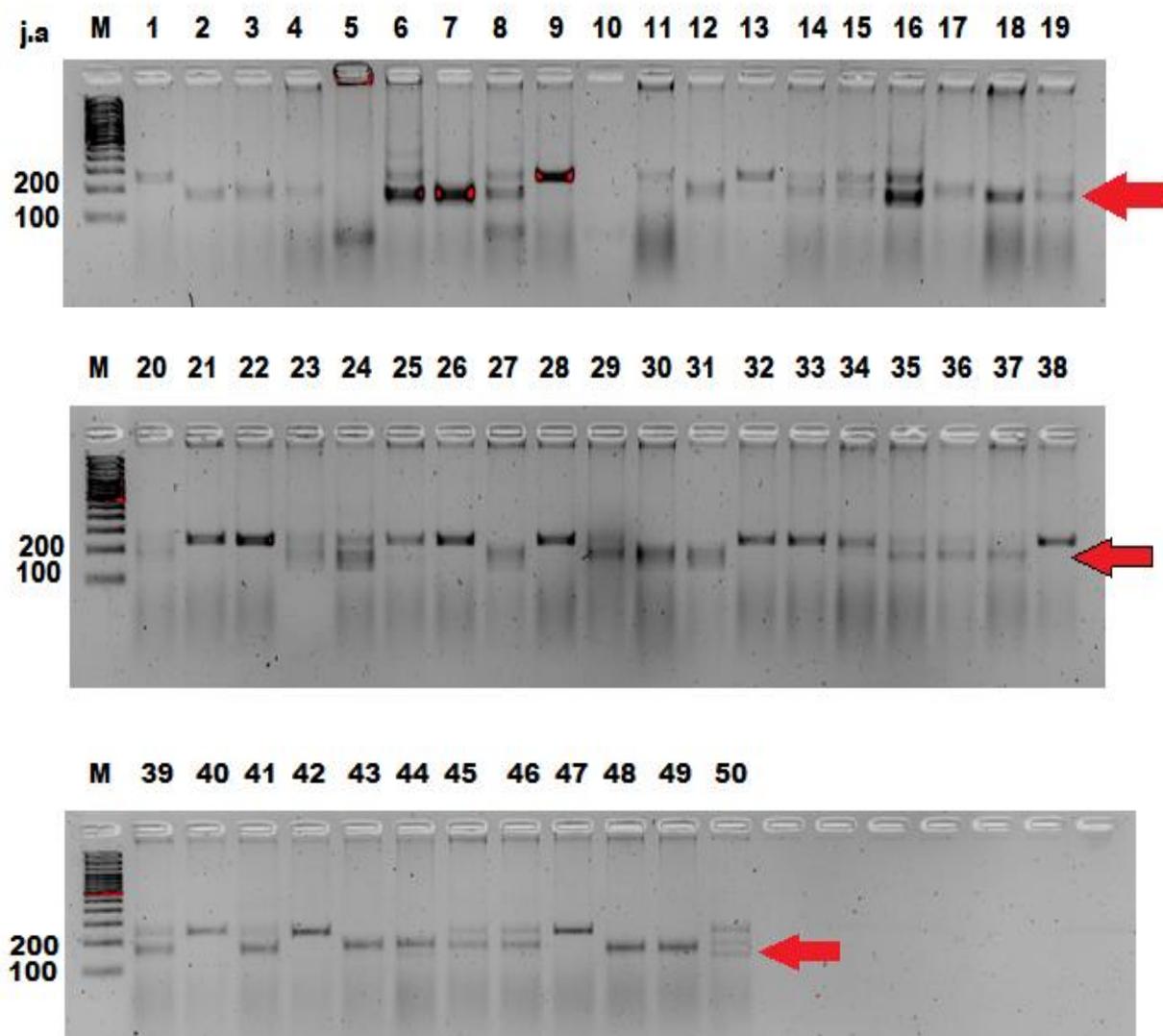
Variasion qator	Son	Optimal sharoit	%	Suv tanqisligi	%
	(Df)	(irrigated plot SS)		(rainfed plot SS)	
	n-1	mean sum of squares		mean sum of squares	
FAWWON SA	30				
Genotip (Genotype)	29	610531,9	21,64%	651044,9	24,31%
Yil (Year)	2	1323968	46,93%	1009772	37,70%
Genotip x yil (G x Y)	58	886425	31,42%	1017782	38,00%
Total (Adjusted)	89	2820925		2678600	
Qadimgi mahalliy navlar	12				
Genotip (Genotype)	11	411122,9	60,00%	366264,3	64,00%
Yil (Year)	2	52667,82	8,00%	58833,15	10,00%
Genotip x yil (G x Y)	22	216668,5	32,00%	151101,8	26,00%
Total (Adjusted)	35	680459,2		576199,3	
Rayonlashgan navlar					
Genotip (Genotype)	27	459248,5	20%	646050	23%
Yil (Year)	2	1068102	47%	1459307	52%
Genotip x yil (G x Y)	54	756499	33%	723333,1	26%
Total (Adjusted)	83	2283849		2828690	
* Term significant at alpha = 0,05					

Dissertatsiyaning “Mikrosatellit markerlari yordamida bug‘doyning qurg‘oqchilikka chidamliligini asosiylash” mavzusidagi to‘rtinchi bobida geografik kelib chiqishi turlicha bo‘lgan genotiplarning qurg‘oqchilikka chidamlilikka asosiylashgan 15 ta mikrosatellit va hosildorlikka asosiylashgan 10 ta mikrosatellit markerlari bo‘yicha PZR tahlili o‘tkazilgan hamda qurg‘oqchilikka chidamlilik DNK markerlari genom hududlarining *in silico* PZR va *AUGUSTUS* tahlillari amalga oshirilgan.

Mazkur bobning birinchi bo‘limida mikrosatellik markerlari va qurg‘oqchilikka chidamli va chidamsiz o‘simlik namunalarini tanlash bo‘yicha amalga oshirilgan tadqiqotlar keltirilgan.

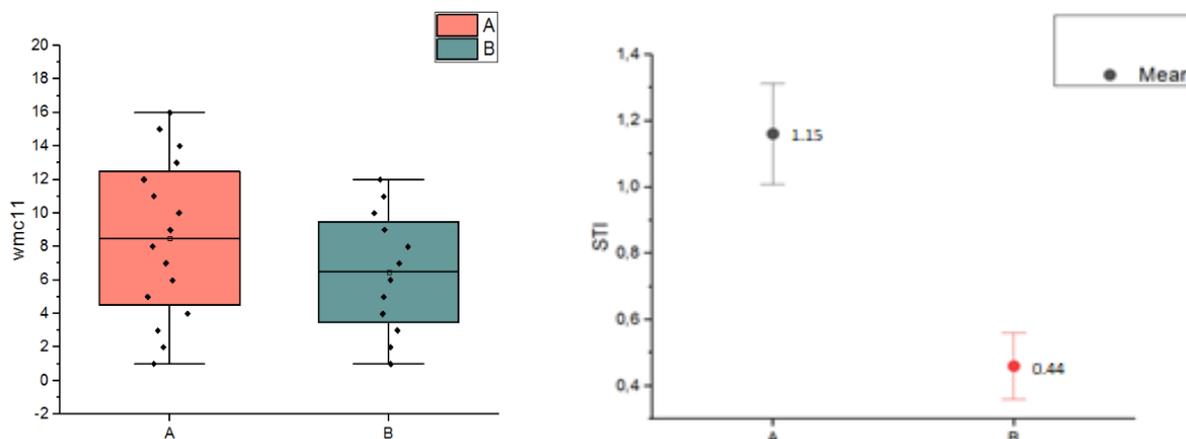
PZR tahlili natijalariga ko‘ra 10 ta qurg‘oqchilikka chidamlilik bilan asosiatsiya bo‘lgan markerlar orasidan Xwmc11 DNK markerida genetik birikkanlik (asosiatsiyasi) darajasi yuqori ekanligi aniqlangan.

Shu asosda uchta ko‘chatzordan tanlab olingan 28 ta nav namunalar ichidan chidamlilik bilan genetik bog‘langan 190 juft asos (j.a) alleli 5 ta bug‘doy namunalar (2-FAWWON58, 3-FAWWON59, 4-FAWWON76, 7-FAWWON74, 30-Nota) genomida gomozigota holatda, 11 bug‘doy namunalarida (6-FAWWON80, 8-FAWWON66, 11-FAWWON69, 14-Qizil bug‘doy (S/B/D), 19-Buxor bobo, 20- Qizil bug‘doy (Q/Q/K), 23-Kal bug‘doy, 24-Oq bug‘doy, 35-Kroshka, 46-Velena, 50-Zimnisa) geterozigota holatda mavjud ekanligi aniqlangan. Shuningdek, 10 ta (1-FAWWON58, 9-FAWWON68, 21-Sanzar, 22-Qizil bug‘doy (S/B/Q), 25-Intensivnaya, 28-Korasnovodopadskaya-210, 33-Tabor, 40-Grom, 42-Krassnodarskaya-99, 47-Vassa) namunalar genomida chidamlilik alleli (190 j.a.) uchramagan (5-rasm).



5-rasm. 50 ta chidamli va chidamsiz bug‘doy namunalarning qurg‘oqchilikka chidamlilik bilan genetik bog‘langan Xwmc11 DNK markerlar bilan PZR skriningi. M – molekulyar og‘irlik markeri (j.a. – juft asos);

PZR tahlillari natijasida genetik bog‘langan juft asos (j.a) da uchragan geterozigota xolati shu genotipning o‘rtacha chidamliligini, gomozigota xolati esa kuchli chidamlilikni ifodalaydi



a)

b)

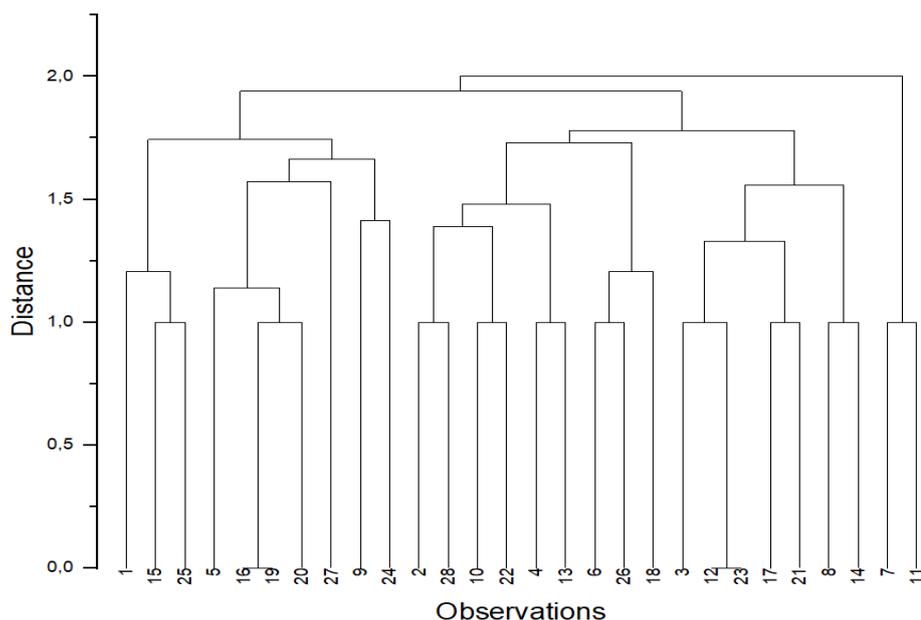
6-rasm. Suv tanqisligi stressiga chidamlilik DNK markerlari effektini baholash (one-way ANOVA) tahlili a) wmc11 DNK markeri bo‘yicha chidamli va chidamsiz genotiplar b) stressga chidamlilik indeksi (STI) chidamli va chidamsiz genotiplar. A – alleli mavjud genotiplar; B- alleli yoq genotiplar;

Suv tanqisligi stressi bilan genetik bog‘langan Xwmc11 DNK markerining samarasini baholash maqsadida chidamlilik alleli mavjud bo‘lgan genotiplar va mavjud bo‘lmagan genotiplarning stressga chidamlilik indeksi (STI) bir omilli ANOVA (one way) tahlili yordamida o‘zaro taqqoslangan. Shunga ko‘ra chidamlilik alleli (190 f.a) mavjud navlarda stressga chidamlilik indeksi o‘rtacha qiymati 1.15 ni tashkil etgan. Bu esa shu navlarni nisbatan chidamli ekanligini ko‘rsatadi. Chidamlilik alleli mavjud bo‘lmagan genotiplarning stressga chidamlilik indeksi o‘rtacha qiymati 0.44 ni tashkil etib, bu genotiplar stressga nisbatan chidamsizligini bildiradi (6-rasm).

Mazkur bobning ikkinchi bo‘limida qurg‘oqchilikka chidamlilik xususiyatlari bilan genetik bog‘langan 10 ta DNK markerlari allel polimorfizmi asosida OriginPro 2021 statistika tahlillar dasturining Date Hierarchical Clustering dendrograms yordamida tadqiqot obektlari bo‘lmish 28 ta bug‘doy namunalarning filogenetik munosabatlari o‘rganildi.

Iyerarxik klaster taxliliga ko‘ra 28 ta bug‘doy namunalari 2 ta asosiy A va V klasslarga bo‘lindi (7-rasm). A klass asosan qurg‘oqchilikka chidamsiz 9 ta genotipni o‘z ichiga jamlagan bo‘lib, ikkita pod klassga bo‘lindi. Birinchi podklass **1-FAWWON58, 15-Sanzar va 25-Krassnodar-99** navlarni o‘z ichiga olgan. Ikkinchi pod klass esa **5-FAWWON60,16,19,20,27,9,24** navlarni o‘z ichiga olgan. B klass

asosan qurg‘oqchilikka o‘rtacha va kuchli chidamli 17 ta genotipni o‘z ichiga olgan bo‘lib, to‘rtta pod klassga bo‘lindi. Birinchi podklass 2-,28,10,22,4,13, ikkinchi podklass 2,26,18, uchinchi podklass 3- FAWWON59,12,23,17,21,8-FAWWON66,14 va to‘rtinchi podklassga 7- FAWWON74 va 11- FAWWON69 genotiplarni o‘z ichiga olgan. Variatsion iyerarxik klaster tahlillari natijalariga ko‘ra, genotiplarni aynan chidamlilik bo‘yicha variatsion ajralish natijalari tanlanlan SSR markerlar ishonchliligini bildiradi.



7-rasm. 28 ta yumshoq bug‘doy namunalarining qurg‘oqchilikka chidamlilik bilan genetik bog‘langan DNK markerlari polimorfizmi asosidagi klaster tahlili.

Mazkur bobning uchinchi bo‘limida qurg‘oqchilikka chidamlilik DNK markerlari genom hududlarining *in silico* PZR taxlili va nomzod genlarni aniqlash bo‘yicha amalga oshirilgan tadqiqotlar keltirilgan.

Xwmc11, Xgwm99 va Xgwm337 praymerlarning *In silico* PZR taxlili yordamida NCBI malumotlar bazasidan qurg‘oqchilikka chidamlilik bilan aloqador vertual ampikon uzunligi aniqlanagan (8-rasm).

Triticum aestivum subsp. tibeticum isolate Zang1817 chromosome 3D, whole genome shotgun sequence

Sequence ID: [JACIS010000009.1](#) Length: 614201292 Number of Matches: 2

Range 1: 5424661 to 5424683 [GenBank](#) [Graphics](#)

[▼ Next Match](#) [▲ Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
42.8 bits(46)	0.76	23/23(100%)	0/23(0%)	Plus/Minus

```

Query 34      TCAACATATATAACGGCTGGGTG 56
              |||
Sbjct 5424683 TCAACATATATAACGGCTGGGTG 5424661
    
```

Range 2: 5424882 to 5424904 [GenBank](#) [Graphics](#)

[▼ Next Match](#) [▲ Previous Match](#) [▲ First Match](#)

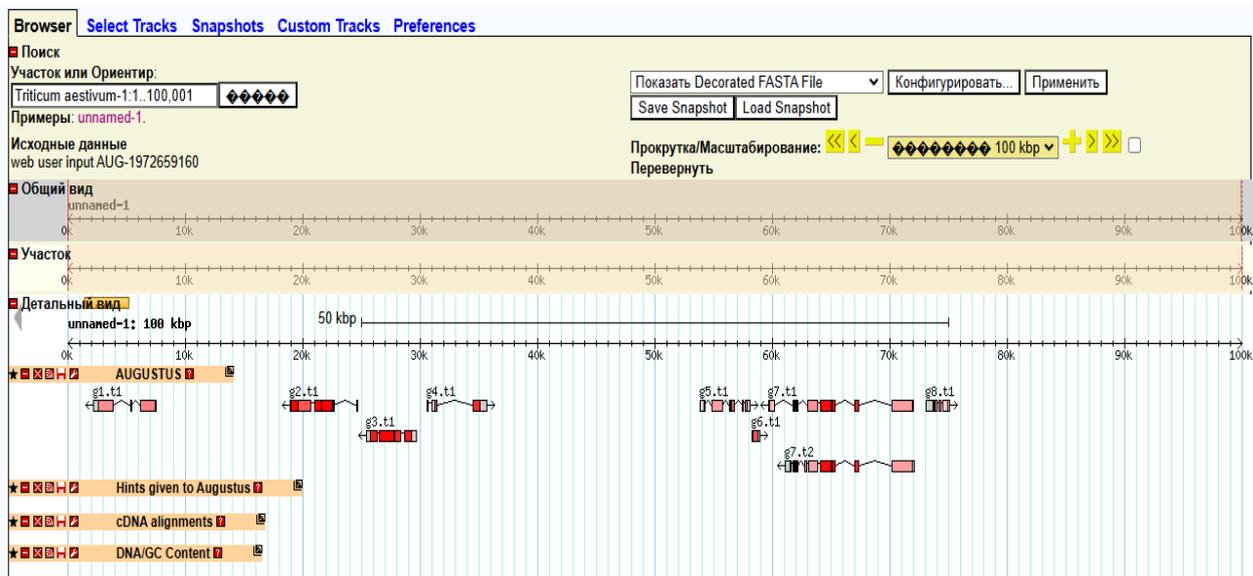
Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
38.3 bits(41)	32	22/23(96%)	0/23(0%)	Plus/Minus

```

Query 1      TTGTGATCCTGGTTGTTGTGA 23
              |||
Sbjct 5424904 TTGTGATCCTGGTTGTTGTGA 5424882
    
```

8-rasm. Xwmc11 praymerlarning *In silico* PZR virtual amplikon uzunligi.

Ushbu taxlil “Zang1817” Tibet tog‘laridagi qadimgi mahalliy bug‘doy navining 3D xromosomada F va R praymerlarga muvofiq DNK segmentlarini joylashuvini va Xwmc11 virtual amplikonning uzunligi (3D xromosomaning 5424683 va 5424882 nukleotidlar orasida (bu nukleotidlarni o‘z ichiga olgan xolda)) $5424882 - 5424683 = 199$ bp bo‘lishini ko‘rsatdi.



9-rasm. AUGUSTUS dasturida Xwmc11 markering atrofidagi 100kb genom yondosh hududidagi nomzod genlarning joylashuvi.

AUGUSTUS dasturida Xwmc11 Xgwm99 va Xgwm337 markerning atrofidagi 100kb genom yondosh hududidagi genlarning nukleotid ketma-ketligi shu genlar kodlaydigan oqsillarning nukleotid ketma-ketligi aniqlandi (9-rasm).

XULOSALAR

“O‘zbekiston sharoitida yumshoq bugdoyning qurg‘oqchilikka chidamliligining genetik asoslari” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar taqdim etilgan:

1. Yumshoq bug‘doyning suv tanqisligiga chidamli bo‘lgan fakultativ tipdagi navlarida hosildorlik boshqoqlash va to‘liq pishish davri bilan o‘rtacha salbiy, don to‘lishish davri bilan esa past ijobiy bog‘lanishga, suv tanqisligiga chidamsiz bo‘lgan kuzgi navlarda hosildorlik donning to‘lishish va to‘liq pishish davri bilan past salbiy bog‘lanish mavjudligi aniqlandi.
2. Suv tanqisligi stress sharoitida don hosildorligining o‘zgaruvchanligi fakultativ tipdagi FAWWON-SA ko‘chatzorida genotiplar orasida katta, qadimiy mahalliy bug‘doy navlarida barqaror va kuzgi bug‘doy navlarida hosildorlik 42% gacha pasayganligi kuzatildi.
3. Ko‘p faktorli dispersion tahlil qadimgi mahalliy navlar ko‘chatzorda suv tanqisligi sharoitida don hosildorligining shakllanishi genotipga 64%, kuzgi bug‘doy navlarida yillar davomidagi o‘zgaruvchanlik yuqori 52,2% bo‘lishi bu navlarning tashqi muhit omillarga ta’sirchan ekanligini, FAWWON-SA ko‘chatzorlarida suv tanqisligi sharoitida don hosildorligining shakllanishida genotip x yilning ta’siri 38,00% yuqori ekanligini ko‘rsatdi.
4. Mikrosatellit markerlari yordamida bug‘doyning qurg‘oqchilikka chidamlilik 15 ta juft SSR markerlaridan 5 tasida (Xgwm603, Xgwm108, Xgwm484, Xwmc89 va Xwmc118) monomorflik va 10 tasida polimorflikni namoyon qildi. Hosildorlikka asosiatsiyalangan 10 ta juft SSR markerlaridan 4 tasida (Xbarc121, Xbarc44, Xbarc105 va Xwmc11) monomorflik va 6 tasida polimorflikni namoyon qildi.
5. PZR taxlili natijalariga ko‘ra 10 ta polimorf qurg‘oqchilikka chidamlilik bilan asosiatsiya bo‘lgan markerlar orasidan Xwmc11 190 j.a) bilan, Xgwm99 (105 j.a), Xgwm337 (180 j.a) DNK markerlarining genetik birikkanlik (asosiatsiyasi) darajasi yuqori ekanligi aniqlandi.
6. Suv tanqisligi stressi bilan genetik bog‘langan Xwmc11 DNK markerning samarasini baxolash maqsadida chidamlilik alleli (190 j.a) mavjud bo‘lgan genotiplarda stressga chidamlilik indeksi (STI) o‘rtacha qiymati 1.15 ga teng ekanligi, chidamlilik alleli mavjud bo‘lmagan genotiplarda 0.44 ni tashkil etishi, markerning samarali ekanligini isbotlandi.
7. Xwmc11, Xgwm99 va Xgwm337 praymerning *In silico* PZR taxlili yordamida NCBI ma’lumotlar bazasidan vertual amplikonlar uzunligi aniqlandi va *AUGUSTUS* dasturida markerlar atrofidagi 100kb genom yondosh

hududidagi qurg‘ochilikka chidamlilik bilan aloqador bo‘lgan genlarning nukleotid ketma-ketligi va shu genlar kodlaydigan oqsillarning aminokislotalar ketma-ketligi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc.02/30.12.2019.B.53.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ ГЕНЕТИКИ И
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ**

**ИНСТИТУТ ГЕНЕТИКИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
БИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ**

АДИЛОВА ШОХИСТА ШУХРАТ ҚИЗИ

**Генетические аспекты засухоустойчивости пшеницы в условиях
Узбекистана**

03.00.09 – общая генетика

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО
БИОЛОГИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № В2019.2.PhD/В334

Диссертация выполнена в Институте генетики и экспериментальной биологии растений

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.genetika.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz)

Научный руководитель:

Моргунов Алексей Иванович
Кандидат сельскохозяйственных наук

Официальные оппоненты:

Убайдуллаева Хуршида Абдуллаевна
доктор биологических наук

Джабборов Иброхим Шодманович
доктор биологических наук, профессор

Ведущая организация:

**Научно-исследовательский институт
Генетических ресурсов растений**

Защита диссертации состоится “___” _____ 2025 г. в ___ часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.B.53.01 при Институте генетики и экспериментальной биологии растений (Адрес: 1112208, Ташкентская область, Кибрайский район, п/о Юкори - юз, актовый зал Института генетики и экспериментальной биологии растений. Тел.:(+99871)264-23-90, факс (+99871)264-23-90. E-mail: igebr@academy.uz, genetics@uzsci.net, gen@inst.gov.uz

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института генетики и экспериментальной биологии растений (зарегистрирована за №.....). Адрес: 111208, Ташкентская область, Кибрайский район, п/о Юкори-юз. Тел.: (+99871)264-23-90.

Автореферат диссертации разослан “___” _____ 2025 года

(реестр протокола рассылки ”___” от “___” _____ 2025 года)

А.А. Нариманов
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.с./х.н., профессор

И.Дж.Курбанбаев
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых
степеней, д.б.н., профессор

И.Т.Каххаров
председатель Научного
семинара при Научном совете по
присуждению ученых степеней,
д.с/х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотации диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Мягкая пшеница (*Triticum aestivum L.*) является одной из важнейших культур во всём мире. По последним данным ФАО за 2024 год по всему миру под этой культурой были засеяны 220 миллионов гектаров и выращено 792,9 миллиона тонн пшеницы. Глобальное изменение климата за последние годы, увеличение абиотического стресса оказывает негативное влияние на урожайность пшеницы. Для решения подобных проблем важное значение имеет использование селекционных технологий, основанных на современных маркерах, при создании новых генетически усовершенствованных сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам.

В мире проводится ряд научных работ по повышению устойчивости сельскохозяйственных культур, выращиваемых на орошаемых площадях, к водному дефициту. В связи с этим актуальными задачами являются перенос генов устойчивости, присутствующих у стародавних сортов пшеницы и диких потомков, устойчивых к различным стрессовым факторам, на местные сорта, определение ДНК-маркеров, связанных с урожайностью, выделение ценных генотипов с использованием маркерной технологии.

После обретения зерновой независимости в нашей республике были проведены широкомасштабные реформы по созданию местных сортов пшеницы, в частности, достигнуты определенные успехи в повышении урожайности этих культур, в том числе созданы и внедряются в производство устойчивые к болезням и вредителям, с высокими хозяйственно-ценными признаками сорта мягкой пшеницы. В стратегии² развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы" поставлена задача «увеличить доходы дехкан и фермеров не менее чем в 2 раза, довести ежегодный рост сельского хозяйства не менее чем до 5 процентов за счет интенсивного развития сельского хозяйства на научной основе». Исходя из этих задач, изучение генетических основ создания высокоурожайных и устойчивых к различным стрессовым факторам сортов пшеницы, приспособленных к почвенно-климатическим условиям республики, имеет важное научно-практическое значение.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики-V. "Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды."

Степень изученности проблемы. Зарубежными учеными Ravi Sinh, Suchismita Mondal, проведено множество исследований по сортам мягкой пшеницы в Международной организации по засухоустойчивости (CIMMYT) и Международной организации по сельскохозяйственным исследованиям в засушливых регионах (ICARDA) такими учеными как Ram Sharma, Wuletaw

² Указ Президента Республики Узбекистан №ПФ-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

Tadesse (ICARDA-Morocco), Sanchez Garcia, Miguel (ICARDA-Morocco), Keser Mesut (ICARDA-Turkey).

Ученые стран СНГ (А. В. Алабушев, С. Б. Лепехов, Н. Д. Пронина, А. Ф. Туманян, В. В. Маймистов) изучали морфобиологию, физиологию и генетику пшеницы в условиях водного дефицита. Из них А. В. Алабушев изучал засухоустойчивость мягкой пшеницы в условиях моделированной засухи, С. Б. Лепехов исследовал засухоустойчивость мягкой пшеницы в лесостепи Алтайского края. Н.Д. Пронина проводила сравнительный анализ озимой пшеницы в условиях засухи, А.Ф.Туманян изучил засухоустойчивость сортообразцов ярового ячменя.

В нашей республике С.К.Бабоевым, А.А.Амановым, Ш.Дилмуродовым, Б.Х.Чинникуловым, С.К.Бабоевой, Ф.Н.Кушановым и другими учеными проведены обширные исследования по созданию высокоурожайных сортов пшеницы, устойчивых к таким абиотическим факторам как жара и засуха.

Однако, до настоящего времени научные исследования в этой области отечественными учеными проведены недостаточно, а идентификация генов засухоустойчивости с использованием ДНК-маркеров, связанных с засухоустойчивостью, не полностью завершена.

Связь диссертационной работы с планами научно-исследовательских работ. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института генетики и экспериментальной биологии растений по теме А-ФА-104 "Создание высококачественных, генетически обогащенных сортов пшеницы, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды, обладающих высокими питательными свойствами. Биотехнология бобовых культур" (2020-2022 гг.)

Целью исследования является фенотипирование по показателям засухоустойчивости местных и районированных сортов пшеницы, а также их молекулярно-генетическое генотипирование.

Задачи исследования:

фенотипирование мировой коллекции мягкой пшеницы, районированных в республике и стародавних местных сортообразцов пшеницы по устойчивости к дефициту воды;

определение влияния дефицита воды на вегетативное развитие образцов пшеницы и признаки, обеспечивающие урожайность;

определение корреляционной связи между хозяйственно-ценными признаками и урожайностью пшеницы в условиях оптимального водоснабжения и дефицита воды. Характеристика взаимодействия генотипа и среды;

определение ассоциации устойчивости пшеницы к засухе с помощью микросателлитных маркеров;

прогнозирование генов *in silico* PCR и AUGUSTUS для поиска генов-кандидатов в регионах генома, где расположены ДНК-маркеры засухоустойчивости.

Объектами исследования являются сортообразцы 25thFAWWON-SA (факультативная озимая пшеница, адаптированная к засушливым условиям) полученные из мировой коллекции, районированные и стародавние местные сорта пшеницы республики.

Предметом исследования является фенотипирование сортообразцов озимой пшеницы в условиях дефицита воды, оценка устойчивости признаков урожайности генотипов пшеницы, ассоциация устойчивости пшеницы к засухе с помощью микросателлитных маркеров и определение генов-кандидатов методом *in silico*.

Методы исследования. В процессе выполнения диссертационного исследования использованы традиционные генетико-селекционные методы, современные методы молекулярной генетики (выделение геномной ДНК, ПЦР-анализ и генотипирование), а также методы *in silico*.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые в условиях дефицита воды фенотипированы образцы мировой коллекции пшеницы и древние местные сорта пшеницы по показателям урожайности;

из сортообразцов FAWWON SA и стародавней местной пшеницы отобраны образцы с высокими и стабильными показателями урожайности в оптимальных условиях и дефиците воды;

установлено, что формирование урожайности зерна в условиях дефицита воды древних местных сортов на 64% зависит от генотипа, что связано с высокой генотипической дисперсией и устойчивостью сортов к различным изменениям климата;

по результатам ПЦР-анализа среди 10 полиморфных маркеров, ассоциированных с засухоустойчивостью, выявлено высокий уровень генетической ассоциации у ДНК-маркеров Xwmc11 (190 п.н.), Xgwm99 (105 п.н.) и Xgwm337 (180 п.н.);

с помощью *in silico* ПЦР анализа определены нуклеотидные последовательности генов, связанные с устойчивостью к засухе, в геномной фланкирующей области выбранных ДНК-маркеров, а также аминокислотные последовательности белков, кодируемые данными генами.

Практические результаты исследования: В питомниках, FAWWON-SA, выделены образцы пшеницы, дающие высокие урожаи в условиях дефицита воды, близкие к оптимальным условиям; влияние генотипа на урожайность в условиях дефицита воды у образцов озимой пшеницы интенсивного типа составило 23%, у стародавних местных сортов пшеницы и 64%, FAWWON SA 24,3%, установлено высокая изменчивость урожайности зерна в течение многих лет чувствительность сортов к факторам внешней среды.

Достоверность результатов исследования обосновывается использованием в исследованиях современных методов и подходов генетики и прикладной селекции, использованием статистических методов, таких как вариационный анализ (ANOVA, Origin pro) при статистической обработке

полученных цифровых данных, публикацией полученных результатов в ведущих научных изданиях, научным обоснованием выводов.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в генотипировании засухоустойчивых образцов мягкой пшеницы на основе молекулярных анализов, а также использование *in silico* ПЦР анализа для определения аллелей SSR маркеров на основе секвенированных данных зарубежных сортов и линий, в международной базе данных GeneBank NCBI, определении генов в регионах расположения ДНК-маркеров в геноме пшеницы и прогнозировании генов с помощью программы AUGUSTUS для поиска кандидатных-генов;

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что выявление генотипов озимости пшеницы с стабильными показателями урожайности в водного дефицита и рекомендация данных генотипов для селекции служит исходным материалом при создании сортов, устойчивых к водному дефициту в селекционных программах.

Научная значимость результатов исследования заключается в генотипировании засухоустойчивости образцов мягкой пшеницы на основе молекулярных анализов, прогнозировании генов AUGUSTUS для поиска генов-кандидатов в регионах генома, где расположены ДНК-маркеры;

Практическая значимость результатов исследования заключается в выявлении генотипов с устойчивыми показателями урожайности в условиях водного дефицита и рекомендации этих генотипов для селекции.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных данных исследования генетических основ засухоустойчивости мягкой пшеницы в условиях Узбекистана:

полученные по результатам исследования ДНК-маркеры, генетически связанные с устойчивостью к дефициту воды стародавних местных сортов пшеницы, были использованы в прикладном проекте на тему "Создание устойчивых к биотическим и абиотическим факторам сортов пшеницы с использованием технологий моделирования цифровой феномики" (Справка Академии наук Республики Узбекистан № 4/1255-2222 от 7 октября 2024 года). В результате линии пшеницы, содержащие в своем геноме гомозиготный и гетерозиготный аллель устойчивости (190 п.о.) маркера Xgwm484, имели значительно более высокие показатели массы 1000 зерен и урожайности, чем не сегрегированные линии, что позволило отобрать образцы, устойчивые к засухе и высоким температурам.

Приведены ссылки на результаты мультивариационного кластерного анализа по признакам урожайности пшеницы и иерархического кластерного анализа засухоустойчивости в трех зарубежных научных статьях с высоким импакт-фактором AGBIR Vol.40 No.02 Mar 2024 <https://www.researchgate.net/publication/380170182//> Plants. 2024, 13, 934: <https://www.researchgate.net/publication/379189816//> biotech 2022, 11/2: <https://doi.org/10.3390/biotech11030032>)

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из них 8 журнальных статей, в том числе 4 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 100 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В разделе “**введение**” обосновывается актуальность и востребованность темы проведенного исследования, описываются цели и задачи, объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники в республике. Представлены практические результаты и научная новизна исследования, подчеркнута научная и практическая значимость полученных результатов, внедрения результатов исследований в производство, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Генетические основы засухоустойчивости мягкой пшеницы**» раскрыты научные исследования, проведенные зарубежными учеными и учеными нашей республики, рассмотрено влияние засухи на хозяйственно ценные признаки, обеспечивающие урожайность пшеницы, приведенные результаты исследования, проводимые по выявлению генов, контролирующих данные признаки под воздействием стресса, корреляционным взаимодействиям между признаками, влиянию генотипа и окружающей среды на урожайность. Представлены современные технологии, такие как, MAS и GWAS, типы ДНК-маркеров, применяемые в MAS-технологии к конкретным сельскохозяйственным культурам и засухоустойчивые сорта сельскохозяйственных культур, полученные с помощью современных технологий и преимущества современных технологий по сравнению с методами традиционной селекции. Наряду с этим представлен обзор литературы по кандидатным генам и белкам пшеницы, идентифицированные с использованием биоинформационных программ и данных *in silico* ПЦР.

Во второй главе диссертации «**Материалы, методы и условия исследования**» подробно описывается материалы, методы и условия, исследования. Объектами исследования служили сорта пшеницы разного географического происхождения, такие как, 25thFAWWON-SA, районированные сорта пшеницы и стародавние местные сорта пшеницы.

Представлены списки растительного материала, использованных реагентов и оборудования, методы выделения ДНК, ПЦР-анализа, гель-электрофореза и генотипирования.

В третьей главе диссертации на тему «**Влияние засухи на вегетативное развитие и урожайность пшеницы и на количественные признаки, обеспечивающие урожайность**» подробно описываются полученные результаты. В первой части главы рассмотрено влияние водного дефицита на вегетативное развитие пшеницы, а также корреляционная связь с урожайностью и 3 летние показатели хозяйственно ценных признаков в условиях оптимального орошения и водного дефицита 30 сортаобразцов питомника FAWWON-SEMI ARID.

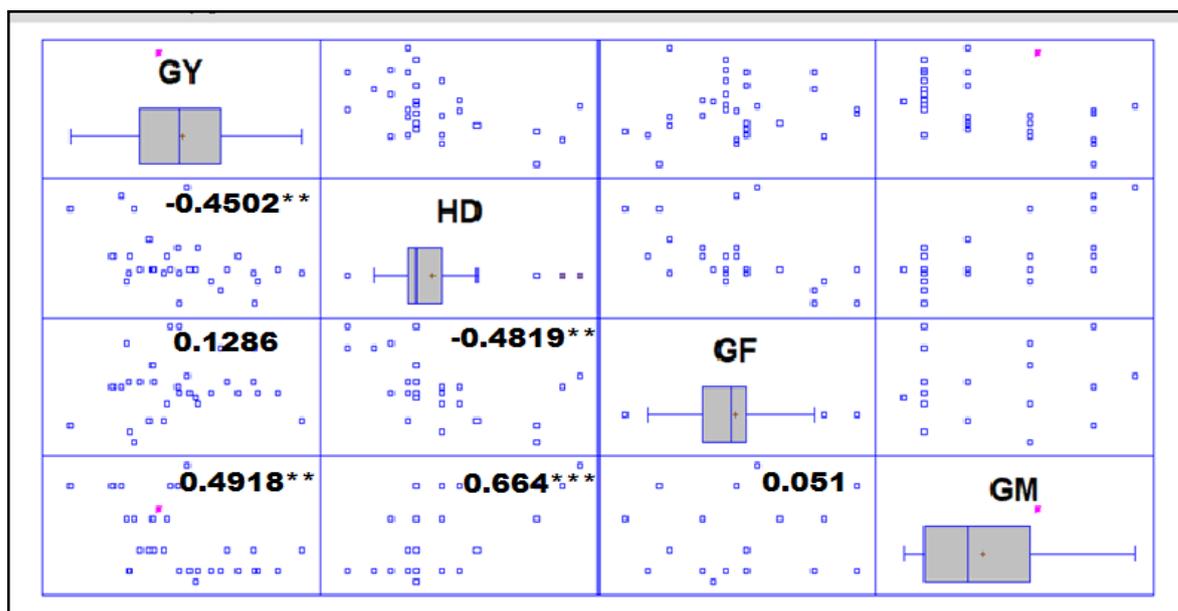


Рисунок 1. Корреляционная связь между урожайностью и вегетативным развитием. GY-урожайность зерна. HD- колошение. GF-налив зерна, GM- период полного созревания.* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Согласно полученным данным, урожайность изучаемых сортов имеет среднюю отрицательную корреляцию с колошением и периодом полного созревания ($r = -0,4502^*$ и $r = -0,4918^{**}$), а также низкую положительную корреляцию ($r = 0,1286^*$) с периодом налива зерна. Комбинационный эффект между сокращением периода колошения и удлинением сроков созревания увеличивает время налива зерна у генотипов. Отмечена сильная положительная корреляция ($r = 0,664^{***}$) между периодом колошения и сроком созревания в стрессовых условиях, причем созревание зерна напрямую связано со временем колошения и происходит после периода колошения (рис.1).

При сравнении общей средней урожайности в двух разных условиях орошения ($524,7 \text{ г/м}^2$ - оптимальные и $522,9 \text{ г/м}^2$ - стресс условия), почти никакой разницы не наблюдалось, в то время как между генотипами по данному признаку наблюдалась высокая вариация. У генотипов **Н-18** ($808,1$

г/м²), **Н-26** (853,3 г/м²) и **Н-28** (807,9 г/м²) питомника FAWWON-SA в условиях водного дефицита, наблюдалось высокая урожайность за счет массы зерна и количества зерен в колосе. Высокая температура в период цветения до созревания в условиях водного дефицита указанных образцов не оказала отрицательного влияния на удлинение периода налива зерна (рис.2). У образца **Н-13** (231) зафиксирован наименьший показатель урожайности (250 г/м²) в стрессовых условиях, низкая масса зерна в колосе и масса 1000 зерен за счет высокой температуры наблюдалась из-за неполного созревания зерна (рис.2).

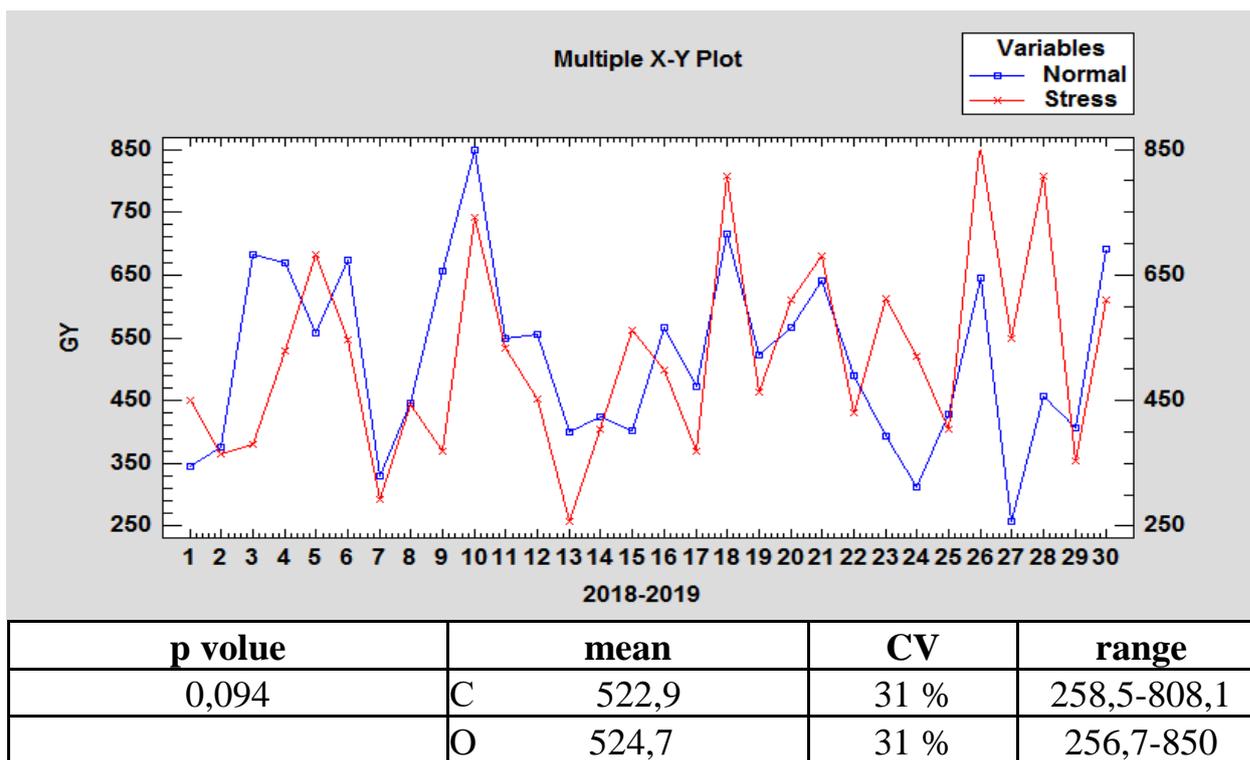


Рисунок 2. Урожайность зерна с 1 м² (г/м²) 30 сортов питомника FAWWON-SA в условиях водного дефицита и оптимального орошения в 2018-2019 гг.

Во второй части главы рассмотрено влияние водного дефицита на вегетативное развитие старых местных сортов пшеницы и их взаимосвязь с продуктивностью, на трехлетние показатели хозяйственно ценных признаков в условиях оптимального орошения и водного дефицита.

В наших экспериментах, при анализе трехгодовой средней урожайности питомника старых местных сортов пшеницы по сравнению с другими питомниками было установлено, что средняя урожайность была стабильной, за счет адаптации данных сортов к условиям Узбекистана в течение нескольких лет, водный дефицит и неблагоприятные климатические условия не оказали отрицательного влияния на урожайность сортов (рис. 3). Вариация изменчивости по признаку урожайности между сортами была высокой в течение трех лет.

По результатам анализа средняя урожайность в течение 3 лет в условиях водного дефицита старых местных сортов Сурхак (Кашкадарья 43%), Санзар-4 (28%), Кызыл бугдай (Сурхандарья Бойсун Курганча 23%), Кайрактош (19%), Кызыл бугдай (Сурхандарья Бойсун, Дуоба, 17%) увеличилась с 19% до 43%. Стародавние местные сорта были определены как индикаторы засухоустойчивости за счет адаптивности в засушливых регионах. У некоторых старых местных сортов, таких как Кизил бугдай (Сурхандарья Бойсун, Дуоба 34%), Ок бугдай (25%), Бухор Бобо (20%), Кизил бугдай (Кашкадарья, Камаша, Куга 9%), Санзар-8 (7%), Кал бугдай и Сурхак (Кашкадарья 4%), наблюдалось снижение урожайности до 9 - 25%.

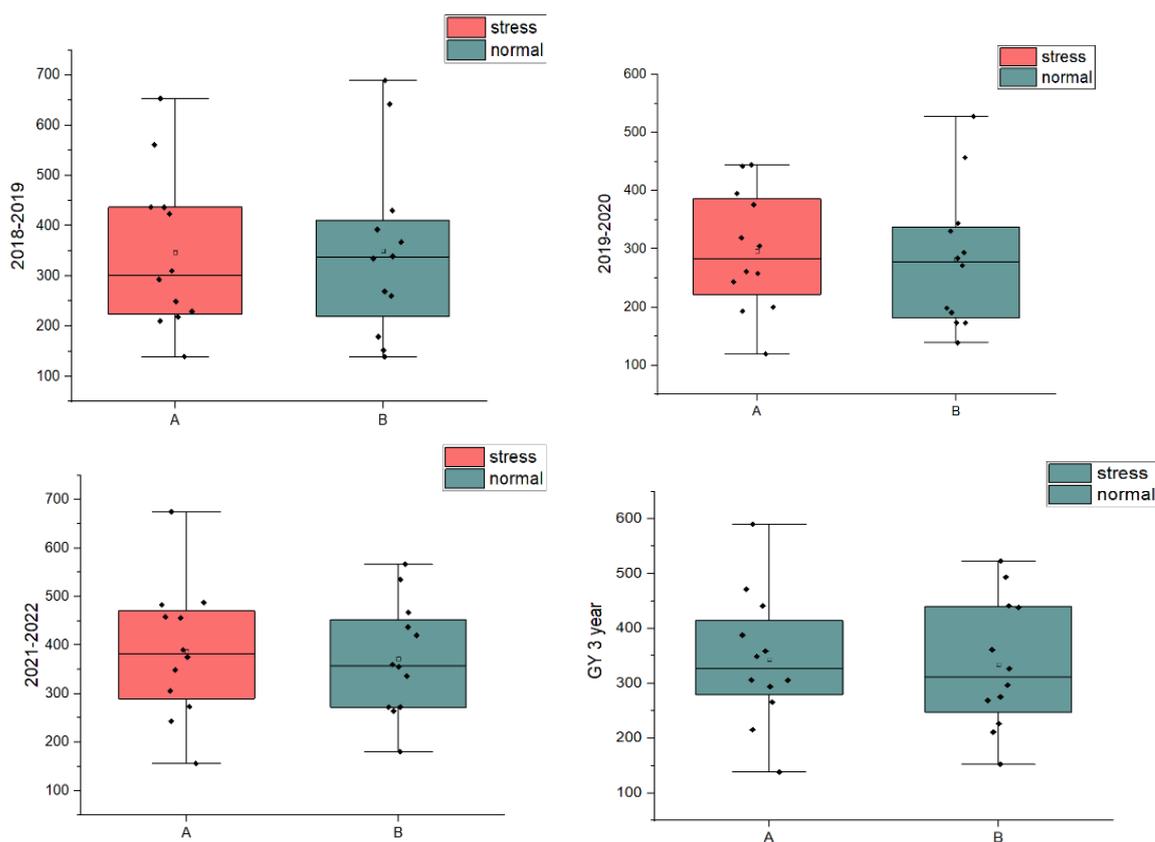


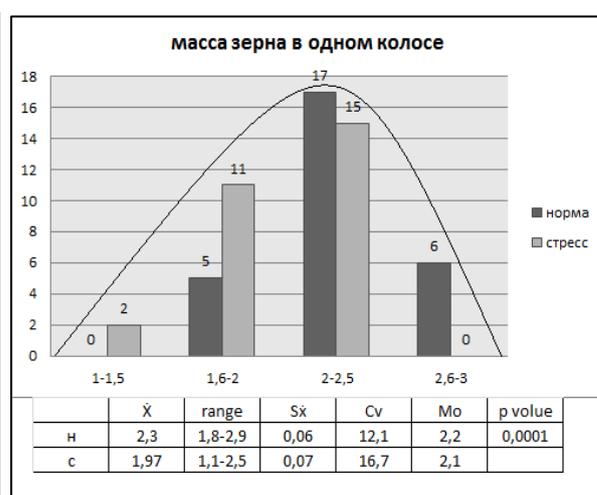
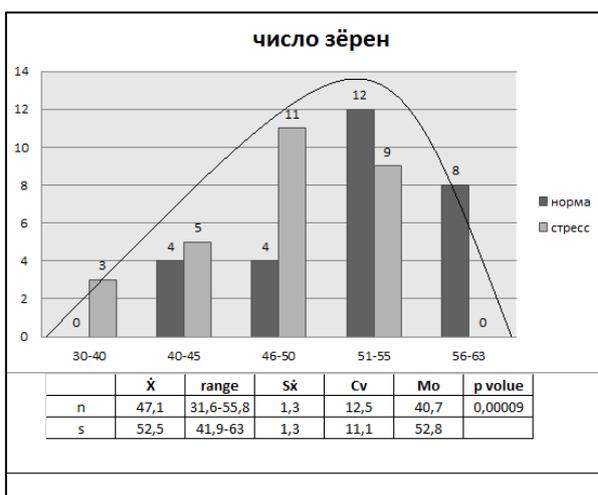
Рисунок 3. Сравнительный анализ показателей (гр/м²) урожайности зерна на 1 м², 12 сортов стародавних сортов пшеницы в условиях 3-летнего водного дефицита и оптимального орошения.

В третьем разделе главы приведены данные влияния водного дефицита на вегетативное развитие районированных сортов пшеницы, и корреляционная связь с урожайностью, трехлетние показатели хозяйственно-ценных признаков в условиях оптимального орошения и водного дефицита. В ходе наших исследований мы использовали метод распределения по классам с целью оценки влияния дефицита воды на такие количественные признаки 28 районированных сортов: как длина колоса, количество зерен в одном колосе, масса зерна, масса 1000 семян, количество колосков в одном колосе. Согласно

результатам, из этих количественных признаков высокая чувствительность к водному дефициту выявлена по признакам количества зерен.

По результатам анализа ANOVA в условиях оптимального орошения и дефицита воды отмечена высокая степень достоверности ($P < 0.0009$) различия по признаку среднего количества зерен в одном колосе у сортов пшеницы.

Дефицит воды привел к снижению количества зерен в одном колосе на 11%, а в оптимальных условиях среднее количество зерна составило $52,5 \pm 1,3$ и $47,1 \pm 1,3$ условиях стресса. По показателю (M_o) при оптимальных условиях (52,8 гр) отмечено более высокое значение, чем при дефиците воды (40,7 гр). По данному признаку 28 генотипов были распределены на 5 классов в обеих условиях среды (рис.4). Установлено, что в условиях оптимального орошения основная часть генотипов (20 генотипов) составляет от 51 до 63, а в условиях водного дефицита от 46 до 50.



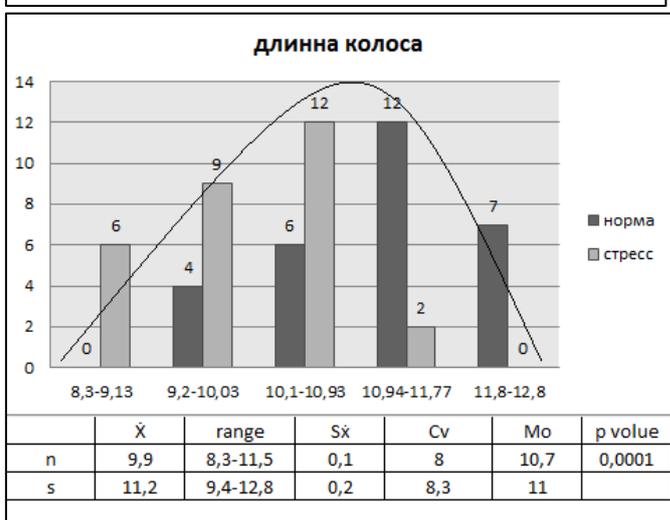
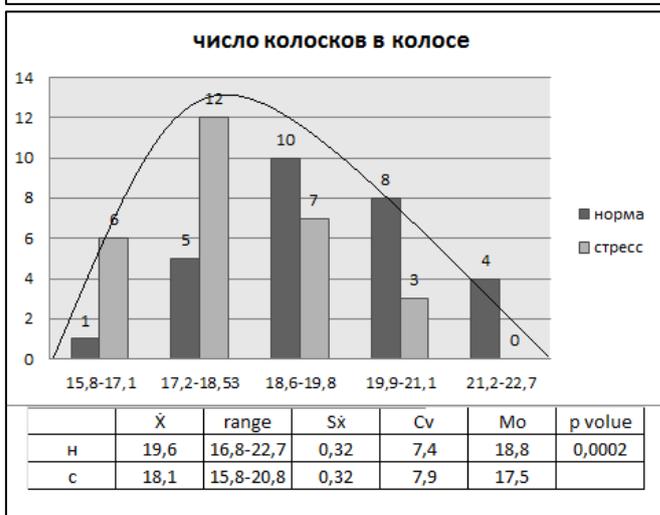
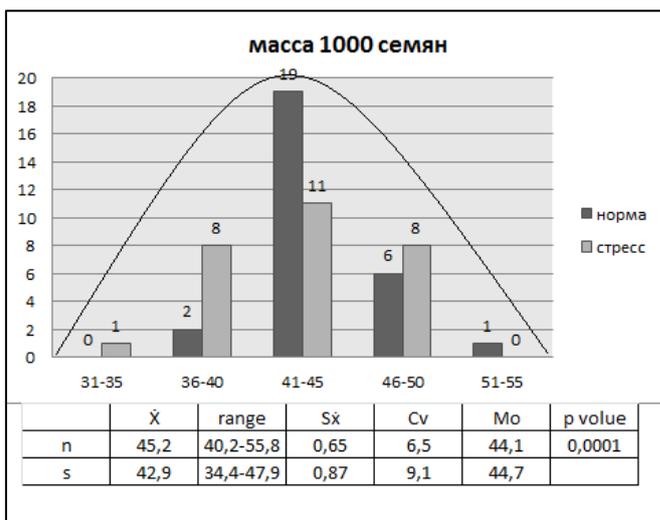


Рисунок 4. Сравнительный анализ массы 1000 зерен в одном колосе, количества колосков, длины колоса, количества зерен в одном колосе и массы зерна в одном колосе в условиях оптимального орошения и водного дефицита .

Согласно результатам анализа, дефицит воды у районированных сортов привел к снижению количества зерна в колосе. Отмечено, что по признаку массы зерна в одном колосе у всех сортов имеется высокий уровень

достоверности ($P < 0.0001$), а водный дефицит привел к снижению массы зерна на 14,4%. По массе зерна генотипы были разделены на 4 класса, в оптимальных условиях основные генотипы имели показатели от 2 до 3 гр, а мелкозернистые (1-1,5 гр) генотипы не наблюдались. Установлено, что в стрессовых условиях основная часть генотипов находится в пределах 1,6-2,5 гр. По количеству колосков в одном колосе сорта были разделены на 5 классов, из них в 12 генотипах в оптимальных условиях количество колосков составило 17,2шт.-18,5, а у 10 генотипах в стрессовых условиях - 18,6-19,8 шт. Среднее количество колосков в стрессовых условиях было ниже ($18,1 \pm 0,32$) по сравнению с оптимальными условиями ($19,6 \pm 0,32$), а дефицит воды снизил количество колосков на 7,7%. По признаку длины колоса сорта были распределены на 5 классов, оптимальных условиях длина колоса основных (12 генотипов) составила 10,9-11,7 см, а при стрессовых условиях длина колоса основных (20 генотипов) составила 10,1-10,9 см. Согласно результатам анализа, длина колоса районированных сортов, в стрессовых условиях, сократилась на 11,6%.

В четвертом разделе главы изложены результаты влияния "генотипа x среды x года" на урожайность в условиях водного дефицита и оптимального орошения.

Для многофакторного дисперсионного анализа было проанализировано влияние генотипа x среда x года на трехлетние (годовые) показатели урожайности трех сортообразцов разного географического происхождения (генотип) в двух различных (дефицит воды и оптимальное орошение) условиях (среда).

Вклад генотипа в изменчивость урожайности зерна в питомнике FAWWON-SA составил 21,64% и 24,31% ниже. У адаптированных к засухе сортов образцов в условиях дефицита воды совокупный эффект генотипа x года (38,0%) и эффект года (37,7%) оказались почти одинаково высокими, тогда как эффект генотипа был относительно ниже (24,31%).

При анализе влияния «генотип x среда x год» на урожайность зерна питомника стародавних местных сортов установлено, что вклад генотипа в стабильность этого признака был на 60% выше в стрессовых условиях и на 64% выше в оптимальных условиях, чем у других питомников.

По результатам анализа влияния генотипа, среды и года на урожайность районированных сортов, в условиях дефицита воды влияние погоды по годам составило 47%, влияние генотипа – 20%, а совместное влияние генотипа и года – 33%.

По результатам обобщенного анализа влияния трехлетних условий климата, а также дефицита воды и оптимальных условий на урожайность зерна в питомниках сортов различного географического происхождения, по сравнению с питомниками сортов пшеницы, районированных в нашей республике и FAWWON SA, формирование урожайности зерна в питомниках, где сосредоточены древние сорта, в условиях дефицита воды зависит на 64% от генотипа, высокая годовая изменчивость урожайности зерна в питомниках

районированных сортов (52,2%) свидетельствует о том, что сорта чувствительны к факторам внешней среды (таблица 1).

Таблица 1.

Влияние "генотипа x среды x года" на урожайность в условиях водного дефицита и оптимального орошения трех сортов питомников разного происхождения (G x E x Y)

Вариационный ряд	№	Оптимальное орошение	%	Водный дефицит	%
	(Df)	(irrigated plot SS)		(rainfed plot SS)	
	n-1	mean sum of squares		mean sum of squares	
Fawwon SA	30				
Генотип (Genotype)	29	610531,9	21,64%	651044,9	24,31%
Год (Year)	2	1323968	46,93%	1009772	37,70%
Генотип x год (G x Y)	58	886425	31,42%	1017782	38,00%
Total (Adjusted)	89	2820925		2678600	
Стородавние сорта	12				
Генотип (Genotype)	11	411122,9	60,00%	366264,3	64,00%
Год (Year)	2	52667,82	8,00%	58833,15	10,00%
Генотип x год (G x Y)	22	216668,5	32,00%	151101,8	26,00%
Total (Adjusted)	35	680459,2		576199,3	
Районированные сорта					
Генотип (Genotype)	27	459248,5	20%	646050	23%
Год (Year)	2	1068102	47%	1459307	52%
Генотип x йил (G x Y)	54	756499	33%	723333,1	26%
Total (Adjusted)	83	2283849		2828690	
* Term significant at alpha = 0,05					

В четвертой главе диссертации "Ассоциация устойчивости пшеницы к засухе с помощью микросателлитных маркеров" проведен анализ ПЦР 15 микросателлитов, ассоциированных с устойчивостью к засухе и 10 микросателлитных маркеров, ассоциированных с урожайностью генотипов различного географического происхождения, а также проведен анализ in silico ПЦР и AUGUSTUS генома регионов ДНК маркеров устойчивости к засухе.

В первом разделе данной главы представлены результаты проведенных исследований по отбору микросателлитных маркеров и образцов засухоустойчивых и неустойчивых растений. По результатам ПЦР-анализа среди 10 маркеров, ассоциированных с засухоустойчивостью, выявлен высокий уровень генетической привязанности (ассоциации) ДНК-маркера Xwmc11.

На основании этого было установлено, что из 28 сортообразцов, отобранных из трех питомников, 190 пар аллелей оснований, генетически связанных с устойчивостью, были гомозиготными в геноме 5 образцов пшеницы (2-FAWWON58, 3-FAWWON59, 4-FAWWON76, 7-FAWWON74, 30-Nota), в 11 образцах пшеницы (6-FAWWON80, 8-FAWWON66, 11-FAWWON69, 14-Красная а также в геноме 10 образцов (1-FAWWON58, 9-FAWWON68, 21-Санзар, 22-Кизил бугдой (С/Б/К), 25-Интенсивная, 28-Корасноводопадская-210, 33-Табора, 40-Гром, 42-Краснодарская-99, 47-Васса) аллель устойчивости (190 ж.а.) не обнаружена. В результате ПЦР-анализа гетерозиготное состояние, обнаруженное в генетически связанной четной основе (с.а.), выражает среднюю устойчивость этого генотипа, а гомозиготное состояние - сильную устойчивость (рис.5).

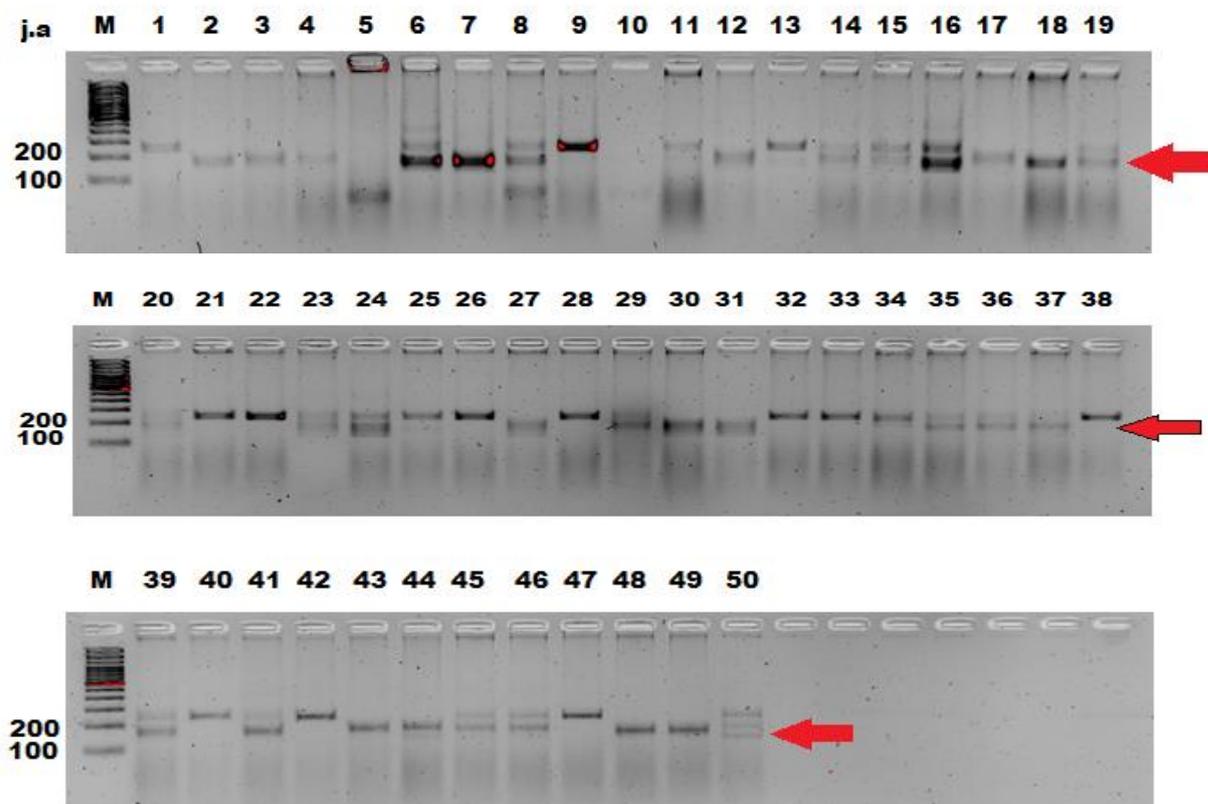


Рис. 5. ПЦР-скрининг 50 образцов устойчивой и неустойчивой пшеницы ДНК-маркерами Xwmc11, генетически связанных с засухоустойчивостью. М - маркер молекулярного веса (д.р. - парное основание);

С целью оценки эффективности ДНК-маркера Xwmc11, генетически связанного с засухоустойчивостью, с помощью однофакторного анализа ANOVA (one way) сравнивали индекс стрессоустойчивости (СТИ) генотипов с наличием аллеля резистентности и отсутствующих генотипов. Соответственно, у сортов с аллелем устойчивости (190 п.о) среднее значение индекса стрессоустойчивости составило 1,15. Это показывает, что эти сорта относительно устойчивы. Среднее значение индекса стрессоустойчивости

генотипов, не имеющих аллеля стрессоустойчивости, составляет 0,44, что свидетельствует о том, что эти генотипы не устойчивы к стрессу.

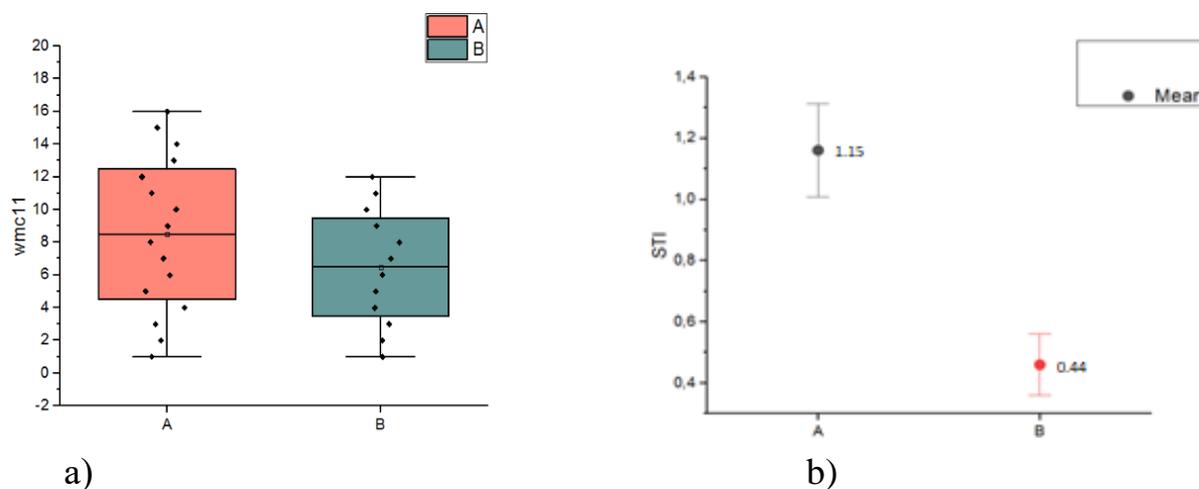


Рис.6. Анализ эффекта ДНК маркеров устойчивости к стрессу водного дефицита (one-way ANOVA); а) устойчивые и неустойчивые генотипы по ДНК маркеру wmc11, б) индекс стрессоустойчивости (СТИ) устойчивые и неустойчивые генотипы. А - генотипы с аллелями; Б - аллельные генотипы;

Соответственно, у сортов с аллелем устойчивости (190 п.о) среднее значение индекса стрессоустойчивости составило 1,15. Это показывает, что эти сорта относительно устойчивы. Среднее значение индекса стрессоустойчивости генотипов, не имеющих аллеля стрессоустойчивости, составляет 0,44, что свидетельствует о том, что эти генотипы не устойчивы к стрессу (рис.6).

Во втором разделе данной главы приведены данные по филогенетические связям 28 образцов пшеницы, являющихся объектами исследования, с использованием дендрограммы иерархической кластеризации данных программы статистического анализа OriginPro 2021 на основе аллельных полиморфизмов 10 ДНК-маркеров, генетически связанных с признаками засухоустойчивости.

По данным иерархического кластерного анализа 28 образцов пшеницы были разделены на 2 основных класса: А и В (рис.7). Класс А, включающий 9 генотипов, в основном устойчивых к засухе, был разделен на два подкласса. В первый подкласс вошли сорта 1-FAWWON58, 15-Sanzar и 25-Krasnodar-99. Ко второму классу относятся сорта 5-FAWWON60,16,19,20,27,9,24. Класс В, в который в основном вошли 17 генотипов с умеренной и сильной засухоустойчивостью, был разделен на четыре подкласса. Первый подкласс включал генотипы 2-,28,10,22,4,13, второй подкласс 2,26,18, третий подкласс 3- FAWWON59,12,23,17,21,8-FAWWON66,14, а четвертый подкласс включал генотипы 7- FAWWON74 и 11- FAWWON69. По результатам иерархического кластерного анализа вариации результаты вариационного деления

генотипов по устойчивости свидетельствуют о надежности выбранных SSR-маркеров.

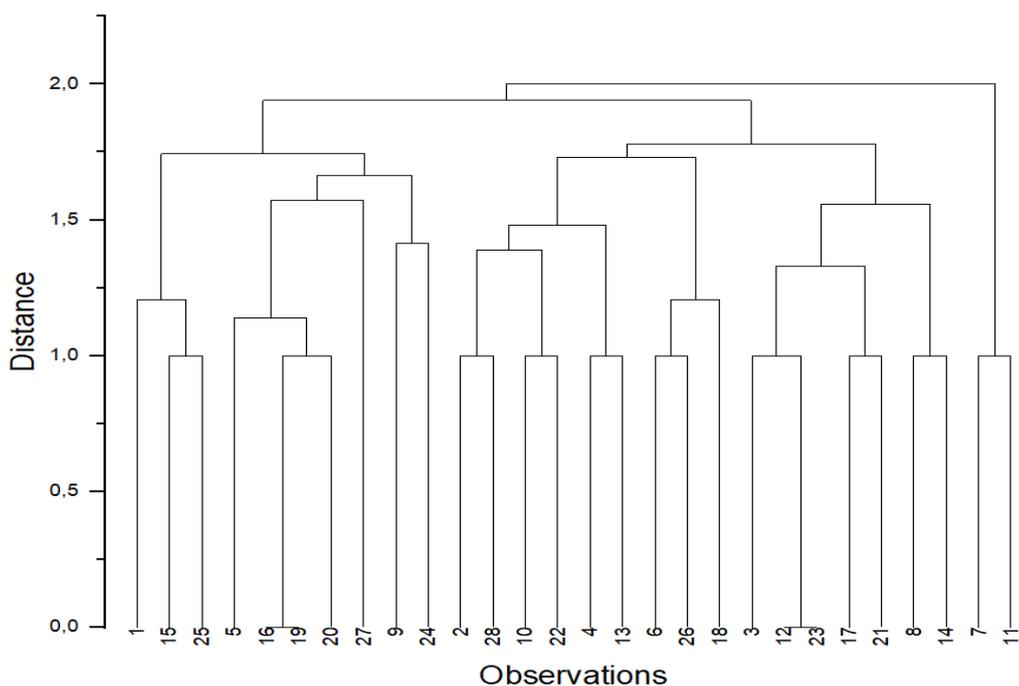


Рис. 7. Кластерный анализ на основе полиморфизма ДНК-маркеров, генетически связанных с устойчивостью к засухе, в 28 образцах мягкой пшеницы.

В третьем разделе этой главы описывается анализ *in silico* ПЦР геномных участков ДНК-маркеров устойчивости к засухе и идентификация генов-кандидатов. Представлены исследования, проведенные по данной теме. Для определения виртуальной длины ампликона, связанной с устойчивостью к засухе, из базы данных NCBI использовался анализ праймеров Xwmc11, Xgwm99 и Xgwm337 методом ПЦР *in silico* (рис-8).

Triticum aestivum subsp. tibeticum isolate Zang1817 chromosome 3D, whole genome shotgun sequence

Sequence ID: [JACSI010000009.1](#) Length: 614201292 Number of Matches: 2

Range 1: 5424661 to 5424683 [GenBank](#) [Graphics](#)

[▼ Next Match](#) [▲ Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
42.8 bits(46)	0.76	23/23(100%)	0/23(0%)	Plus/Minus

```

Query 34      TCAACATATATAACGGCTGGGTG 56
              |||
Sbjct 5424683 TCAACATATATAACGGCTGGGTG 5424661
    
```

Range 2: 5424882 to 5424904 [GenBank](#) [Graphics](#)

[▼ Next Match](#) [▲ Previous Match](#) [▲ First Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
38.3 bits(41)	32	22/23(96%)	0/23(0%)	Plus/Minus

```

Query 1      TTGTGATCCTGGTTGTGTTGTA 23
              |||
Sbjct 5424904 TTGTGATCCTGGTTGTGTTGTA 5424882
    
```

8-рисунок. Длина виртуального ампликона Xwmc11 праймера с помощью *in silico* ПЦР.

Этот анализ показал расположение сегментов ДНК в 3D-хромосоме древнего местного сорта пшеницы "Zang1817" из гор Тибета горах Тибета в соответствии с праймерами F и R, а длина виртуального ампликона Xwmc11 (между нуклеотидами 5424683 и 5424882 (включая эти нуклеотиды) 3D-хромосомы) составляет $5424882 - 5424683 = 199$ bp.

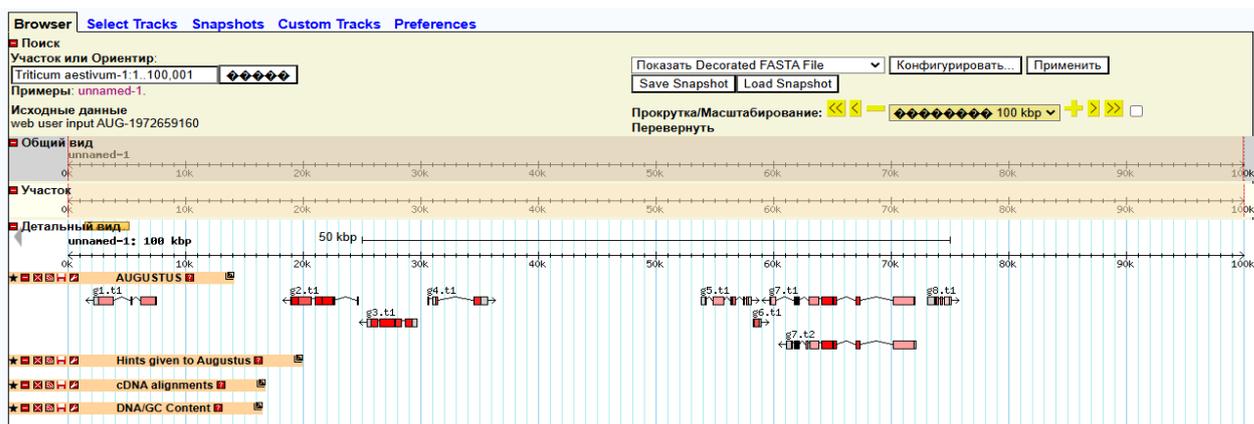


Рисунок 9. Локализация генов-кандидатов в прилегающей области 100kb генома вокруг маркера Xwmc11 в программе AUGUSTUS.

В программе AUGUSTUS определены нуклеотидные последовательности генов в 100kb подгеномной зоне вокруг маркеров Xwmc11, Xgwm99 и xgwm337 нуклеотидные последовательности белков, кодируемых данными генами (рис.9).

ВЫВОДЫ

На основе результатов проведенных научных исследований по теме диссертационной работы (PhD) "Генетические основы засухоустойчивости мягкой пшеницы условиях Узбекистана" представлены следующие выводы:

1. Установлено, что у сортов мягкой пшеницы факультативного типа, устойчивых к водному дефициту, урожайность имеет умеренно отрицательную связь с периодом колошения и полного созревания, а с периодом наполнения зерна низкую положительную связь, у осенних сортов, не устойчивых к водному дефициту, урожайность имеет низкую отрицательную связь с периодом налива и полного созревания зерна.
2. Изменчивость урожайности зерна в условиях дефицита воды среди генотипов в питомнике факультативного типа FAWWON-SA стародавних местных сортов пшеницы наблюдалось снижение урожайности до 42% у устойчивых и озимых сортов пшеницы.

3. Многофакторный дисперсионный анализ показал, что формирование урожайности зерна в условиях дефицита воды в питомниках стародавних местных сортов на 64% зависит от генотипа, а у сортов озимой пшеницы наблюдается высокая изменчивость данного признака в течение многих лет 52,2%, что указывает на чувствительность сортов к факторам внешней среды.
4. С помощью микросателлитных маркеров засуха устойчивости пшеницы к выявлялн мономорфизм у 5 из 15 пар SSR маркеров (Xgwm603, Xgwm108, Xgwm484, Xwmc89 и Xwmc118) и полиморфизм у 10. Из 10 пар SSR-маркеров, ассоциированных с урожайностью, 4 (Xbarc121, Xbarc44, Xbarc105 и Xwmc11) проявили мономорфность и 6 - полиморфность.
5. По результатам ПЦР-анализа среди 10 полиморфных маркеров, ассоциированных с устойчивостью к засухе, выявлена высокая степень генетической связи (ассоциации) ДНК маркеров Xwmc11 190 п.о. Xgwm99 (105 п.о.), Xgwm337 (180 п.о).
6. С целью оценки эффективности ДНК-маркера Xwmc11, генетически связанного со стрессом водного дефицита, было доказано, что среднее значение индекса стрессоустойчивости (STI) у генотипов с аллелем резистентности (190 п.о) составляет 1.15, а у генотипов без аллеля резистентности - 0.44, что доказывает эффективность маркера.
7. При определении длины виртуальных ампликонов из базы данных x NCBI с помощью In silico ПЦР анализа праймеров Xwmc11, Xgwm99 и Xgwm337 в программе AUGUSTUS была определена нуклеотидная последовательность генов, связанных с засухоустойчивостью в около геномной зоне 100kb маркера Xwmc11 и аминокислотная последовательность белков, кодируемых этими генами.

**SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING SCIENTIFIC DEGREES TO
DSc.02/30.12.2019.B.53.01 AT THE INSTITUTE OF GENETICS AND
PLANT EXPERIMENTAL BIOLOGY**

INSTITUTE OF GENETICS AND PLANT EXPERIMENTAL BIOLOGY

ADILOVA SHOKHISTA SHUHRAT QIZI

**GENETIC BASIS OF DROUGHT RESISTANCE IN BREAD WHEAT
UNDER UZBEKISTAN'S CONDITIONS**

03.00.09-general genetics

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY
(PhD) OF BIOLOGICAL SCIENCES**

Tashkent-2025

The title of the doctoral (PhD) dissertation has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration number **B2019.2.PhD/B334**.

The dissertation work was done at the at the Institute Genetics and Experimental Plant Biology. The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.genetika.uz) and on the website of "ZiyoNet" information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Morgunov Aleksey Ivanovich
PhD in Agricultural Sciences

Official opponents:

Ubaydullayeva Xurshida Abdullayevna
Doctor of biological sciences

Djabborov Ibrohim Shodmanovich
Doctor of biological sciences, professor

Leading organization:

Plant genetic resources research institute

The defense of the dissertation will take place on «__» _____2025 at__ at the meeting of the Scientific Council at the DSc.02/30.12.2019.B.53.01 at the Institute of Genetics and Experimental Plant Biology (Address: 111208, Tashkent region, Kibray district, Yukori-yuz Conference hall of the Institute of Genetics and Plant Experimental Biology. Phone: (+99871) 264-23-90; fax: (+99871) 264-23-90, E-mail: igebr_anruz@mail.ru

Dissertation is registered in Information Resource Center of the Institute of Genetics and Experimental Plant Biology (with registered under No. ____ where can be familiarized in the Information Resource Center. Address: 111208, Tashkent region, Kibray district, Yukori-Yuz settlement. Phone: (+99871) 264-23-90.

The abstract of the dissertation sent out on "____" _____ 2025.

Protocol at the register No. ____ dated "____" _____ 2025.

A.A. Narimanov

Chairman of Scientific council on award of scientific degrees, Doctor of Agricultural sciences, professor

I.Dj. Kurbanbaev

Acting Scientific secretary of scientific council on award of scientific degrees, Doctor of biological sciences, professor

Kahharov I.T.

Chairman of Scientific seminar at Scientific council on award of scientific degrees, Doctor of agricultural science, professor

Introduction (abstract of PhD thesis)

The aim of research work. Phenotyping of local wheat landraces grown in the republic and cultivated since ancient times for drought resistance indicators, as well as molecular genetic genotyping of these genes.

The object of the research is 25th FAWWON-SA (optional winter wheat adapted to arid conditions) from the world wheat collection, wheat varieties zoned in the republic and ancient local varieties of wheat.

The scientific novelty of the research results:

for the first time, samples from the world wheat collection and ancient local wheat varieties were phenotyped based on yield indicators in conditions of water scarcity;

samples with high and stable yields were selected from FAWWON SA and ancient local wheat varieties under water deficit and optimal conditions;

it has been established that the formation of grain yield in the nursery of ancient local varieties under conditions of water scarcity is 64% dependent on the genotype, which is due to the high genotypic dispersion of these varieties and their resistance to various natural climate changes;

according to the results of PCR analysis, among 10 polymorphic markers associated with drought tolerance, a high level of genetic association was found for DNA markers Xwmc11 (190 bp), Xgwm99 (105 bp) and Xgwm337 (180 bp);

using in silico PCR analysis, the nucleotide sequences of genes associated with drought tolerance in the genomic flanking region of the selected DNA markers and the amino acid sequences of the proteins encoded by these genes were determined.

Implementation of research results. Based on the study of the genetic basis of soft wheat drought tolerance in Uzbekistan:

DNA markers genetically linked to resistance to water stress of ancient local wheat varieties obtained because of research were used in the applied project "Creation of wheat varieties resistant to biotic and abiotic factors using digital phenomic modeling technologies" (Reference No. 4/1255-2222 of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan dated October 7, 2024). As a result, wheat lines containing homozygous and heterozygous resistance allele (190 bp) of Xgwm484 marker in their genome had significantly higher indices of 1000 grain weight and yield than non-segregated lines, which made it possible to select samples resistant to drought and high temperatures.

References were obtained in 3 foreign scientific articles on "Multivariate Cluster and Principle Component Analyses of Selected Yield Traits in Uzbek Bread Wheat Cultivars," which have a high impact factor (AGBIR.2024 <https://www.researchgate.net/publication/380170182//Plants.2024>;

<https://www.researchgate.net/publication/379189816//biotech.org/10.3390/biotech11030032>). 2022, <https://doi.org/10.33903>. As a result, genotypes selected on the basis of component and cluster analysis will be used in the future to develop high-yielding varieties resistant to water deficit conditions.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 100 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI

Список опубликованных работ

List of published works

I bo'lim (I часть; I part)

1. Adilova Sh.Sh., Qulmamatova D.E., Baboev.S.S., Bozorov T.A., Morgunov.A.I. // Multivariate Cluster and Principle Component Analyses of Selected Yield Traits in Uzbek Bread Wheat Cultivars // American Journal of Plant Sciences. 2020, Vol.11 No.06, - P.903-912.
2. Adilova Sh.Sh., Bakhodirov U.Sh., Baboeva.S.S.//Optimization of extraction DNA from cereal aphid/EPRA International Journal of Research and Development (IJRD). 2020, Volume: 5 | Issue: 2 | February 2020.
3. Адилова Ш.Ш., Бабоев С.К., Моргунов А.И. // Статистическая оценка коллекционного питомника 25th FAWWON-SA// O'zbekiston fanlar akademiyasi ma'ruzalari, 2019, 4 son, - Б.72– 77.
4. Бабоев С.К., Кулмаматова Д.Э., Бабоева С.С., Адилова Ш.Ш., Тохирбоева.Д.У. Буғдой навларини курғоқчиликка бардошлилик индекси ва ҳосил барқарорлиги бўйича баҳолаш // Paxtachilik va donchilik ilmiy-amaliy jurnal. 2022, №1(5). – Б. 48-53.
5. Адилова Ш.Ш., Бабоев С.К // Курғоқчилик шароитида кузги буғдойнинг ҳосилдорлик белгиларининг ўзаро боғлиқлиги// Хоразм Маъмун академияси Ахборотномаси. 2023, 3(1), - Б.141-145.
6. Адилова Ш.Ш., Кулмаматова Д.Э., Бабоева С.С., Усманов Р., Бузуруков С.С., Камилова З.Ш., Бабоев С.К. Генотипирование стародавних местных сортов пшеница Узбекистана микросателлитными маркерами//International scientific journal "modern biology and genetics" 2024, №4 (10), - С.46-56.

II bo'lim (II часть; II part)

7. Адилова Ш.Ш.//Оценка генетического разнообразия мягкой пшеницы в условиях засухи с использованием SSR-маркером в условиях Узбекистана.// Материалы сборника конф. в Международном научном журнале «Endless Light in Science». 2025, 14(378).
8. Adilova Sh.Sh., Baboev S.K //Comparative study of polymorphism in local wheat landraces in Uzbekistan using SSR-markers// Сборник статей XII International Multidisciplinary Conference “Recent Scientific investigation”, Москва. Изд. Internauka. 14.04.2025.
9. Адилова Ш.Ш., Бабоев С.К. Изучение количества зародышевых корней на засухоустойчивость районированных сортов мягкой

пшеницы Узбекистана// Современные проблемы генетики, геномики и биотехнологии. Республиканская научная конф. Геномика ва биоинформатика маркази, Тошкент, 16 май 2019, - Б. 183-184.

10. Адилова Ш.Ш., Бабоев С.К. Сув танқислиги ва оптимал шароитлардаги хосилдорликка «генотип х мухит х йил» нинг таъсири (g x e x y) // Глобал иқлим ўзгаришлари ва озиқ овқат хавфсизлигида ўсимликлар генетик ресурсларнинг роли. Тошкент. Усимлик генетик ресурслари ИТИ, халқаро илмий конф. Ноябрь 2024, - Б.440-442.