

Bilim
Innovatsiya
Barqaror rivojlanish

Oktabr
№10, 2026

AGROBIZNES, FAN VA TEXNOLOGIYALAR

ILMIY-AMALIY
ELEKTRON
JURNALI

Агробизнес, наука и технологии

Agribusiness, science and technology



№ 083688



ISSN:
3060-5245



Toshkent-2026



Platform & workflow by
OJS / PKP

BOSH MUHARRIR

Oblomuradov Narzullo Naimovich – i.f.d. (DSc), professor.

Bosh muharrir o'rinbosarlari:

Islamov Soxib Yaxshibekovich – q.x.f.d. (DSc), professor.

Sultonov Kamoliddin Sadriddinovich – q.x.f.d. (DSc), professor.

Farmonov To'liqin Xayitmurodovich – i.f.d. (DSc), professor.

Muharrir:

Beglayev Uchqun Xurramovich – i.f.f.d. (PhD), dotsent.

Tahrir hay'atining xalqaro a'zolari:

Kusainov Xalel Xaymullayevich – i.f.d. professor (Qozog'iston davlat texnologiya universiteti)

Vilija Aleknevičienė – i.f.d. professor (Universitet Vitovta Velikogo)

Gilbert Ludwig – professor, (Jamk University of Applied Sciences)

Bobojonov Ixtiyor Baxtiyorovich – i.f.d. professor (Germaniyaning Leybnits nomidagi Markaziy Osiyoda qishloq xo'jaligini rivojlantirish instituti (IAMO))

Daiva Makutenene – professor, (Vitautes Magnus universiteti, Litva)

Xaitboyeva Nargiza Alikulovna – i.f.d. dotsent (Tojikiston davlat huquq, biznes va siyosat universiteti)

Tahrir hay'ati:**08.00.00-Iqtisodiyot fanlari:**

Gulyamov Saidasror Saidaxmedovich – i.f.d. (DSc), professor;

Saidov Muxammad-Ali Xakimovich – i.f.d. (DSc), professor;

Rustamova Iroda Baxramjanovna – i.f.d. (DSc), professor;

Ochilov Ilhom Sayitqulovich – i.f.d. (DSc), professor;

Askarov Nazimjon Niyozovich – i.f.d. (DSc), professor;

Abdullayev Altinbek Yangibayevich – i.f.d. (DSc), professor;

Boltayev Abror Sayitmuradovich – i.f.d. (DSc), dotsent;

Abduvasikov Abduaziz Abdulazizovich – i.f.n. professor;

Mamadiyarov Dilshad Uralovich – i.f.n. dotsent;

Achilov Mashrab Ulug'bekovich – i.f.f.d. (PhD), dotsent;

Galimova Feryuza Rafikovna – i.f.n. dotsent;

Odilova Dilnozaxon Barnayevna – i.f.f.d. (PhD), dotsent;

Yangiboyev Dilshod G'ulomovich – i.f.f.d. (PhD);

Saidova Dildora Nurmatovna – i.f.n. dotsent;

Dexkanova Nilufar Sagdullayevna – i.f.f.d. (PhD), dotsent;

Roziqov Jahongir Mustaqim o'g'li – i.f.f.d. (PhD), dotsent;

Boltayev Nurali Shiramatovich – i.f.f.d. (PhD), dotsent;

Ibragimova Madina Ismoilovna – i.f.f.d. (PhD), dotsent;

Javlijev Nuriddin Bektemir o'g'li – i.f.f.d. (PhD).

06.00.00-Qishloq xo'jaligi fanlari:

Shokirov Alisher Djuraboyevich – q.x.f.d. (DSc), professor;

Mardanov Husniddin Xolbozorovich – q.x.f.d. (DSc);

Abdiyev Fozil Rashidovich – q.x.f.d. (DSc);

Sattorov Maqsud Axtamovich – q.x.f.d. (DSc);

Yuldashov Nurbek Ergashovich – v.f.d. (DSc);

Xalmirzayev Dilmurad Kamilovich – q.x.f.d. (DSc), dotsent;

Namazov Ixtiyor Choriyevich – q.x.f.d. (DSc), professor;

Xudayqulov Jonibek Bozarovich – q.x.f.d. (DSc), professor;

Eshonqulov Jamoliddin Saporboy o'g'li – q.x.f.d. (DSc), professor;

Abdullayev Anvar Kodirullayevich – b.f.n., katta ilmiy xodim;

Atabayev Ma'ruf Maxmudovich – q.x.f.n. professor;

Safarov Asqar Asadullayevich – q.x.f.f.d. (PhD), dotsent;

Mustafakulov Davron Mamatqulovich – q.x.f.f.d. (PhD), dotsent;

Kasimov Botir Sadriddinovich – q.x.f.f.d. (PhD);

Akramov Umidilla Ikramdjanovich – q.x.f.n. dotsent;

Elboboyev Abdug'ani Shuxrat o'g'li – q.x.f.f.d. (PhD);

Muxammadov Yo'ldoshbek Akmal o'g'li – q.x.f.f.d. (PhD);

Maxmudova Shaxnoza Abdufattaxovna – q.x.f.f.d. (PhD), dotsent;

Idrisov Xusanjon Abdujabborovich – q.x.f.f.d. (PhD), dotsent.

MUASSIS

Toshkent davlat agrar
universiteti

ALOQA UCHUN MA'LUMOTLAR

Manzil: Toshkent viloyati, Qibray tumani, Universitet ko'chasi, 2-uy.

Jurnalning telegram manzili:

t.me/agrobiznes_elektronjurnal

E-mail: licht-1989@mail.ru

Jurnalning rasmiy sayti:

<https://www.agrobiznesjournal.uz>

Tel: +(998) 93 439 30 00

JURNALNING ILMIYLIGI:

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 30.11.2024-yildagi
№364/5-sonli qarori bilan
08.00.00-Iqtisodiyot fanlari
bo'yicha, 08.05.2025-yildagi
№370/5-sonli qarori bilan
06.00.00-Qishloq xo'jaligi fanlari
bo'yicha "Dissertatsiyalar asosiy
ilmiy natijalarini chop etish
tavsiya etilgan milliy ilmiy
nashrlar ro'yxati"ga kiritilgan.

Elektron nashr, 30-sahifa.
2026-yil, oktabr.





MUNDARIJA

KONSTANTIN IVANOVICH KURPAYANIDI

Green energy transition in Central Asia: capacity growth, technological diversification and system constraints.....11

TURSUNKULOVA GULCHIROY BURXONOVNA

Meva-sabzavotchilik korxonalarida biologik aktivlarni hisobga olishni xalqaro standartlar asosida takomillashtirish.....24

MO'MINOV ABDUVALI AKBARALIEVICH, DJO'RAEV MUQIMJON YAQUBJONOVICH

Tritikale seleksiyasida molekulyar markerlardan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi: QTL, SSR, SNP va KASP yondashuvlari asosida.....30





TRITIKALE SELEKSIYASIDA MOLEKULAR MARKERLARDAN FOYDALANISHNING IQTISODIY SAMARADORLIGI: QTL, SSR, SNP VA KASP YONDASHUVLARI ASOSIDA

MO'MINOV ABDUVALI AKBARALIEVICH

Don va dukkakli ekinlar ilmiy tadqiqot instituti katta ilmiy xodimi,
qishloq xo'jaligi fanlari doktori.

E-mail: abduvalimuminov@gmail.com

DJO'RAEV MUQIMJON YAQUBJONOVICH

Don va dukkakli ekinlar ilmiy tadqiqot instituti katta ilmiy xodimi,
qishloq xo'jaligi bo'yicha falsafa doktori., dotsent

E-mail: muqimjon83@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot tritikale seleksiyasida QTL, SSR, SNP va KASP molekulyar markerlaridan foydalanishning iqtisodiy samaradorligini baholashga bag'ishlangan. Tadqiqotda an'anaviy fenotipik seleksiya bilan molekulyar yondashuvlarning xarajatlari, seleksiya sikli davomiyligi, dala sinovlari hajmi va tanlash aniqligi qiyosiy tahlil qilinadi. Molekulyar markerlar genotipni erta aniqlash, istiqbolsiz materiallarni chiqarib tashlash va seleksiya jarayonini tezlashtirish imkonini beradi. QTL va SSR genetik xaritalashda, SNP genomik tahlilda, KASP esa maqsadli allellarni katta populyatsiyalarda tezkor aniqlashda samarali qo'llanadi. Natijada marker texnologiyalaridan foydalanish seleksiya xarajatlarini kamaytirish, siklni qisqartirish va genetik yutuqni oshirish imkonini beradi, biroq iqtisodiy samaradorlik marker ishonchliligi, genotiplash narxi va belgining irsiylanish darajasiga bog'liq.

Kalit so'zlar: tritikale, molekulyar marker, QTL, SSR, SNP, KASP, marker-assisted selection, seleksiya, iqtisodiy samaradorlik, genotiplash, genetik yutuq.

Аннотация. Данное исследование посвящено оценке экономической эффективности использования молекулярных маркеров QTL, SSR, SNP и KASP в селекции тритикале. Проведен сравнительный анализ затрат традиционной фенотипической селекции и молекулярных подходов, продолжительности селекционного цикла, объема полевых испытаний и точности отбора. Молекулярные маркеры позволяют на ранних этапах идентифицировать генотипы, исключать неперспективный материал и ускорять селекционный процесс. QTL и SSR эффективно применяются для генетического картирования, SNP — для геномного анализа, а KASP — для быстрого целевого выявления аллелей в крупных популяциях. Использование маркерных технологий способствует снижению затрат на селекцию, сокращению продолжительности селекционного цикла и повышению генетического прогресса. При этом экономическая эффективность зависит от надежности маркеров, стоимости генотипирования и уровня наследуемости признака.

Ключевые слова: тритикале, молекулярный маркер, QTL, SSR, SNP, KASP, маркер-ассоциированная селекция, селекция, экономическая эффективность, генотипирование, генетический прогресс.

Abstract. This study evaluates the economic efficiency of using QTL, SSR, SNP and KASP molecular markers in triticale breeding. A comparative analysis is conducted of the costs of conventional phenotypic selection and molecular approaches, the duration of the breeding cycle, the scale of field trials, and selection accuracy. Molecular markers enable early identification of genotypes, elimination of less promising materials, and acceleration of the breeding process. QTL and SSR are effectively used for genetic mapping, SNPs for genomic analysis, and KASP for rapid and targeted identification of alleles in large breeding populations. The use of marker technologies can reduce breeding costs, shorten the breeding cycle, and increase genetic gain. However, their economic efficiency depends on marker reliability, genotyping costs, and the heritability of the target trait.

Keywords: triticale, molecular marker, QTL, SSR, SNP, KASP, marker-assisted selection, breeding, economic efficiency, genotyping, genetic gain.





KIRISH

Zamonaviy o'simlik seleksiyasida molekulyar markerlardan foydalanish genetik jihatdan istiqbolli genotiplarni erta aniqlash, seleksiya aniqligini oshirish va yangi navlarni yaratish muddatini qisqartirish imkonini beruvchi muhim yondashuvlardan biridir [1]. Tritikale seleksiyasida hosildorlik, kasalliklarga va abiotik stresslarga chidamlilik kabi muhim belgilar bilan bog'liq QTL hududlarining aniqlanishi molekulyar markerlardan amaliy foydalanish imkoniyatlarini kengaytirmoqda [2].

Shu bilan birga, marker-assisted selection (MAS) texnologiyasini qo'llash genotiplash uchun qo'shimcha xarajatlarni talab qiladi. Shuning uchun molekulyar seleksiyaning samaradorligini faqat biologik yoki genetik natijalar bilan emas, balki seleksiya siklining davomiyligi, tajribalar hajmi, genotiplash xarajatlari va kutilayotgan genetik yutuq nuqtayi nazaridan ham baholash zarur [3]. Ayniqsa, markerlardan foydalanish samaradorligi belgining irsiylanish darajasi, markerning ishonchliligi va genotiplash qiymatiga bevosita bog'liq [3].

Mazkur tadqiqotning maqsadi tritikale seleksiyasida QTL, SSR, SNP va KASP molekulyar markerlaridan foydalanishning iqtisodiy samaradorligini baholash hamda ularning seleksiya jarayonini tezlashtirish, xarajatlarni optimallashtirish va genetik yutuqni oshirishdagi ahamiyatini aniqlashdan iborat.

Qishloq xo'jaligida yuqori mahsuldor, stresslarga chidamli va resurslardan samarali foydalanadigan navlarni yaratish oziq-ovqat xavfsizligi va agroiqtisodiy barqarorlikning muhim shartlaridan biridir. Iqlim o'zgarishi, suv resurslarining cheklanishi, tuproq unumdorligining pasayishi, o'simlik kasalliklarining geografik tarqalishi va ishlab chiqarish xarajatlarining oshishi seleksiya jarayonini yanada aniqroq va tezkor tashkil etishni talab qilmoqda. Shu nuqtayi nazardan, molekulyar genetika va genomika asosida seleksiya jarayonini takomillashtirish zamonaviy o'simlik seleksiyasining muhim yo'nalishlaridan biriga aylandi [4].

Tritikale — bug'doy va javdar genetik xususiyatlarini birlashtirgan sintetik don ekini bo'lib, ozuqa, don va biomassa ishlab chiqarishdagi imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Uning genetik tarkibi murakkab bo'lib, keng tarqalgan geksaploid shakllarda A, B va R genomlari mavjud. Aynan shu genomik murakkablik tritikale seleksiyasida foydali allellarni aniqlash, ularni turli genetik fonlarda kuzatish va seleksiya jarayoniga tezkor joriy qilishni murakkablashtiradi [5].

Tritikale bo'yicha genomik tadqiqotlarning rivojlanishi ushbu muammoni qisman bartaraf etmoqda. Xususan, genetik xaritalarda SSR, DArT va SNP markerlarining integratsiyasi tritikale genomidagi genetik variatsiyani yuqori aniqlikda tavsiflash imkonini berdi [6]. Keyingi tadqiqotlarda GBS asosida olingan SNP markerlari yordamida tritikale genotiplari o'rtasidagi genetik xilma-xillik, populyatsiya strukturasini va agronomik belgilar bilan bog'liq marker-trait assotsiatsiyalar aniqlangan [7].

Molekulyar markerlarning iqtisodiy ahamiyati shundaki, ular seleksiyaning barcha bosqichlarida bir xil vazifani bajarmaydi. Masalan, QTL tahlili belgining genetik arxitekturasini aniqlashga xizmat qilsa, SSR markerlar genetik xaritalash va genetik xilma-xillikni baholashda foydalanilishi mumkin. SNP markerlar katta





hajmdagi genomik ma'lumotlarni olish uchun qulay bo'lsa, KASP texnologiyasi avval aniqlangan muhim SNPlarni ko'plab namunalar bo'yicha maqsadli va yuqori o'tkazuvchanlikda tekshirish imkonini beradi [8].

Shu sababli molekulyar markerlarning iqtisodiy samaradorligini faqat bitta laboratoriya tahlilining narxi bilan baholash yetarli emas. Asosiy masala — bir seleksiya siklida sarflangan xarajat evaziga qancha qo'shimcha genetik yutuq, vaqt tejalishi va istiqbolli genotiplarni aniqlash imkoniyati olinishi. Marker-assisted selection bo'yicha tadqiqotlarda ham samaradorlik genotiplash narxi, fenotipik baholash xarajatlari, belgining irsiylanish darajasi va seleksiya populyatsiyasi hajmiga bog'liqligi ko'rsatilgan [9].

Tritikale seleksiyasida iqtisodiy samaradorlik masalasining yana bir muhim jihati — kasalliklarga chidamlilikdir. Masalan, tritikale uchun unshudringga chidamlilik bo'yicha yuqori zichlikdagi genetik xaritalar yaratilgan va bir necha QTL hududlari aniqlangan. Bunday markerlar kelajakda chidamli genotiplarni dastlabki avlodlardan oq tanlash uchun ishlatilishi mumkin [10]. Fusarium boshog'i kasalligiga chidamlilik bo'yicha ham SNP asosidagi yuqori zichlikdagi xaritalash natijasida bir nechta yirik va kichik ta'sirli QTLlar aniqlangan [11].

Demak, muammoning mohiyati faqat "molekulyar markerlardan foydalanish kerakmi?" degan savolda emas. Asosiy ilmiy-iqtisodiy masala — qaysi marker texnologiyasini, qaysi seleksiya bosqichida va qaysi belgi uchun qo'llash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq?

Mazkur maqolaning maqsadi tritikale seleksiyasida QTL, SSR, SNP va KASP yondashuvlarining ilmiy imkoniyatlarini hamda ularning seleksiya xarajatlari, vaqt sarfi, tanlash aniqligi va genetik yutuqqa ta'siri nuqtayi nazaridan iqtisodiy samaradorligini tizimli baholashdan iborat.

ADABIYOTLAR SHARHI

Tritikale seleksiyasining o'ziga xosligi uning bug'doy va javdardan kelib chiqqan murakkab genomik tuzilmasi bilan belgilanadi. Shu sababli ushbu ekinda genetik xaritalash, marker-trait assotsiatsiyalarini aniqlash va foydali allellarni seleksiya dasturlariga kiritish bug'doy yoki javdar bilan taqqoslaganda alohida metodologik yondashuvni talab qiladi [5].

So'nggi yillarda tritikale genomik resurslari sezilarli darajada kengaydi. GBS texnologiyasi yordamida 289 ta tritikale genotipida 16 378 ta SNP marker aniqlangan. Ushbu markerlarning muayyan qismi bug'doy va javdar referens genomlariga joylashtirilgan bo'lib, natijalar tritikale populyatsiyasining genetik strukturasi va genomik seleksiya uchun marker zichligini oshirish imkoniyatini ko'rsatgan [12].

Boshqa tadqiqotda 199 ta tritikale namunasi GBS asosida genotiplashtirilib, 153 ta geksaploid genotipda GWAS tahlili o'tkazilgan va 253 ta statistik jihatdan muhim marker-trait assotsiatsiya aniqlangan. Shulardan 21 tasi ikki muhitda qayta aniqlangan. Bu natija markerlarning muhitlararo barqarorligi iqtisodiy jihatdan muhim ekanini ko'rsatadi, chunki faqat bir muhitda aniqlangan marker asosida seleksiya qilish xato tanlash xavfini oshirishi mumkin [7].





Tritikale genetik xaritalarida SSR, DArT va SNP markerlarining birgalikda qo'llanilishi genomni yuqori zichlikda qamrab olish imkonini berdi. "Hewo × Magnat" populyatsiyasida SSR va DArT markerlari asosida tuzilgan xaritalar keyingi QTL tadqiqotlari uchun muhim platforma vazifasini bajargan [6].

Bunday tadqiqotlar molekulyar markerlarning iqtisodiy samaradorligi ikki bosqichda yuzaga kelishini ko'rsatadi: birinchisi — genetik axborotni yaratish; ikkinchisi — yaratilgan axborotni amaliy seleksiya jarayoniga aylantirish. Birinchi bosqichda xaritalash va sekvenslash xarajatlari yuqori bo'lishi mumkin, ikkinchi bosqichda esa maqsadli markerlarni arzonroq genotiplash texnologiyasi orqali ko'plab namunalar bo'yicha tekshirish imkoniyati paydo bo'ladi [13].

QTL yondashuvining seleksiyadagi o'rni.

QTL — miqdoriy belgining fenotipik variatsiyasiga ta'sir qiluvchi genom hududi bo'lib, uni aniqlash marker-assisted selectionning dastlabki bosqichlaridan biridir. Tritikaleda QTLlar hosildorlik, ming dona don vazni, kasalliklarga chidamlilik, sovuqqa va qurg'oqchilikka chidamlilik, o'simlik bo'yi hamda boshqa belgilar uchun aniqlangan [14].

Tritikale bo'yicha genom hududlarining sharh tadqiqotlari 4R, 5R va 6R xromosomalari atrofida bir nechta muhim QTLlarning takroran uchrashini ko'rsatadi. Bu hududlarning turli stresslarga javob beruvchi belgilar bilan bog'liqligi markerlar asosida seleksiya uchun istiqbolli yo'nalishlarni shakllantiradi [14].

Kasalliklarga chidamlilik QTLlarining amaliy ahamiyati ayniqsa yuqori. Unshudringga chidamlilik bo'yicha uch yillik va uch hududli dala kuzatuvlari asosida 23 ta QTL aniqlangan. Ularning ayrimlari 4R, 5R va 6R kabi javdar xromosomalari joylashgan [10].

Fusarium boshog'i kasalligiga chidamlilik bo'yicha esa SNP markerlar asosida 17 ta yirik QTL aniqlangan. Ayrim QTLlar kasallikning bir nechta ko'rsatkichlari bilan bir vaqtda bog'langan [11]. Bunday QTLlar amaliy seleksiya uchun yuqori qiymatga ega bo'lishi mumkin, chunki bitta marker yoki marker paneli orqali bir nechta bog'liq fenotipik belgilarni nazorat qilish imkoniyati paydo bo'ladi.

Shu bilan birga, QTLlarning iqtisodiy qiymatini baholashda ehtiyotkorlik zarur. QTL effekti genetik fon va muhitga qarab o'zgarishi mumkin. Murakkab belgilar uchun ko'plab kichik ta'sirli QTLlarning mavjudligi marker-assisted selection samaradorligini pasaytirishi mumkin [15].

Masalan, tritikaledagi don hosildorligi va oqsil miqdorini bir vaqtda yaxshilash bo'yicha tadqiqotda bir qator pleiotropik QTLlar aniqlangan va ayrim QTLlarda hosildorlikni oshiruvchi allel oqsil miqdorini pasaytiruvchi ta'sirga ega bo'lgan. Bu holat marker yordamida faqat bitta belgini tanlash yetarli emasligini ko'rsatadi [15].

SSR markerlarning iqtisodiy ahamiyati.

SSR yoki mikrosatellit markerlar qisqa takroriy DNK ketma-ketliklariga asoslangan kodominant markerlar bo'lib, o'simlik genetikasi va seleksiyasida uzoq vaqt davomida keng qo'llanib kelgan. Ularning muhim xususiyatlari





polimorfizm darajasining yuqoriligi, kodominant irsiylanishi va genetik xilma-xillikni aniqlash imkoniyatidir [16].

Tritikaleda SSR markerlardan genetik xaritalar yaratish, genotiplarni identifikatsiya qilish va populyatsiyalar o'rtasidagi genetik masofani baholashda foydalanilgan. Masalan, "Hewo × Magnat" populyatsiyasida SSR markerlari DArT markerlari bilan birgalikda genetik xaritalashda ishlatilgan [6].

SSRning iqtisodiy ustunligi uning texnologik soddaligidan kelib chiqadi. Agar seleksiya dasturida laboratoriya infratuzilmasi cheklangan bo'lsa, SSR mavjud uskunalar bilan bajarilishi mumkin. Biroq katta hajmdagi genotiplashda gel elektroforezi, qo'lda skoring va har bir marker uchun alohida PCR reaksiyalari mehnat sarfini oshiradi.

Shu sababli SSR texnologiyasi markerlarni kashf etish va genetik xilma-xillikni baholash bosqichida foydali bo'lsa-da, minglab namunalarni muntazam skrining qilishda SNP yoki KASP kabi yuqori o'tkazuvchan texnologiyalar iqtisodiy jihatdan afzal bo'lishi mumkin [17].

SNP markerlar va genomik seleksiya.

SNP — genomdagi bitta nukleotidning variatsiyasi bo'lib, zamonaviy genomik seleksiyaning asosiy markerlaridan biridir. SNP markerlarning asosiy afzalligi yuqori zichlikda mavjudligi, avtomatlashtirishga mosligi va katta hajmdagi genetik ma'lumotlarni olish imkoniyatidir [18].

Tritikale bo'yicha GBS tadqiqotlarida minglab SNP markerlar olinishi ushbu texnologiyaning genetik tahlildagi salohiyatini ko'rsatadi. 289 ta genotip bo'yicha tadqiqotda 16 378 ta SNP aniqlangan va ularning bir qismi bug'doy va javdar referens genomlariga joylashtirilgan [12].

Bunday katta marker hajmi GWAS, genetik xilma-xillik, populyatsiya strukturasi va genomik seleksiya uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. Shu bilan birga, SNPning iqtisodiy samaradorligi laboratoriya bosqichidan ko'ra seleksiya qarorini tezlashtirish orqali namoyon bo'ladi.

Genomik seleksiya bo'yicha tritikale tadqiqotida 289 genotipdan foydalanilib, yem-xashak hosildorligi uchun turli genomik seleksiya modellari baholangan. Tadqiqotda markerlar sonining taxminan 2000 dan yuqoriga ko'payishi bilan aniqlikning oshishi ma'lum nuqtadan keyin sekinlashishi kuzatilgan va o'rtacha genomik seleksiya aniqligi taxminan 0,52 darajasida baholangan [12].

Bu natija iqtisodiy jihatdan muhim xulosani beradi: markerlar sonini cheksiz oshirish har doim ham iqtisodiy samaradorlikni oshirmaydi. Agar 2000 SNPdan keyin qo'shimcha markerlar aniqlikni juda kam oshirsa, ularni genotiplashga ketgan qo'shimcha xarajat kutilayotgan genetik yutuqdan yuqori bo'lishi mumkin.

KASP texnologiyasining iqtisodiy samaradorligi.

KASP — ma'lum SNP yoki kichik InDel variantini allelga xos PCR yordamida aniqlash imkonini beruvchi genotiplash platformasidir. Uning asosiy iqtisodiy afzalligi shundaki, genomni to'liq skanerlash o'rniga oldindan aniqlangan va seleksiya uchun muhim bo'lgan markerlarni katta miqdordagi namunalarda bo'yicha maqsadli aniqlash mumkin [19].





KASP texnologiyasi ayniqsa seleksiyaning amaliy bosqichida muhim. QTL yoki GWAS orqali muhim SNP aniqlangandan keyin uni KASP markeriga aylantirish seleksiya dasturida ushbu allelni muntazam tekshirish imkonini beradi. Shu ma'noda QTL/SNP va KASP bir-birining raqibi emas, balki ketma-ket ishlaydigan texnologiyalardir.

KASP bo'yicha 2024-yilgi sharhda ushbu texnologiyaning SNP genotiplash, QTL xaritalash, marker-assisted selection, germplazma tahlili va sifat nazoratidagi qo'llanilishi ko'rsatilgan [19].

Poliploid ekinlarda KASP markerlarini ishlab chiqish alohida muammoga ega. Bug'doyda QTL bilan bog'liq SNPlarni KASP markerlariga aylantirishda homeologik va paralogik ketma-ketliklarning o'xshashligi sababli markerning lokusga xosligini ta'minlash murakkab bo'lishi mumkin [20]. Tritikale ham murakkab poliploid genomga ega bo'lganligi sababli KASP markerlarini ishlab chiqishda ushbu metodologik muammo alohida hisobga olinishi kerak.

Shu sababli KASPning "arzon" yoki "samarali" ekanini faqat reagent narxi bilan baholash noto'g'ri. Markerning validatsiyasi, primer dizayni, lokusning o'ziga xosligi, genetik fonlar bo'yicha barqarorligi va fenotip bilan assotsiatsiyasining qayta tasdiqlanishi ham iqtisodiy samaradorlikka ta'sir qiladi [20].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqot tizimli ilmiy-tahliliy va iqtisodiy taqqoslash dizayniga asoslangan. Tadqiqotning obyekti — tritikale seleksiyasi, predmeti esa QTL, SSR, SNP va KASP marker texnologiyalarining seleksiya jarayonidagi iqtisodiy samaradorligidir.

Tahlilda molekulyar markerlarning iqtisodiy qiymati quyidagi komponentlar orqali baholanadi:

$$E = \Delta G / C$$

bu yerda:

E — iqtisodiy samaradorlik indeksi;

ΔG — qo'shimcha kutilayotgan genetik yutuq;

C — molekulyar seleksiya jarayonining umumiy xarajati.

Genetik yutuq esa umumiy holda quyidagi munosabat bilan ifodalanishi mumkin:

$$\Delta G = (i \cdot r \cdot \sigma A) / L$$

bu yerda:

i — seleksiya intensivligi;

r — tanlash aniqligi;

σA — additiv genetik standart og'ish;

L — seleksiya siklining davomiyligi.

Mazkur formuladan ko'rinadiki, molekulyar markerlarning iqtisodiy qiymati faqat aniqlikni oshirish bilan belgilanmaydi. Agar marker seleksiya siklini qisqartirsa, L kamayadi va bir birlik vaqtga to'g'ri keladigan genetik yutuq oshadi.





Tadqiqotda xarajatlar quyidagi guruhlarga ajratiladi: DNK ajratish xarajati; PCR yoki genotiplash xarajati; marker/primer xarajati; reagentlar; laboratoriya mehnati; ma'lumotlarni qayta ishlash; dala sinovlari; takroriy fenotiplash; seleksiya populyatsiyasini saqlash; seleksiya siklining vaqt qiymati.

Shuningdek, texnologiyalar kashfiyot bosqichi va amaliy skrining bosqichiga ajratiladi. QTL va yuqori zichlikdagi SNP/GBS asosan kashfiyot bosqichida, KASP esa maqsadli skrining bosqichida qo'llanishi mumkin.

1-jadval

Marker texnologiyalarining seleksiya jarayonidagi funksional farqlari

Texnologiya	Asosiy vazifa	Kuchli tomoni	Iqtisodiy qo'llanish bosqichi
QTL	Belgining genetik hududini aniqlash	Belgilar genetik arxitekturasini tushuntiradi	Tadqiqot va marker kashfiyoti
SSR	Genetik xaritalash va xilma-xillik	Polimorfizm va kodominantlik	Genetik tavsiflash
SNP	Yuqori zichlikdagi genotiplash	Katta genomik ma'lumot	GWAS va genomik seleksiya
KASP	Maqsadli SNP skriningi	Tezkor va yuqori hajmli skrining	Amaliy MAS

Manba: muallif ishlanmasi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Ushbu farqlar shuni ko'rsatadiki, texnologiyalarni "eng yaxshi" va "eng yomon" shaklida ajratish metodologik jihatdan to'g'ri emas. Ularning iqtisodiy qiymati seleksiya dasturidagi vazifasiga bog'liq.

Seleksiya xarajatlarini kamaytirish mexanizmi

Molekulyar markerlardan foydalanishning eng muhim iqtisodiy mexanizmlaridan biri — istiqbolsiz o'simliklarni erta bosqichda chiqarib tashlashdir. An'anaviy seleksiyada ko'plab genotiplar keyingi avlodlarga o'tkazilib, dala sharoitida sinovdan o'tkaziladi. Molekulyar marker yordamida esa maqsadli allelga ega bo'lmagan genotiplar dastlabki bosqichda chiqarib tashlanishi mumkin [1].

Bu holat uch xil xarajatni kamaytiradi: birinchidan, dala maydoni; ikkinchidan, mehnat; uchinchidan, ko'p yillik fenotipik baholash.

Masalan, kasallikka chidamlilikni faqat tabiiy infeksiya sharoitida baholash muhitga bog'liq. Marker yordamida esa o'simlikning genetik potentsiali dastlabki bosqichda baholanishi mumkin. Shunga qaramay, marker fenotipni to'liq almashtirmaydi; yakuniy seleksiya qarori uchun dala validatsiyasi zarur bo'lishi mumkin [21].

QTL yondashuvining iqtisodiy natijasi.

QTL xaritalashning asosiy iqtisodiy samarasi seleksionerga qaysi genom hududiga e'tibor qaratish kerakligini ko'rsatishdir. Masalan, tritikale kasalliklarga chidamliligi bo'yicha QTLlar bir necha xromosomalarda aniqlangan [10].

Agar QTL barqaror bo'lsa, uni marker orqali erta avlodlarda tanlash mumkin. Natijada keyingi dala sinovlariga yuboriladigan materiallar soni kamayadi.





Biroq QTLning iqtisodiy samaradorligi uning fenotipik variatsiyaning qancha qismini tushuntirishi bilan bog'liq. Kichik ta'sirli QTLlar ko'p bo'lgan murakkab belgilar uchun faqat bitta QTLga asoslangan MAS kutilgan natijani bermasligi mumkin [15].

SNPning iqtisodiy natijasi.

SNP texnologiyasi genetik ma'lumotlarning katta hajmini olish imkonini beradi. Tritikale bo'yicha GBS tadqiqotlarida minglab SNP markerlar aniqlangani ushbu texnologiyaning yuqori axborot sig'imini ko'rsatadi [12].

Biroq SNPning iqtisodiy samaradorligi "markerlar soni qancha ko'p bo'lsa, samaradorlik shuncha yuqori" degan oddiy tamoyilga asoslanmaydi.

Agar markerlar soni 2000 dan oshgandan keyin seleksiya aniqligi juda kam o'zgarsa, qo'shimcha genotiplash xarajati iqtisodiy jihatdan o'zini oqlamasligi mumkin. Tritikaleda genomik seleksiya bo'yicha tadqiqot aynan marker zichligi va aniqlik o'rtasidagi bunday chegaraviy samarani ko'rsatgan [12].

KASPning amaliy iqtisodiy qiymati.

KASP texnologiyasining iqtisodiy qiymati uning targeted genotyping imkoniyatida namoyon bo'ladi. Agar seleksiya dasturida 5–20 ta muhim SNP allaqachon aniqlangan bo'lsa, butun genomni qayta sekvenslash o'rniga faqat shu markerlarni KASP orqali tekshirish mumkin.

Shu sababli seleksiya texnologiyalarining optimal ketma-ketligini quyidagicha ifodalash mumkin:

Genetik populyatsiya → QTL/GWAS → SNP aniqlash → marker validatsiyasi → KASP konversiyasi → katta populyatsiyada skrining → dala validatsiyasi → nav nomzodi.

Bu yondashuvda dastlabki bosqichlarda yuqori axborotli, ammo qimmatroq texnologiyalar, keyingi bosqichlarda esa maqsadli va nisbatan tejamkor texnologiyalar qo'llanadi.

Tahlil natijalari molekulyar markerlarning iqtisodiy samaradorligini alohida texnologiya sifatida emas, balki integratsiyalashgan seleksiya tizimi sifatida baholash zarurligini ko'rsatadi.

QTL, SSR, SNP va KASP o'rtasida funksional ketma-ketlik mavjud. QTL seleksiya uchun muhim genom hududini aniqlashga yordam beradi. SSR ushbu hududlarni xaritalash va genetik xilma-xillikni baholashda foydali. SNP yuqori aniqlikdagi genetik variatsiyani aniqlash imkonini beradi. KASP esa tanlangan SNPlarni amaliy seleksiya populyatsiyasida tezkor aniqlash uchun qulay [19].

Bu texnologik zanjir iqtisodiy jihatdan ham mantiqiydir. Dastlabki bosqichda katta xarajat talab qiladigan genomik tadqiqot keyingi bosqichlarda kichikroq va maqsadli marker paneliga aylantiriladi. Natijada bitta markerga to'g'ri keladigan seleksiya qiymati kamayishi mumkin.

Molekulyar marker-assisted selectionning umumiy iqtisodiy samaradorligi avvalgi tadqiqotlarda ham fenotipik seleksiya xarajatlari bilan bog'langan. Markerlar ayniqsa fenotipik baholash qimmat, sekin yoki muhitga kuchli bog'liq bo'lgan belgilar uchun iqtisodiy jihatdan foydali bo'lishi mumkin [9].





Biroq barcha tritikale belgilari uchun bir xil yondashuvni qo'llash mumkin emas. Masalan, hosildorlik murakkab va ko'p genli belgi bo'lib, muhit ta'siri kuchli. Tritikale bo'yicha tadqiqotlarda hosildorlik uchun ko'plab kichik ta'sirli QTLlar aniqlangan [22]. Shuning uchun faqat bitta markerga asoslangan seleksiya yuqori aniqlikni ta'minlamasligi mumkin.

Aksincha, kasallikka chidamlilikning ayrim komponentlari yoki ma'lum major QTL bilan bog'langan belgilar marker-assisted selection uchun qulayroq bo'lishi mumkin. Masalan, Fusarium boshog'i kasalligiga chidamlilik bo'yicha bir nechta yirik QTLlar aniqlangan [11].

Shu sababli iqtisodiy samaradorlikni quyidagi tamoyil asosida baholash maqsadga muvofiq:

marker xarajati < tejangan fenotiplash xarajati + vaqt qiymati + qo'shimcha genetik yutuq qiymati.

Agar ushbu shart bajarilsa, molekulyar marker texnologiyasidan foydalanish iqtisodiy jihatdan asoslangan bo'ladi.

KASP texnologiyasi bu nuqtada alohida ahamiyatga ega. Zamonaviy marker tizimlari ichida KASP o'rta hajmdagi, maqsadli genotiplash uchun moslashuvchan platforma sifatida tavsiflanadi [19]. 2024-yilgi ilmiy sharhlarda KASPning katta miqdordagi o'simlik materiallarini genotiplash va marker-assisted selectionda qo'llanish imkoniyati qayd etilgan [19].

Ammo tritikale poliploid ekin bo'lganligi sababli marker lokusining o'ziga xosligini tekshirish muhim. Bug'doyda KASPGA SNP konversiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar homeologik ketma-ketliklar sababli avtomatik primer dizayni har doim ham yetarli emasligini ko'rsatgan [20]. Bu tajriba tritikale uchun ham metodologik ehtiyotkorlik zarurligini ko'rsatadi.

Yana bir muhim masala — markerning validatsiyasi. Ilmiy tadqiqotda aniqlangan marker avtomatik ravishda tijoriy seleksiya uchun tayyor marker hisoblanmaydi. Marker boshqa genetik fonlarda, turli muhitlarda va yetarli miqdordagi materiallarda tekshirilishi kerak. Aks holda markerning noto'g'ri musbat yoki noto'g'ri manfiy natijalari seleksiya xarajatlarini oshirishi mumkin [20].

Genomik seleksiya esa kelajakda marker-assisted selectionni yanada kengaytirishi mumkin. Tritikale bo'yicha GBS va genomik seleksiya tadqiqotlari markerlar yordamida yem-xashak hosildorligini prognozlash imkoniyatini ko'rsatgan [12].

Bunda asosiy iqtisodiy afzallik seleksiya siklini qisqartirishdan kelib chiqadi. Agar istiqbolli genotiplar dala sinovidan oldin genomik prognoz asosida saralansa, katta miqdordagi materialni ko'p yillik sinovlarga yuborish zarurati kamayadi.

Tritikale seleksiyasi uchun taklif etilayotgan iqtisodiy model.

Tritikale seleksiya dasturida molekulyar markerlarni qo'llashni uch bosqichga ajratish mumkin.

Birinchi bosqich — markerlarni kashf etish.





Bu bosqichda GBS, SNP genotiplash, GWAS, QTL mapping va genetik xaritalash qo'llanadi.

Ushbu bosqichning asosiy maqsadi qaysi marker qaysi foydali belgi bilan bog'liqligini aniqlashdir.

Ikkinchi bosqich — markerlarni validatsiya qilish

Aniqlangan markerlar turli genetik fonlar, seleksiya populyatsiyalari, geografik hududlar va muhitlar bo'yicha tekshiriladi.

Bu bosqichda iqtisodiy samaradorlikni oshirish uchun faqat barqaror markerlar tanlanadi.

Uchinchi bosqich — yuqori hajmli skrining.

Validatsiyadan o'tgan SNP markerlar KASP formatiga o'tkazilib, yuzlab yoki minglab seleksiya namunalarida tekshiriladi.

Shu tariqa qimmat genomik kashfiyot bosqichi bilan arzonroq maqsadli seleksiya bosqichi o'zaro bog'lanadi.

Iqtisodiy samaradorlikni baholash ko'rsatkichlari.

Tritikale seleksiya dasturida quyidagi indikatorlardan foydalanish taklif etiladi:

$$K_1 = (C_{\text{traditional}} - C_{\text{MAS}}) / C_{\text{traditional}} \times 100$$

Bu yerda K_1 — xarajatlarni kamaytirish darajasi.

$$K_2 = (L_{\text{traditional}} - L_{\text{MAS}}) / L_{\text{traditional}} \times 100$$

Bu yerda K_2 — seleksiya siklining qisqarish darajasi.

$$K_3 = (r_{\text{MAS}} - r_{\text{traditional}}) / r_{\text{traditional}} \times 100$$

Bu yerda K_3 — tanlash aniqligining nisbiy o'sishi.

Mazkur uchta indikator birgalikda baholansa, marker texnologiyasining iqtisodiy qiymati faqat laboratoriya xarajatlari bilan emas, balki vaqt + aniqlik + seleksiya resurslaridan foydalanish nuqtayi nazaridan aniqlanadi.

Molekulyar markerlarning iqtisodiy samaradorligini baholashda bir qator cheklovlar mavjud.

Birinchidan, genotiplash xarajatlari laboratoriya, mamlakat, namunalar soni va texnologik platformaga qarab o'zgaradi. Shuning uchun xalqaro tadqiqotlardagi xarajatlarni bevosita O'zbekiston sharoitiga ko'chirish to'g'ri emas.

Ikkinchidan, tritikale bo'yicha molekulyar markerlar bazasi bug'doy va makkajo'xori kabi yirik ekinlarga nisbatan cheklangan. 2023-yilgi sharhda ham tritikale bo'yicha zamonaviy molekulyar seleksiya imkoniyatlari rivojlanayotgan bo'lsa-da, genomik resurslarning cheklanganligi qayd etilgan [14].

Uchinchidan, QTLlarning muhit va genetik fon bilan o'zaro ta'siri marker samaradorligini kamaytirishi mumkin. Shu sababli bir tajribada aniqlangan marker boshqa populyatsiyada aynan shu darajadagi ta'sirni ko'rsatmasligi mumkin [15].

To'rtinchidan, marker seleksiya qarorini qo'llab-quvvatlaydi, lekin fenotipik baholashni to'liq bekor qilmaydi. Ayniqsa hosildorlik kabi murakkab belgilar uchun genotip va fenotipni integratsiyalashgan holda baholash zarur.





XULOSA

Tritikale seleksiyasida QTL, SSR, SNP va KASP texnologiyalaridan foydalanish seleksiya jarayonining tezligi, aniqligi va resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish uchun muhim imkoniyat yaratadi. Zamonaviy tadqiqotlar tritikale genomida hosildorlik, don sifati, kasalliklarga chidamlilik, stresslarga bardoshlilik va boshqa agronomik belgilar bilan bog'liq ko'plab QTL va marker-trait assotsiatsiyalar mavjudligini ko'rsatmoqda [2].

Tahlil natijalariga ko'ra, QTL yondashuvi genetik arxitekturaning aniqlash va istiqbolli genom hududlarini belgilashda muhim ahamiyatga ega. SSR markerlari genetik xaritalash va genetik xilma-xillikni baholashda foydali bo'lib qolmoqda. SNP texnologiyalari yuqori zichlikdagi genomik tahlil, GWAS va genomik seleksiya uchun keng imkoniyat beradi. KASP esa aniqlangan muhim SNPlarni katta seleksiya populyatsiyalarida maqsadli tekshirish uchun amaliy jihatdan qulay platforma sifatida namoyon bo'ladi [19].

Molekulyar markerlarning iqtisodiy samaradorligi faqat bitta tahlilning narxi bilan belgilanmaydi. Asosiy iqtisodiy samara istiqbolsiz genotiplarni erta chiqarib tashlash, dala sinovlari hajmini qisqartirish, seleksiya siklini tezlashtirish va tanlash aniqligini oshirish orqali yuzaga keladi [1].

Shu bilan birga, marker-assisted selection barcha belgilar uchun bir xil iqtisodiy samaradorlikka ega emas. Murakkab va ko'p genli belgilar, xususan hosildorlik va oqsil miqdori uchun ko'p sonli kichik ta'sirli QTLlarning mavjudligi marker asosida seleksiyani murakkablashtiradi [15]. Bunday hollarda SNP asosidagi genomik seleksiya ancha istiqbolli yondashuv bo'lishi mumkin.

Amaliy jihatdan tritikale seleksiyasi uchun QTL/GWAS → SNP → validatsiya → KASP → katta populyatsiyada skrining → dala fenotiplash ketma-ketligi iqtisodiy jihatdan asoslangan model sifatida taklif etiladi. Bunda qimmat genomik texnologiyalar markerlarni kashf etish bosqichida, maqsadli va nisbatan tejamkor KASP texnologiyasi esa ommaviy seleksiya bosqichida qo'llanadi.

Shunday qilib, molekulyar marker texnologiyalarining iqtisodiy samaradorligini oshirishning asosiy sharti "eng qimmat texnologiyadan foydalanish" emas, balki har bir texnologiyani seleksiya jarayonining unga mos bosqichida qo'llash hisoblanadi. Tritikale uchun kelgusidagi tadqiqotlarda mahalliy seleksiya materiallari asosida markerlarning validatsiyasi, KASP panelini shakllantirish, genotiplash xarajatlarini aniq hisoblash va bir seleksiya sikliga to'g'ri keladigan iqtisodiy samaraning puldagi qiymatini aniqlash muhim yo'nalish bo'lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Abdurakhmonov I.Y. et al. (2021). Recent advancements in molecular marker-assisted selection and applications in plant breeding programmes. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19, 128.
2. Gołębiewska-Paluch G., Dyda M. (2023). The genome regions associated with abiotic and biotic stress tolerance, as well as other important breeding traits in triticale. *Plants*, 12(3), 619. DOI: 10.3390/plants12030619.





3. Moreau L., Lemarié S., Charcosset A., Gallais A. (2000). Economic efficiency of one cycle of marker-assisted selection. *Crop Science*, 40(2), 329–337. DOI: 10.2135/cropsci2000.402329x.
4. Nair R.J., Pandey M.K. (2024). Role of molecular markers in crop breeding: A review. *Agricultural Reviews*, 45(1), 52–59. DOI: 10.18805/ag.R-2322.
5. Wędzony M. et al. (2021). Genetic mapping of adult-plant resistance genes to powdery mildew in triticale. *Journal of Applied Genetics*. DOI: 10.1007/s13353-021-00664-x.
6. Alheit K.V. et al. (2016). Genetic map of triticale integrating microsatellite, DArT and SNP markers. *PLoS ONE*.
7. Cao D., Wang D., Li S. et al. (2022). Genotyping-by-sequencing and genome-wide association study reveal genetic diversity and loci controlling agronomic traits in triticale. *Theoretical and Applied Genetics*, 135, 1705–1715. DOI: 10.1007/s00122-022-04064-5.
8. Xu Y., Crouch J.H. (2008). Marker-assisted selection in plant breeding: From publications to practice. *Crop Science*. DOI: 10.2135/cropsci2007.04.0191.
9. Mackill D.J., Ni J. (2007). Marker-assisted selection: An approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*.
10. Karbarz M. et al. (2020). Quantitative trait loci mapping of adult-plant resistance to powdery mildew in triticale. *Annals of Applied Biology*. DOI: 10.1111/aab.12613.
11. Kumar S. et al. (2018). High density single nucleotide polymorphism mapping and quantitative trait loci analysis in a biparental spring triticale population localized major and minor effect *Fusarium* head blight resistance and associated traits QTL. *Frontiers in Plant Science*.
12. Dolezalová J. et al. (2022). Genotyping-by-sequencing and genomic selection applications in hexaploid triticale. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 12.
13. Nair R.J., Pandey M.K. (2024). Role of molecular markers in crop breeding: A review. *Agricultural Reviews*, 45(1), 52–59.
14. Gołębiowska-Paluch G., Dyda M. (2023). The genome regions associated with abiotic and biotic stress tolerance, as well as other important breeding traits in triticale. *Plants*, 12(3), 619.
15. Neuweiler H. et al. (2021). Genetic architecture of phenotypic indices for simultaneous improvement of protein content and grain yield in triticale. *Plant Breeding*. DOI: 10.1111/pbr.12894.
16. Hosseinzadeh V., Mohammadi S.A., Norouzi M., Sadeghzadeh B. (2020). Genetic diversity analysis of wheat and triticale using the transferable simple sequence repeat markers of barley. *Journal of BioScience and Biotechnology*.
17. Jayakumar Nair R., Pandey M.K. (2024). Role of molecular markers in crop breeding: A review. *Agricultural Reviews*, 45(1), 52–59. DOI: 10.18805/ag.R-2322.
18. Karbarz M. et al. (2021). Genetic mapping of adult-plant resistance genes to powdery mildew in triticale. *Journal of Applied Genetics*.





19. Dipta B., Sood S., Mangal V. et al. (2024). KASP: A high-throughput genotyping system and its applications in major crop plants for biotic and abiotic stress tolerance. *Molecular Biology Reports*, 51. DOI: 10.1007/s11033-024-09455-z.
20. Ramírez-González R.H. et al. (2020). Overcoming polyploidy pitfalls: A user guide for effective SNP conversion into KASP markers in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. DOI: 10.1007/s00122-020-03608-x.
21. Wang B. et al. (2024). Reviewing the essential roles of remote phenotyping, GWAS and explainable AI in practical marker-assisted selection for drought-tolerant winter wheat breeding. *Frontiers in Plant Science*, 15. DOI: 10.3389/fpls.2024.1319938.
22. Neuweiler H. et al. (2020). Long-term trends and genetic architecture of seed characteristics, grain yield and correlated agronomic traits in triticale. *Plant Breeding*. DOI: 10.1111/pbr.12821.
23. Wasiak M. et al. (2020). Genetic mapping of male sterility and pollen fertility QTLs in triticale with sterilizing *Triticum timopheevii* cytoplasm. *Journal of Applied Genetics*, 62, 59–71. DOI: 10.1007/s13353-020-00595-z.
24. Neuweiler H. et al. (2021). Do lower nitrogen fertilization levels require breeding of different types of cultivars in triticale? *Theoretical and Applied Genetics*.
25. Golebiowska-Paluch G., Dyda M. (2023). The genome regions associated with abiotic and biotic stress tolerance, as well as other important breeding traits in triticale. *Plants*, 12(3), 619.
26. Bennur S.V., Ram M., Shalini. (2024). Marker-assisted breeding techniques for the development of gluten-free wheat varieties: A comprehensive review. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(5), 256–267. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i5785.
27. Nair R.J., Pandey M.K. (2024). Role of molecular markers in crop breeding: A review. *Agricultural Reviews*, 45(1), 52–59.
28. Dolezalová J. et al. (2022). Genotyping-by-sequencing and genomic selection applications in hexaploid triticale. *G3: Genes, Genomes, Genetics*.
29. Effect of chromosomal localization of NGS-based markers on their applicability for analyzing genetic variation and population structure of hexaploid triticale. (2024). *Agronomy*.
30. Triumphs of genomic-assisted breeding in crop improvement. (2024). *Heliyon*, 10(15), e35513. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e35513.



Mas'ul muharrir: Beglayev Uchqun

Musahhih: Boltayev Nurali

Sahifalovchi va dizaynerlar: Normurodov Sarvar,
Sharipov Shoxruh

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Agrobiznes, fan va texnologiyalar" ilmiy-amaliy elektron jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar mas'ul hisoblanadi. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelavermasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga murojaat qilish mumkin. Ilmiy maqolalar, reklama, hikoya va boshqa ilmiy-ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin. Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta: licht-1989@mail.ru

Jurnalning telegram manzili: t.me/agrobiznes_elektronjurnal

Telefon raqami: +998939018320, +998934393000

Jurnal rasmiy sayti: <https://www.agrobiznesjournal.uz>

"Agrobiznes, fan va texnologiyalar" ilmiy-amaliy elektron jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 30.11.2024-yildagi №364/5-sonli qarori bilan 08.00.00-Iqtisodiyot fanlari bo'yicha, 08.05.2025-yildagi №370/5-sonli qarori bilan 06.00.00-Qishloq xo'jaligi fanlari bo'yicha "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga kiritilgan.



"Agrobiznes, fan va texnologiyalar" ilmiy-amaliy elektron jurnali 2023-yil 23-maydan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan **C-5669225** reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.

Litsenziya raqami: №083688