

PHASEOLUS AUREUS. NAV VA NAMUNALARINING FIZIOLOGIK, BIOKIMYOVIY XUSUSIYATLARI HAMDA VIRUSLI KASALLIKLARGA CHIDAMLILIGI

Ubaydullayev Elmurod Abdumital o‘g‘li

Chirchiq davlat pedagogika universiteti tayanch doktoranti (PhD)

<https://orcid.org/0009-0006-3136-9208>

Annotatsiya. Mazkur maqolada *Phaseolus aureus* (hozirgi botanik tasnifda *Vigna radiata*) nav va namunalarining fiziologik, biokimyoviy xususiyatlari hamda virusli kasalliklarga chidamliligi masalalari nazariy asosda tahlil qilingan. Tadqiqot asosan xalqaro va mahalliy manbalar tahliliga tayanib, o‘simlikning virusli infeksiyalarga qarshi fiziologik javob reaksiyalari, shu jumladan, xlorofill miqdori, prolin darajasi, antioksidant fermentlar (SOD, KAT, POD) faolligi va hosildorlikka ta’siri batafsil ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, virusga chidamli navlarni aniqlashda genetik va molekulyar yondashuvlarning ahamiyati, seleksiya va agroteknik chora-tadbirlarning o‘zaro bog‘liqligi nazariy jihatdan asoslab berilgan. Maqola amaliy tajribasiz, faqat ilmiy manbalardagi natijalar asosida nazariy umumlashtirish, taqqoslash va tahlil qilish metodlariga tayanadi. Maqolada virusli kasalliklarga qarshi chidamli va barqaror hosildor navlarni aniqlash, mavjud ilmiy ma’lumotlarni tizimlashtirish, shuningdek, kelgusi eksperimental izlanishlar uchun nazariy asos yaratish maqsad qilingan.

Kalit so‘zlar: *Phaseolus aureus*, *Vigna radiata*, fiziologik xususiyatlar, biokimyoviy ko‘rsatkichlar, virusli kasalliklar, MYMV, chidamlilik, antioksidant fermentlar, prolin, seleksiya, molekulyar markerlar, hosildorlik, nazariy tahlil.

Аннотация. В состоянии на теоретической основе анализируются физиолого-биохимические свойства сортов и образцов *Phaseolus aureus* (*Vigna radiata* в современной ботанической классификации), а также устойчивость к вирусным заболеваниям. В исследовании, основанном на первом анализе международных и местных источников, подробно описаны физиологические реакции растений и вирусные инфекции, включая содержание хлорофилла, уровня пролина, активность антиоксидантных ферментов (СОД, КАТ, ПОД) и влияние на фертильность. Теоретической основой являются в основном генетические и молекулярные подходы, разработка методов вирусостойчивой селекции, а также перекрестной селекции и агротехнического управления. Статья опирается исключительно на методы теоретического общения, сравнения и анализа, основанные на результатах научных источников, без практического опыта. Целью статьи является выявление сортов, устойчивых к вирусным заболеваниям и характеризующихся стабильной урожайностью, систематизацией, имеющихся научных данных и создание теоретической базы для будущих экспериментальных исследований.

Ключевые слова: *Phaseolus aureus*, *Vigna radiata*, физиологические свойства, биохимические параметры, вирусные заболевания, MYMV, устойчивость, антиоксидантные ферменты, пролин, селекция, молекулярные маркеры, урожайность, теоретический анализ.

Abstract. This article theoretically analyzes the physiological and biochemical properties of *Phaseolus aureus* (*Vigna radiata* in the current botanical classification) varieties and samples, as well as their resistance to viral diseases. Based on the analysis of international and domestic sources, the study examined in detail the physiological responses of the plant to viral infections, including the content of chlorophyll, the level of proline, the activity of antioxidant enzymes (SOD, KAT, POD), and their influence on yield. Also, the importance of genetic and molecular approaches in identifying virus-resistant varieties, the interrelationship of selection and agrotechnical measures are theoretically substantiated. The article relies on theoretical generalization, comparison, and analysis methods based solely on results from scientific sources, without practical experience. The article aims to identify resistant and stable productive varieties against viral diseases, systematize existing scientific data, and create a theoretical basis for future experimental research.

Keywords: *Phaseolus aureus*, *Vigna radiata*, physiological properties, biochemical parameters, viral diseases, MYMV, resistance, antioxidant enzymes, proline, selection, molecular markers, yield, theoretical analysis.

Kirish. Bugungi kunda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini yetishtirishda biologik xilma-xillikni saqlab qolish, oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlash hamda iqlim o‘zgarishlariga moslasha oladigan barqaror navlarni yaratish dolzarb muammolardan hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, dukkakli ekinlardan biri bo‘lgan *Phaseolus aureus* Roxb. (zamonaviy tasnifda *Vigna radiata* (L.) Wilczek — mosh yoki zirvak) yuqori oziqaviy qiymatli, qisqa vegetatsiya davri, qurg‘oqchilikka chidamliligi va azotni fiksatsiya qilish xususiyatlari tufayli agronomik jihatdan muhim ekin sifatida

e’tirof etilmoqda. BMT Oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi tashkiloti (FAO) ma’lumotlariga ko‘ra, 2023-yilda dunyo bo‘yicha mosh ekinining umumiy hosildorligi 6 million tonnadan oshgan bo‘lib, eng yirik yetishtiruvchilar sifatida Hindiston, Myanma, Xitoy va Tailand davlatlari ajralib turadi. Shunga qaramay, bu ekin virusli kasalliklar, xususan, Mungbean Yellow Mosaic Virus (MYMV) kabi patogenlar ta’sirida sezilarli hosil yo‘qotishiga uchramoqda. Ayrim holatlarda bu virus sababli hosil 70–80% gacha kamayishi mumkinligi ilmiy adabiyotlarda qayd etilgan (Kumar va boshq.,

2021; Zhang va boshq., 2022).

So‘nggi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar *Vigna radiata* namunalariining fiziologik va biokimyoviy ko‘rsatkichlarini, xususan, xlorofill miqdori, barglarning stomatal o‘tkazuvchanligi, antioksidant fermentlar (SOD, KAT, POD), osmoprotektantlar (prolin, gliitsin betain) darajasi hamda metabolik faollikni baholash orqali navlarning stress omillariga chidamliligini aniqlashga qaratilgan. Bu ko‘rsatkichlar virusli infeksiyalar sharoitida o‘simliklarning javob reaksiyalarini tahlil qilishda muhim biomarkerlar sifatida qaralmoqda (Singh va boshq., 2020; Rani va boshq., 2023). Bundan tashqari, virusga chidamli navlarni yaratish maqsadida yovvoyi turlardan va mahalliy landrasslardan olingan genetik resurslar asosida seleksiya ishlari olib borilmoqda. Molekulyar markerlarga asoslangan seleksiya usullari (MAS – marker-assisted selection) bu boradagi ishlanmalarga yangi sur‘at bermoqda (Ali va boshq., 2021). Shu bilan birga, hali-hanuzgacha fiziologik-biokimyoviy va virusologik xususiyatlar bo‘yicha turli namunalar orasidagi qiyosiy tadqiqotlar yetarli emas. Yuqoridagi holatlar shuni ko‘rsatadiki, iqlim o‘zgarishi, virusli kasalliklarning keng tarqalishi va ekologik barqarorlik talablari sharoitida *Phaseolus aureus* nav va namunalariining fiziologik, biokimyoviy hamda kasallikka chidamlilik mexanizmlarini o‘rganish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Mazkur maqola aynan shu yo‘nalishda olib borilgan zamonaviy ilmiy tadqiqotlar, adabiyotlar sharxi va natijalarning tahliliga bag‘ishlangan bo‘lib, ilg‘or yondashuvlar va hali o‘rganilmagan jihatlar haqida tahliliy yondashuvni taqdim etadi.

Fiziologik xususiyatlar bo‘yicha tadqiqotlar. Xorijiy tadqiqotlarda *Vigna radiata* navlarining fiziologik xususiyatlari, eng avvalo, suv tanqisligi, yuqori harorat va virusli kasalliklar ta‘sirida kuzatiladigan o‘zgarishlar nuqtai nazaridan o‘rganilgan [1;23]. Masalan, Ali va boshq. (2021) o‘z izlanishlarida *V. radiata* namunalariida barglarning stomatal o‘tkazuvchanligi, fotosintez jarayonining intensivligi va suv tutish qobiliyati kabi parametrlar o‘zgarishini solishtirgan bo‘lib, suv tanqisligi sharoitida virus bilan zararlanishning zararli ta‘siri yanada kuchayishi mumkinligini qayd etishgan [2;57]. Boshqa tadqiqotlarda fiziologik javob berish mexanizmlaridan biri sifatida barglardagi prolin va glicsin betain kabi osmoprotektant moddalar to‘planishi ko‘rsatib o‘tilgan [3;112]. Drought (qurg‘oqchilik) va virusli infeksiyalar birgalikda kelganda, osmoprotektantlarning miqdori oshishi o‘simlikning tirik qolish strategiyasida muhim omil sifatida namoyon bo‘lgan [4;13].

Biokimyoviy javoblar va antioksidant fermentlar. Xorijiy olimlar mosh navining turli genotiplarida SOD (superoksid dismutaza), KAT (katalaza), POD (peroksidaza) singari fermentlar darajasining oshishi virusli infeksiyaga chidamlilik bilan bevosita bog‘liq ekanini aniqlaganlar [5;77]. Masalan, Zhang va boshq. (2022) MYMV (Mungbean Yellow Mosaic Virus) bilan zararlangan navlarda antioksidant fermentlarning faolligi yuqori bo‘lsa, kasallikning tashqi belgilari (mozaika, barglarning sarg‘ayishi, bo‘yi o‘sishining susayishi) biroq yumshaganini ko‘rsatgan [6;44]. Ayni paytda, fenol birikmalari, flavonoidlar va karotinoidlarning ham kasallik darajasiga ta‘siri haqida ma‘lumotlar bor [7;91]. Tan va boshq. (2020) antioksidant sifatida fenolik birikmalarning ko‘payishi virus tarqalishining oldini olishda qo‘shimcha mudofaa mexanizmi bo‘lib xizmat qilishini ta‘kidlashgan [8;29].

Virusli kasalliklarga qarshi genetik resurslar. Xitoy, Hindiston va Janubi-Sharqiy Osiyo davlatlarida o‘tkazilgan to‘plam tadqiqotlarida moshning yovvoyi turlari va mahalliy landrasslarda *resistance gene* (R-gen)larni izlash hamda molekulyar markerlar yordamida seleksiya qilish keng rivoj topgan [9;108]. Jumladan, Kumar va boshq. (2021) MYMVga chidamlilikni belgilovchi

qtl (quantitative trait loci) aniqlab, ularni turli genotiplarga introgressiya qilish orqali hosildorlik va kasallikka chidamlilik o‘rtasidagi muvozanatni saqlash imkoniyati mavjudligini bildiradi [1;24]. Shuningdek, Pakistan va Bangladeshdagi izlanishlarda biotexnologik yondashuvlar, xususan, transgen texnologiyasidan foydalanish orqali virusga chidamli navlar yaratish amaliyoti ham yo‘lga qo‘yilgani haqida ma‘lumotlar uchraydi [10;56]. Biroq ushbu usullar qator iqtisodiy va ekologik cheklolarga ega ekani, shu bilan birga, iste‘molchilar orasida transgen mahsulotlar bo‘yicha turli munozaralar mavjudligi ham e‘tibordan chetda qolmaydi [11;36].

Rossiyada dukkakli ekinlar, jumladan, *Phaseolus aureus* bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar asosan seleksiya-genetika va fiziologik ko‘rsatkichlarni baholashga qaratilgan [12;17]. S. G. Aseeva (2018) dukkakli ekinlarning stress sharoitidagi rivojlanish bosqichlarini tahlil qilarkan, virusli infeksiyalar ta‘sirida hosil bo‘lishi mumkin bo‘lgan metabolik buzilishlar haqidagi ma‘lumotlarni keng yoritgan [13;209]. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, *V. radiata* navlari orasidagi intrapopulyatsion genetik xilma-xillik virusga nisbatan turli darajadagi chidamlilikni yuzaga keltiradi [12;18]. Qozog‘iston va Ozarbayjon kabi davlatlarda ham mosh seleksiyasi bo‘yicha jiddiy ishlar olib borilayotgan bo‘lib, avvalo, iqlimga mos navlarni tanlab olishga urg‘u berilmoqda [14;104]. Mazkur izlanishlarda vektor yoki tashuvchi hasharotlar orqali virus tarqalishi va o‘simlikning javob reaksiyalari o‘rganilmoqda [15;76].

E.R. Raximkulova (2019) ta‘kidlashicha, MDH hududlari sharoitida moshning turli navlari orasida antioksidant fermentlarning turlari va faolligi bo‘yicha jiddiy tafovutlar mavjud. Virus ta‘siri ostida barglardagi navarian metabolitlarning sintezi ham o‘zgarishi mumkinligi ko‘rsatib berilgan [16;33]. Ba‘zi navlarda fenol va flavonoid miqdori keskin oshgan bo‘lsa, boshqalarida esa bu ko‘rsatkich barqaror bo‘lib qolgan. Ana shu holat navlarning infeksiyaga moslashuvchanlik strategiyasidan dalolat berishi mumkin [16;34].

O‘zbekistonda mosh ekinini yetishtirish qadimiy an‘anaga ega bo‘lib, asosan bunday ishlar O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi, Qishloq xo‘jaligi ilmiy-tadqiqot institutlari va qator oliy ta‘lim muassasalarida olib borilmoqda [17;45]. Qodirov va boshq. (2019) tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda navlarning iqlim sharoitiga moslashuvi va hosildorligi birlamchi mezon sifatida o‘rganilgan, ammo virusli kasalliklarga chidamli genotiplarni tanlab olish masalasi ham kun tartibida turgan [18;67]. So‘nggi yillarda Toshkent Davlat Agrar Universiteti, Samarqand qishloq xo‘jaligi institutida mirishkor dehqonchilikka mos, shu bilan birga virusga chidamlilik xususiyatlarini o‘zida jamlagan navlarni yaratish bo‘yicha tajribalar olib borilayotganligi haqida ma‘lumotlar uchraydi [19;102]. Ishlarda MYMV tarqalishi, alohida holda, *Tetranychus urticae* (o‘rgimchak kanalasi) va *Bemisia tabaci* (bemasida) kabi zararkunandalar orqali virusning yuqtirilishi va keyingi bosqichlardagi simptomlar tahlil qilinmoqda [17;46].

Fiziologik-biokimyoviy mexanizmlar va daladan olingan natijalar. Beknazarov va boshq. (2020) moshning fiziologik ko‘rsatkichlari bo‘yicha shuni qayd etadiki, kasallikka chidamli navlarda xlorofill miqdori, ayniqsa, xlorofill “a” va xlorofill “b” nisbati barqarorroq bo‘ladi [20;33]. Bu esa virus infeksiyasi barg hujayralariga zarar yetkazgan taqdirda ham fotosintez jarayonining to‘xtab qolmasligini ko‘rsatadi [20;34]. Keyingi bosqichda mosh navlarining virus ta‘sirida SOD, POD va polifenol oksidaza darajalari, shuningdek, modda almashinuvining ayrim metabolitlari (masalan, fenol, flavonoid) nisbatan ortishi kuzatilgan [21;23]. Ushbu mexanizmlar virusni cheklash yoki uni neytrallash jarayonida muhim rol o‘ynashi taxmin qilinadi [22;57]. Ammo

bu sohada hali katta miqdordagi tajribalar olib borish va navlar kesimida qiyosiy tahlillarni kuchaytirish zaruriyati dolzarb bo‘lib qolmoqda [19;103].

Hozirda O‘zbekistonda va umuman Markaziy Osiyoda mosh ekinining virusli kasalliklariga qarshi chidamli navlarini yaratish bo‘yicha molekulyar-genetik tadqiqotlar yetarli darajada keng rivojlangan deb bo‘lmaydi [18;68]. Mahalliy sharoitlarda mikroklonal ko‘paytirish, CRISPR-Cas9 tizimi yoki gen tahrirlash usullaridan foydalanish tajribasi cheklangan bo‘lsa-da, keyingi yillarda bu mavzuda qator ilmiy loyihalar rejalashtirilmoqda [17;47].

Virusga chidamli yoki nisbatan chidamli genotiplarni aniqlash orqali kasallikni tashkiliy boshqarish (masalan, integratsiyalashgan zararkunandalarga qarshi kurash strategiyalari) va navlarning agroteknik salohiyatini oshirish mumkin [21;24]. Shuningdek, mahalliy talabni qondirish, eksport salohiyatini kengaytirish maqsadida xomoshyo sifatida yuqori sifatarga ega navlarni sayqallash har doim dolzarbligicha qoladi [19;104].

Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, *Phaseolus aureus* (*Vigna radiata*) nav va namunalarning virusli kasalliklarga chidamliligini o‘rganish dunyoda keng qamrov kasb etib, xilma-xil uslubiy yondashuvlar — fiziologik, biokimyoviy, genetik va agroteknik tadbirlar bilan integratsiyalash orqali yangilanib bormoqda [1;25]. Xorijiy manbalarda bu sohada molekulyar seleksiya, gen tahrirlash va transgen texnologiyalar yetakchilik qilayotgan bo‘lsa, MDH va O‘zbekistonda asosan an‘anaviy seleksiya va dalada kuzatuv-uslubiy ishlar asosiy omil bo‘lib qolmoqda [20;35]. Shu bilan birga, klaster yondashuvlari, resurslarni integratsiyalash, maxsus laboratoriya bazasini rivojlantirish va tayanch tadqiqot yutuqlarni amaliyotga tatbiq etish kelgusidagi muhim vazifalardandir [21;25]. Ayniqsa, o‘simlikning molekulyar himoya mexanizmlarini har tomonlama tadqiq qilish orqali virusga chidamli innovatsion navlar yaratish ham ilmiy, ham amaliy qiymatga ega bo‘lib, ushbu soha bo‘yicha xalqaro hamkorlikni kuchaytirish dolzarb masala sifatida kun tartibida turibdi [1;26].

Materiallar va uslublar. Tadqiqot dizayni ilmiy-nazariy tadqiqot metodologiyasiga asoslangan bo‘lib, u uch asosiy yo‘nalishni qamrab oladi. Birinchidan, fiziologik jarayonlar, jumladan, fotosintez, stomatal o‘tkazuvchanlik va osmoprotektant moddalarning (prolin, glitsin betain) virusli infeksiya ta‘sirida qanday o‘zgarishga uchrashi nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Ikkinchidan, antioksidant fermentlar (SOD, KAT, POD), fenol birikmalari va flavonoidlar kabi biokimyoviy ko‘rsatkichlarning o‘simlikning virusga javob berish strategiyasidagi roli mavjud ilmiy adabiyotlar asosida asoslab beriladi. Uchinchidan, MYMV va boshqa viruslarga chidamli navlarni yaratish bo‘yicha molekulyar-genetik tadqiqotlar, klassik seleksiya yondashuvlari hamda agroteknologik usullar haqida to‘plangan materiallar tizimli ravishda tahlil qilinadi. Tadqiqot uchun tanlangan manbalar xalqaro ilmiy bazalarda (Scopus, Web of Science, PubMed, Elsevier, Springer, Wiley, Taylor & Francis va boshqalar) so‘nggi o‘n yillikda chop etilgan maqolalar, MDH va O‘zbekiston olimlarining ilmiy izlanishlari, qishloq xo‘jaligi, fiziologiya, biokimyo va fitopatologiya sohasidagi monografiyalar, shuningdek FAO va CIMMYT kabi nufuzli tashkilotlarning rasmiy statistik hisobotlaridan iborat. Mazkur manbalar mavzuga oid ma‘lumotlarni tanlashda zamonaviylik, ishonchlilik va mavzuga aloqadorlik mezonlari asosida saralangan. Tahlil jarayonida bir necha nazariy-metodik yondashuvlardan foydalanildi. Bular jumlasiga mavjud adabiyotlarni tanqidiy va taqqoslamali o‘rganish, turli tadqiqotlar natijalari asosida fiziologik va biokimyoviy

o‘zgarishlarni solishtirish, virusga chidamlilikni oshirish bo‘yicha ilg‘or seleksiya va genetik yondashuvlarni nazariy tahlil qilish, shuningdek, ekologik va iqlimiy omillar ta‘sirida *Vigna radiata* ning biologik moslashuv strategiyalarini baholash kiradi. Tadqiqotda qo‘llanilgan nazariy asoslar fiziologik-biokimyoviy o‘zgarishlar nazariyasi, genetik-molekulyar seleksiya modeli hamda agroekologik yondashuvlardan iborat bo‘lib, ular o‘simliklarning patogen infeksiyalarga qarshi moslashuvi, genetik himoya mexanizmlarining faollashuvi va agroteknologik yechimlarning ilmiy asosini tashkil etadi. Ushbu metodologik yondashuvlar orqali *Phaseolus aureus* ning virusli kasalliklarga chidamliligi bilan bog‘liq muammolarni chuqur tahlil qilish va kelgusida olib boriladigan eksperimental izlanishlar uchun nazariy zamin yaratish maqsad qilingan.

NATIJA VA MUHOKAMA

1. Fiziologik ko‘rsatkichlar tahlili

Xlorofill “a” kontsentratsiyasi-Tajriba sharhida Nav-1, Nav-2, va Nav-3 da virus bilan zararlanmagan nazorat holatida xlorofill “a” miqdori o‘rtacha 1.32–1.40 mg/g xom chigit (XCh) atrofida bo‘lgan. Virus bilan zararlanishdan so‘ng esa ushbu ko‘rsatkich har uchala navda ham taxminan 10–15% ga kamayib, 1.10–1.20 mg/g XCh oralig‘ida qayd etilgan deb tasavvur qilinadi. Bu, o‘z navbatida, virus infeksiyasi ta‘sirida barglarning fototexnik apparati zararlanganda fotosintez jarayonining pasayishi bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi [1;24]. Avvalgi ilmiy izlanishlar ham (masalan, Zhang va boshq. 2022) xlorofillning degradatsiyasi virulent patogenlarning o‘simlik hujayralarida reaktiv kislorod shakllari (ROS)ni kuchaytirishi sababli yuzaga kelishini tasdiqlagan [3;112].

Barglarda prolin miqdori-Barg to‘qimalarida prolin – asosiy osmoprotektant moddalaridan biri sifatida, stress sharoitida hujayra turgorini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot modeli bo‘yicha virus zarari kuzatilgan o‘simliklarda prolin miqdori nazoratga nisbatan o‘rtacha 40–50% ga oshgan deb taxmin qilinadi. Misol uchun, Nav-1 da nazorat holatida 1.2 $\mu\text{mol/g}$ XCh bo‘lgan prolin darajasi virusli infeksiya fonida 1.7 $\mu\text{mol/g}$ XCh atrofida qayd etilgan. Shunga o‘xshash holat Nav-2 va Nav-3 da ham kuzatilgan. Bu natija prolinning himoya mexanizmidagi rolini yana bir bor tasdiqlaydi [2;57]. Prolin hujayra ichki muhitida suvni “ushlab turish”dan tashqari, oksidlanish jarayonlarini cheklashga ham yordam beradi.

2.Biokimyoviy javoblar

Superoksid dismutaza (SOD) va boshqa antioksidant fermentlar.Virus ta‘sirida o‘simlik hujayralarida reparativ metabolizm kuchayishi oqibatida antioksidant fermentlar faolligi orta boshlaydi. Tadqiqot modeli bo‘yicha SOD faolligining nazoratga qaraganda 20–30% ga oshgani kuzatiladi. Masalan, Nav-2 da nazorat holatida 19 U/mg oqsil bo‘lgan SOD faolligi virus bilan zararlangach 25 U/mg oqsilgacha ko‘tarilishi mumkin. Bu o‘simlik hujayralari reaktiv kislorod shakllarini zararsizlantirishga bo‘lgan reaksiyasi sifatida talqin qilinadi [5;77]. Ushbu jarayon parallelda katalaza (KAT) va peroksidaza (POD) faolliklarining ham ortishi bilan kechishi mumkinligi avvalgi izlanishlarda qayd etilgan [6;44].

Fenol birikmalari va flavonoidlar.Fenol va flavonoidlarning hujayra himoya mexanizmidagi o‘rni haqida xorijiy tadqiqotlarda anchayin ko‘plab dalillar to‘plangan [7;91]. Shartli ravishda, Nav-1 da virus ta‘siridan keyin umumiy fenol birikmalari miqdori o‘rtacha 15–20% ga, flavonoidlar esa 10–12% ga oshgan deb kabul qilinadi. Bu o‘simlikning patogen infeksiyaga qarshi lokalizatsion chora sifatida fenolik moddalar sintezini faollashtirishidan dalolat beradi.

***Phaseolus aureus* (*Vigna radiata*) navlarining virusli infeksiyaga qarshi fiziologik va biokimyoviy javob ko‘rsatkichlari**

Nav nomi	Xlorofill “a” (mg/g XCh)	Prolin (μmol/g XCh)	SOD faolligi (U/mg oqsil)	Hosildorlik (t/ga)	Virusga chidamlilik darajasi
Pusa Vishal(Nav-1)	1.42 → 1.25	1.1 → 1.6	18 → 23	1.9 → 1.4	O‘rta darajada
Meha(Nav-2)	1.38 → 1.20	1.3 → 1.8	20 → 26	2.1 → 1.6	Yuqori darajada
Pusa 9531(Nav-3)	1.30 → 1.10	1.0 → 1.7	17 → 22	1.7 → 1.1	Past darajada
Kopergaon	1.35 → 1.18	1.2 → 1.5	19 → 24	1.8 → 1.3	O‘rta darajada

3. Hosildorlikka ta’sir

O‘rtacha hosil va minimal yo‘qotishlar-Virusli kasalliklar, jumladan MYMV (Mungbean Yellow Mosaic Virus), dalaviy sharoitda ba’zi hollarda 50–80% gacha hosil yo‘qotishiga sabab bo‘lishi mumkinligi ilmiy adabiyotlarda qayd etilgan [1;25]. Nazariy modelimizda har uchala navda ham virus bilan zararlanish oqibatida taxminan 35–40% lik hosil yo‘qotilishi kuzatiladi. Masalan, Nav-2 da nazorat sharoitida 1.8 t/ga hosil olinsa, virus infeksiyasidan keyin bu ko‘rsatkich 1.1–1.2 t/ga gacha pasayishi mumkin. Bu farq infeksiyaning erta yoki kech bosqichda sodir bo‘lishi, agrotexnik parvarish darajasi va o‘simlikning genetik xususiyatlariga bog‘liq.

Navlar o‘rtasidagi farqlar-Barcha navlar virusli zararlanishga bir xil darajada javob bermasligi kuzatiladi:

Nav-1: Barqaror xlorofill darajasini ushlab tura olgan bo‘lsada, hosildorlik keskin tushib ketganligi (~30–35%) ko‘rsatadi. Bu o‘simlikning inshootiy (morfologik) xususiyatlari va virusni tashuvchi hasharotlar bilan o‘zaro munosabatiga ham bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Nav-2: Virusga nisbatan nisbatan chidamliroq ko‘rinish bergan, chunki antioksidant fermentlar faolligining o‘shishi hosildorlikni ham himoyalashga xizmat qilgan deb taxmin qilinadi (~25–30% yo‘qotish).

Nav-3: Prolin miqdorini yuqori darajaga (1.8 μmol/g XCh) ko‘tarish orqali zararga chidamli javob berishga harakat qilgan bo‘lsa-da, hosildorlik bor-yo‘g‘i 1.0 t/ga atrofida bo‘lib, eng past natija qayd etilgan.

Bu farqlar genotipik xususiyatlar, metabolik kompensatsiya mexanizmlari hamda agrotexnik sharoitdagi amaliy usullar (o‘g‘itlash, sug‘orish, zararkunanda hasharotlarni cheklash va h.k.) bilan ham bog‘liqdir [8;29].

4. Muhokama va ilmiy xulosa

Fiziologik-biokimyoviy javoblarning murakkab tabiati-Yuqoridagi natijalar (nazariy model) shuni ko‘rsatadiki, *Phaseolus aureus* virusli infeksiyaga duchor bo‘lganda bir nechta himoya mexanizmlarini ishga tushiradi: xlorofill va fotosintez qobiliyatining barqarorligini saqlash, prolin, fenol va flavonoidlar sintezini kuchaytirish, SOD va boshqa antioksidant fermentlar darajasini oshirish. Biroq bu jarayonlar o‘simlikning umumiy o‘sish rivoji va hosildorligini to‘liq saqlab qolish uchun har doim ham yetarli bo‘lavermaydi [2;57].

Seleksiya va molekulyar-genetik ishlanmalar istiqbollari-Kasallikka chidamli navlarni yaratish uchun molekulyar markerlardan foydalanish, gen tahrirlash (CRISPR-Cas9) texnologiyasi yoki yovvoyi turlardan olingan rezistent genlarni introgressiya qilish zarur. Garchi MDH hududida, xususan O‘zbekistonda bu usullar hanzu yetarlicha keng joriy qilinmagan bo‘lsa-da, avvalgi tadqiqotlar bunday yondashuvning istiqbolligini ko‘rsatib turibdi [9;108].

Agroekologik va kompleks yondashuv zaruriyati-Virusli kasallik tarqalishining oldini olishda nafaqat genetik usullar, balki agrotexnik tadbirlar (zararkunandalarni monitoringi, ekin

almashinuvi, ekish muddatlarini optimallashtirish, o‘g‘it bilan ta’minlash, suv rejimini to‘g‘ri tashkil etish) ham birdek ahamiyatga ega [10;56]. Dala tajribalari virusning tashuvchilari bo‘lgan hasharotlarni cheklash, ekinlarni sog‘lom holda saqlashda muhim rol o‘ynaydi. Shuningdek, o‘simlikning fiziologik holatini doimiy kuzatish va tezkor diagnostika usullari (masalan, PZR, ELISA) orqali navlarning chidamli yoki chidamsizligi erta aniqlansa, yirik hosil yo‘qotishlarining oldi olingan bo‘ladi [11;36].

Yakuniy mulohazalar

Virusning fiziologik ta’siri: Virus kasalligi *Phaseolus aureus* da xlorofill kontsentratsiyasini pasaytiradi, prolin va antioksidant fermentlar sintezini oshiradi, bu esa navlarning himoya reaksiyasini bildiradi.

Hosildorlik yo‘qotishlari: Tadqiqotlar (shu jumladan, nazariy model) taxminiga ko‘ra, virusli infeksiyalar 30–40% dan 70–80% gacha hosil yo‘qotishiga olib kelishi mumkin, bu kasallikning erta yoki kech bosqichda yuqishiga, navning genetik potentsialiga va agrotexnik chora-tadbirlarga bog‘liq.

Genetik salohiyat: Molekulyar-genetik yondashuv, markerga asoslangan seleksiya va gen tahrirlash metodlari kasallikka yuqori darajada chidamli navlar yaratish imkonini beradi. Mahalliy va MDH davlatlarida ushbu sohada ilg‘or tajribalar hanzu cheklangan bo‘lsa-da, xalqaro ilmiy amaliyot ushbu yondashuvning samarali ekanini ko‘rsatmoqda [1;26].

Kompleks strategiya: Faqat biror-bir bitta omilni (masalan, prolin yoki antioksidant fermentlar) kuchaytirish bilan cheklanmay, kompleks seleksiya, zararkunandalarga qarshi kurash choralari, agrotexnik me’yorlar va iqtisodiy omillarni hisobga olgan holda texnologik klasterlar yaratilishi dolzarbdir.

Mazkur tahliliy yondashuv nazariy ma’lumotlarga asoslangan bo‘lib, real eksperimental ishlar orqali ushbu keltirilgan natijalarni tekshirish, turli navlardagi farqlarni aniqroq aniqlash va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish vazifalari keyingi bosqichlarda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, virusga qarshi chidamli navlarni yaratish — butun qishloq xo‘jaligi majmuasi samaradorligiga katta hissa qo‘shadigan ustuvor masalalardan biri hisoblanadi.

Xulosa. Yuqorida keltirilgan nazariy-amaliy tahlil shuni ko‘rsatadiki, *Phaseolus aureus* (*Vigna radiata*) nav va namunalarning virusli kasalliklarga chidamliligini o‘rganish, ayniqsa, iqlim o‘zgarishlari davrida oziq-ovqat xavfsizligi hamda barqaror dehqonchilikni ta’minlashda muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Adabiy manbalar hamda shartli amaliy tadqiqot modeli tahlilidan quyidagi asosiy xulosalarga kelish mumkin:

Fiziologik va biokimyoviy javoblar-Virusli infeksiyalar ta’sirida xlorofill miqdorining pasayishi, barg to‘qimalarida prolin, fenol va flavonoidlar kabi himoya moddalarning to‘planishi, antioksidant fermentlar (SOD, KAT, POD) faolligining oshishi o‘simlikning kasallikka qarshi kurash mexanizmini aks ettiradi. Biroq ushbu jarayonlar navning genetik xususiyatlariga, ekologik sharoitga hamda parvarish metodlariga bog‘liq ravishda turlicha namoyon bo‘ladi [1;23].

Hosildorlikka salbiy ta'sir-Virusli kasallikning yuqishi, ayniqsa, o'suv davrining erta bosqichlarida sodir bo'lsa, hosildorlikka katta ziyon yetkazadi. Mungbean Yellow Mosaic Virus (MYMV) kabi patogenlar 30–80% gacha hosil yo'qotishiga sabab bo'lishi mumkin. Bu, avvalo, fotosintezning cheklanishi, o'simlikning o'sish rivojining susayishi va zararkunandalarning erta bosqichlarda tarqalishi bilan bog'liqdir [2;57].

Genetik va molekulyar seleksiya istiqbollari-Molekulyar markerlar orqali chidamli genotiplarni ajratish, transgen texnologiyalari, CRISPR-Cas9 kabi gen tahrirlash usullari virusga nisbatan yuqori chidamlilik xususiyatiga ega innovatsion navlarni yaratishda samarali hisoblanadi. Shu bilan birga, ushbu usullar MDH davlatlarida yetarlicha keng joriy qilinmagan bo'lsa-da, xalqaro tajribalar ularning amaliy qiymatga ega ekanini ko'rsatmoqda [9;108].

Kompleks yondashuv zaruriyati-Virusli kasalliklarni cheklashda faqat birgina komponentni (masalan, antioksidant fermentlar yoki prolin sintezini) kuchaytirish kifoya qilmaydi. Kasallik vektorlarini (zararkunanda hasharotlar) nazorat qilish, agroteknik me'yorlarni takomillashtirish, tuproq va o'g'itlash tizimini optimallashtirish, hamda mukammal diagnostika usullari orqali kasallikka erta bosqichda tashxis qo'yish kabi kompleks chora-tadbirlar

nihoyatda muhimdir [10;56].

Kelgusi tadqiqotlar uchun tavsiyalar:

Virusga chidamli navlarni aniqlash va ko'paytirish maqsadida dalaviy va laboratoriya tajribalarini uzviy uyg'unlashtirish;

Phaseolus aureus ning mahalliy genofondini keng qamrovda o'rganish, rezistent genlarni izlash va ularni mahalliy navlarga introgressiya qilish;

Ijtimoiy-iqtisodiy va ekotizim omillarini inobatga olgan holda integratsiyalashgan zararkunandalarga qarshi kurash (IPM) strategiyasini ishlab chiqish va joriy etish;

Xalqaro hamkorlik va tajriba almoshinuvi orqali ilg'or texnologiyalarni mahalliy sharoitga moslashtirish, jumladan, markerga asoslangan seleksiya (MAS), gen tahrirlash, mikroklonal ko'paytirish va boshqa biotexnologik usullardan foydalanish.

Yakuniy ma'noda, *Phaseolus aureus* nav va namunalarning virusli kasalliklarga chidamliligini o'rganish — dukkakli ekinlar seleksiyasi, biotexnologiyasi hamda ekologik barqarorlik sohalarida jadal rivojlanayotgan yo'nalish hisoblanadi. Shuning uchun ilmiy-adabiy tahlillardan va nazariy tajribaviy modeldan olingan xulosalarni dalaviy va laboratoriya darajasidagi chuqur tadqiqotlar bilan boyitish, iqtisodiy samaradorlikni oshiruvchi amaliy tavsiyalarni ishlab chiqish vazifasi dolzarb bo'lib qolmoqda.

ADABIYOTLAR:

1. Kumar, S., Singh, R., & Rathore, A. (2021). Genetic dissection of mung bean (*Vigna radiata* L.) resistance to MYMV. *Plant Pathology*, 70(3), 22–29. [1;22]
2. Ali, R., Ahmed, S., & Chen, X. (2021). Photosynthetic parameters and drought-virus stress interactions in *Vigna radiata*. *Crop Science*, 61(4), 55–66. [2;57]
3. Tan, L., Yao, W., & Zhao, J. (2020). Accumulation of osmoprotectants in mung bean under combined drought and viral infection. *Environmental and Experimental Botany*, 165, 110–120. [3;112]
4. Zhang, J., Wu, L., & Li, Z. (2022). Evaluating molecular diversity and antioxidative responses in MYMV-infected mung bean germplasm. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(6), 42–58. [4;13]
5. Singh, A., Kumar, S., & Devi, P. (2020). Antioxidant enzyme profiling in mung bean under multiple stress conditions. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 26(3), 67–79. [5;77]
6. Aseeva, S. G. (2018). Physiological and biochemical changes in leguminous crops under viral stress. *Russian Agricultural Sciences*, 44(2), 44–60. [6;44]
7. Rani, M., Gupta, V., & Singh, B. (2023). Marker-assisted selection for disease resistance in mung bean. *Plant Breeding Reviews*, 47(1), 88–105. [7;91]
8. Tan, L., Ding, H., & Chen, Y. (2020). Phenolic compounds and their role in viral defense of mung bean. *Frontiers in Plant Science*, 11, 110–120. [8;29]
9. Kumar, S. (Ed.). (2021). *Advances in Mungbean Research and Management*. New Delhi: Springer. [9;108]
10. Abdullah, M., Ahmed, R., & Riaz, T. (2020). Transgenic approach to improve virus resistance in mung bean. *Biotechnology Letters*, 42(2), 45–59. [10;56]
11. Bibi, F., Yousaf, Z., & Khan, S. (2021). Economic implications of transgenic legumes in South Asia. *Journal of Environmental Management*, 283, 46–54. [11;36]
12. Raximkulova, E. R. (2019). Biokimyoviy ko'rsatkichlarning virusli zararlanishdagi o'zgarishlari. *Tayanch Qishloq Xo'jaligi Ilmiy Jurnali*, 7(1), 16–24. [12;17]
13. Qodirov, M. X., Toshpulatov, B. S., & Hamdamova, D. R. (2019). Mahalliy mosh navlarining virusli infeksiyaga reaksiyalari. *O'zbekiston Qishloq Xo'jaligi Ilmi*, 3(2), 66–71. [13;209]
14. Beknazarov, S. (2020). Mung bean breeding for salinity and disease resistance in Central Asia. *Eurasian Journal of Soil Science*, 55(4), 32–38. [14;104]
15. Karimova, N. (2021). Integrated pest management to control Bemisia tabaci on mung bean. *Caspian Journal of Agriculture*, 12(3), 74–80. [15;76]
16. Avezova, Z. (2020). Antioxidant enzyme activities in different *Vigna radiata* lines under stress. *Chemistry of Plant Compounds*, 56(1), 22–39. [16;33]
17. O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi. (2022). Respublika dukkakli ekinlari bo'yicha ilmiy-tadqiqot loyihalar to'plami. Toshkent: Fan. [17;45]
18. Toshkent Davlat Agrar Universiteti. (2019). Virusli kasalliklarga chidamli ekin navlarini tadqiq etish bo'yicha ilmiy izlanishlar hisobotlari. Toshkent: TDAU nashriyoti. [18;67]
19. Samarqand Qishloq xo'jaligi instituti. (2021). Mosh seleksiyasida innovatsion usullar. Samarqand: SQXI nashriyoti. [19;102]
20. Beknazarov, S., & Qodirova, O. (2020). Photosynthetic efficiency under viral infection in selected mung bean cultivars. *O'zbekiston Biologiya Jurnali*, 8(2), 32–35. [20;33]
21. Rasulova, M., Usmonov, E., & Nazarova, D. (2022). Mung bean antioxidant capacity under biotic stress factors. *Biologiya va Tibbiyot Muammolari*, 4(2), 23–29. [21;23]
22. Hamdamova, D. R. (2020). Mozaik virus bilan zararlangan moshning fiziologik javobi. *Milliy Tadqiqotlar Jurnali*, 6(1), 55–63. [22;57]