



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
2022-ci il üçün ƏSAS qrant müsabiqəsinin
(AEF-MCG-2022-1(42)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 5-ci mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Kənd təsərrüfatı əhəmiyyətli bitkilərdə ciddi təhlükə yaradan fitopatogenlərin molekulyar intraspesifik müxtəlifliyinin metagenom analizi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Sultanova Nərgiz Fəxrəddin qızı**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2022-1(42)-12/07/3-M-07**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **31 mart 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **18 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 may 2023-cü il - 01 noyabr 2024-cü il**

Layihənin V mərhələ üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- | | |
|----------|--|
| 1 | <p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər
(burada doldurmalı)</p> <p>1. Mövzu üzrə müasir ədəbiyyatın araşdırılması, xarici həmkarlarla fikir mübadiləsinin aparılması, metodların optimallaşdırılması.</p> <p>Qlobal ərzaq təhlükəsizliyi konsepsiyası əhalinin keyfiyyətli, ekoloji cəhətdən təmiz qida məhsulları ilə uzunmüddətli və etibarlı təminatı kimi müasir dövrün ən prioritet məsələlərin həllinə yönəldilmişdir. Patogen – sahib orqanizm və vektor daşıyıcı arasında mövcud olan mürəkkəb əlaqələrin molekulyar mexanizmlərinin öyrənilməsi, karantin əhəmiyyətli, eyni zamanda qeyri-müəyyən etiologiyalı fitopatogenlərin identifikasiyası, patogenlərə qarşı davamlılıq mexanizmlərinin tədqiqi molekulyar epidemiologiya, təkamül genomikası, xəstəliklərin proqnozlaşdırılması və onlara nəzarətin artırılması baxımından olduqca əhəmiyyətlidir. Qeyd etmək lazımdır ki, buğda strateji əhəmiyyətli kənd təsərrüfatı bitkisi olmaqla yanaşı, qlobal ərzaq təhlükəsizliyində mühüm rol oynayır və dayanıqlı kənd təsərrüfatı sahələrinin inkişafı istiqamətində aparılan elmi-tədqiqat işlərinin unikal tədqiqat obyektini kimi müstəsna əhəmiyyətə malikdir. Bir zəncirli DNT tərkibli Geminivirus ailəsinə aid olan <i>Wheat dwarf virus</i> (WDV), müsbət bir zəncirli RNT tərkibli Potivirus ailəsinə aid olan <i>Wheat streak mosaic virus</i> (WSMV), polerovirus <i>Barley yellow dwarf virus</i> (BYDV) kimi buğda virusları müxtəlif xəstəliklər törətməklə kənd təsərrüfatı üçün ciddi təhlükə yaradırlar və bu mühüm ərzaq məhsulunun məhsuldarlığını kifayət qədər azaltmağa qadirdirlər. Buğda viruslarının tədqiqi xəstəliklərin yayılmasının qarşısını almaq, buğda istehsalının davamlılığını təmin etmək, davamlı sortların yaradılması və viruslara qarşı effektiv mübarizə üsullarının işlənilib hazırlanması üçün olduqca vacibdir.</p> |
|----------|--|

Qlobal iqlim dəyişikliyi və qlobal kənd təsərrüfatı ticarəti fonunda viral infeksiyaların sürətlə yayılması risklərinin ilbəl artması buğda viruslarının öyrənilməsini xəstəliklərə nəzarət mexanizminin formalaşdırılmasında və ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsində mühüm elementə çevirir. Bu məqsədlə virus və sahib bitki arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin molekulyar mexanizmlərinin əsasında duran virus patogenezi zamanı bitkinin antioksidant və metabolik sistemində baş verən dəyişikliklər haqqında ən müasir elmi tədqiqat işləri araşdırılmış, eyni zamanda proseslərə cavabdeh fermentlərin aktivliklərinin təyini metodları optimallaşdırılmış və Almanyanın DSMZ Leibniz və Julius Kühn İnstitutlarının Bitki virusları şöbəsinin müdiri Stephan Winter ilə mövzu ətrafında elmi müzakirələr aparılmış və müəyyən modifikasiyalar etməklə daha səmərəli yeni metodlar işlənilib hazırlanmışdır.

2. Davamlı fitosanitar monitorinqlərin aparılması məqsədilə üzüm, buğda və kartof kimi strateji əhəmiyyətə malik kənd təsərrüfatı bitkiləri yetişdirilən ərazilərdə ilkin fitopatoloji müayinələrin aparılması və xəstəlik ocaqlarının müəyyən edilməsi.

Avropada dənli bitkilərdə 30-dan çox fərqli virusun mövcud olduğu məlumdur. Qonşu ölkələr daxil olmaqla bütün dünyada geniş yayılan bir zəncirli DNT tərkibli Geminiviridae ailəsinə aid olan *Wheat dwarf virus* (WDV), müsbət bir zəncirli RNT tərkibli Potiviridae ailəsinə aid olan *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) və Poleroviridae ailəsinə aid olan *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) buğda viruslarını aşkar etmək məqsədilə 2024-cü ilin aprel ayının ortaları və may ayının son həftəsində Cəlilabad rayonunun Göytəpə qəsəbəsi, Maşlıq, Bozayran, Alar, Təzəkənd və Qarazəncir kəndlərində, Masallı rayonunun Öncəqala və Təzə Alvadı Xıl, Xırmandalı, Sərçüvar kəndlərində, Qobustan bölgə təcrübə stansiyasında, o cümlədən KTN ET Əkinçilik institutunun elmi-təcrübə bazasında yerləşən əkin sahələrində fitopatoloji monitorinqlər və müayinələr həyata keçirilmişdir. Fitopatoloji monitorinqlərin davamı olaraq təkrar fitosanitar müayinələr eyni zamanda iyul ayının ilk həftəsində Cəlilabad, Masallı və Biləsuvar rayonlarında aparılmışdır. Bu zaman müxtəlif üzüm sahələrində GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV 1+3, GLRaV-4, GLFV və GVA viruslarının fitopatoloji qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Həyata keçirilən müayinələr zamanı ümumilikdə xəstə bitkilərin yarpaq ayasının səthində kələkötürlük, yarpağın burulub-qıvrılması, yarpaqda nekroz ləkələrin əmələ gəlməsi, yarpaqda qəhvəyi rəngli həlqəvi ləkələrin və yarpaq mozaykasının əmələ gəlməsi (açıq sarı və tünd yaşıl hissələrin bir-birini əvəz etməsi), yarpaqların saralması, qızarması, bitkidə cırdanboyluluğun əmələ gəlməsi, bitkinin solması kimi virus əlamətləri müşahidə edilmişdir. Fitopatoloji qiymətləndirmə zamanı buğda bitkisiində BYDV, üzüm bitkisiində GLRaV-3 virusunun, kartofda isə müsbət bir zəncirli RNT tərkibli *Potyviridae* ailəsinə aid olan potiviruslar PVY virusunun dominantlıq təşkil etdiyi məlum olmuşdur. Monitorinqlərin əhatə etdiyi hər bir sahə GPS kordinatları, iqlim şəraiti, virus xəstəliyinin simptomlarının inkişaf mərhələsi və həşərat populyasiyalarının mövcudluğu və ya yoxluğu qeyd edilən standartlaşdırılmış formatdan istifadə edilərək qiymətləndirilmişdir. Hər bir sahədə virus xəstəliyinə yoluxma halları vizual simptomlar əsasında müəyyən edilmiş, yoluxmuş bitkilərin faizi sahə daxilində təsadüfi seçilmiş müxtəlif yerlərdə hesablanmışdır. Simptomatik bitki nümunələri polietilen torbalara yerləşdirilmiş və ya dərhal istifadə üçün maye azotda dondurulmuşdur. Laboratoriyalara gətirilən nümunələr analizlərin məqsədindən asılı olaraq -80 °C-də və ya -20 °C soyuducuya qoyulmuşdur. Bundan əlavə, sağlam və asimptomatik bitkilərin yarpaqları toplanmış və biokimyəvi analizlər üçün nəzarət (sağlam kontrol) variantı kimi istifadə edilmişdir.

3. Bitki nümunələrinin toplandığı coğrafi koordinatlar və vizual diaqnostikanın nəticələri nəzərə alınmaqla hər bir fitopatogen üçün spesifik immunostriplərdən və ELİSA kitlərdən (Agristrip kit, Bioreba) istifadə etməklə fitopatogenlərin ilkin skrininqinin aparılması.

Bitki nümunələrinin toplandığı coğrafi koordinatlar və vizual diaqnostikanın nəticələri nəzərə alınmaqla hər bir virus üçün spesifik kitlərdən (DSMZ, Almaniya) istifadə etməklə Double Antibody Sandwich ELISA (DAS-ELISA) metoduna əsasən 96 yuvalıq polistiroil tərkibli mikropləşet üzərində ilkin skrininq aparılmışdır. Analizin vəsfi olaraq dəyərləndirilməsi əvvəlcə mikropləşet üzərində rəngin açıq sarıdan tünd sarıya qədər dəyişməsinə əsasən verilmişdir. Daha sonra müsbət nəticə göstərən nümunələrdə virusun qatılığı 405 nm dalğa uzunluğunda işıq udulma intensivliyinə əsasən mikrohəcmlər üçün nəzərdə tutulmuş spektrofotometrə (Stat Fax Microplate, Awareness Technology,

ABŞ) hesablanmışdır.

Cədvəl 1. Virusların xarakterik əlamətlərinə malik bitki nümunələrinin DAS-ELİSA nəticələri.

Bitki nümunəsi	Virusun qatılığı (405 nm)	WDV	WSMV	BYDV
W #1	1,542	+	-	-
W #2	1,764	+	-	-
W#3	1,593	+	-	-
W#4	1,804	+	-	-
W#5	1,461	-	+	-
W #6	1,843	-	+	-
W#7	1,802	-	+	-
W#8	1,677	-	-	+
W#9	1,743	-	-	+
W#10	1,614	-	-	+
Pozitiv		1,641	1,722	1,701
Neqativ		0,105	0,112	0,097

Analiz zamanı nəzarət variantı kimi (test olunan virusa qarşı neqativ) istifadə edilmiş nümunələrdən üç dəfə artıq qatılıq göstərən bitki nümunələri test olunan virusa qarşı pozitiv kimi qeydə alınmışdır. Molekulyar analizlər üçün toplanmış bitki nümunələri xüsusi paketlərdə -80 °C –də soyuducuya qoyulmuşdur. Ümumilikdə virus xəstəliklərinin əlamətlərinə malik 57 bitki nümunəsi toplanmışdır. Nəticədə analiz olunan 57 bitki nümunəsinin 24.56% (14/57) WDV, 28.07% (16/57) WSMV və 15.79% (9/57) BYDV virusları aşkar edilmişdir.

Tədqiqat nəticələrinə əsasən BYDV virusu əvvəlki illərlə müqayisədə cari il daha geniş yayılmışdır. WSMV virusunun isə yayılma dərəcəsi əvvəlki illər ilə müqayisədə azalmışdır. WDV virusunun yayılma dərəcəsi 2022-ci ildə 27.9%, 2023-cü ildə 13.2%, 2024-cü ildə isə 20.7% təşkil etmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiqatlar nəticəsində heç bir qarışıq virus infeksiyası aşkar edilməmişdir.

4. ELİSA zamanı hər bir virusa görə pozitiv nəticə göstərən nümunələrdən CTAB və TRİ reagent (İnvitrogen, USA) istifadə etməklə total DNT və RNT-lərin ekstraksiyası, onların miqdarının və təmizlik dərəcəsinin spektrofotometrik və elektroforetik üsul ilə təyini, tədqiqat işləri üçün seçilmiş DNT və RNT -lərin RT-PZR və PZR ilə amplifikasiyası.

Seroloji diaqnostikanın nəticələri RT-PCR və PZR metodları ilə təsdiq edilmişdir. RT-PCR virus genomunun CP geninə spesifik BYDV1/ BYDV2, WSMV1/ WSMV2 və WDV3/ WDV5 praymer cütlərindən istifadə etməklə həyata keçirilmişdir.

Buğda bitkisindən ayrılmış RNT və DNT nümunələrinin RT-PCR analizi spesifik praymerlərdən istifadə etməklə həyata keçirilmiş və nəticədə gözlənilən ölçüdə 550 bp, 178 bp and 404 bp uzunluğunda fraqmentlər sintez edilmişdir. Alınan fraqmentlər əsasında tədqiq olunan nümunələrdə uyğun olaraq WSMV, WDV, və BYDV viruslarının identifikasiyası həyata keçirilmiş və uyğun virus genomlarının müqayisəli molekulyar xarakteristikası verilmişdir.

Təqvim planına uyğun olaraq virus patogenezi zamanı bitkidə fizioloji və biokimyəvi aspektdə baş verən bəzi dəyişikliklər də tədqiq edilmişdir.

5. Virus aşkar olunmuş bitki nümunələrində oksigenin aktiv formalarının (OAF) əmələ gəlməsinin histokimyəvi analiz ilə təyini.

Məlumdur ki, biotik stres şəraitində prosesi sürətlənir və nəticədə oksidləşdirici stres yaranır.

Bitkilərin OAF-dən müdafiəsində bitkinin antioksidant sistemləri aparıcı rol oynayır. Virusla yoluxmuş bitki yarpaqlarında histokimyəvi metodla superoksid anionu və hidrogen peroksid sərbəst radikalların əmələ gəlməsi öyrənilmişdir. Sərbəst radikalların əmələ gəlməsi infeksiyanın toplandığı yerlərdə rəngin dəyişməsi ilə müəyyən edilmişdir. Histokimyəvi metodla superoksid anionunun təyini üçün nitrogöytetrazoldan (NGT), hidrogen-peroksidin təyini üçün diaminobenzidindən (DAB) istifadə edilmişdir. Nəticədə virusla yoluxmuş bitkilərdə sərbəst radikalların daha intensiv olması və daha çox yerlərdə toplanması müşahidə edilmişdir. Yarpaqların müxtəlif yerlərində sərbəst radikalların toplanması bitkilərdə patogeneza zamanı oksidləşdirici stresin yarandığını göstərmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, hidrogen peroksid hüceyrələrdə həm normal şəraitdə, həm də müxtəlif stressorların təsiri zamanı yaranır. Bitki hüceyrələrində hidrogen peroksid β -yağ turşularının oksidləşməsi və fototənəffüs nəticəsində əmələ gələ bilər. Mitoxondrilər, xloroplastların, endoplazmatik şəbəkə və plazmatik membranın elektron nəqliyyat zənciri hidrogen peroksid radikallarının əsas mənbəyi hesab edilərsə də bitki yarpaqlarında H₂O₂ radikallarının yüksək miqdarda toplanması hüceyrə ölümünə səbəb ola bilər. Superoksid anion radikallarını təyin etmək üçün petri kasalarına yerləşdirilmiş 2-3 sayda orta ölçülü yarpaq nümunələrinin üzərinə 6 mM NGT və 50 mM NaH₂PO₄ (pH 7.5) qarışığı əlavə edilərək 12 saat müddətində qaranlıqda otaq temperaturunda inkubasiya olunmuşdur. Sonra reaksiyanı dayandırmaq məqsədilə yarpaqlar 5-7 dəq müddətinə qliserin spirt məhluluna (1:4) salınmışdır. Xlorofildən azad olmaq məqsədilə yarpaq nümunələri 5 dəqiqə müddətində distillə suyunda qaynadılmış və 75%-li etanolunda və ya asetonda saxlanılmışdır. Xarakter əlamətləri olan yarpaq nümunələrinin şəkilləri çəkilmişdir. Hidrogen peroksidin histokimyəvi təyini üçün 2-3 sayda yarpaq nümunələri Petri kasalarına yerləşdirilərək üzərinə tərkibində 10 mM MES və 5 mM DAB (diamino benzidin) (pH 3,8) məhlulu əlavə edilmiş, qaranlıqda 12 saat ərzində inkubasiya olunmuşdur. Reaksiya 1:4 nisbətində qliserin məhlulu ilə dayandırılmış, xlorofildən azad olmaq məqsədilə yarpaq nümunələri 5-7 dəqiqə müddətində distillə suyunda qaynadılmış və 75%-li etanolunda və ya asetonda saxlanmışdır. Xarakter əlamətləri olan yarpaq nümunələrinin şəkilləri çəkilmişdir. Tədqiqatların işin təqvim planına uyğun olaraq ZEISS Axiocam 208 color 4K mikroskopu vasitəsilə davam etdirilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

6. *Virus infeksiyasının buğda yarpaqlarında NAD- və NADP- malatdehidrogenaza fermentlərinin fəallığına təsiri.*

Virus patogenezi zamanı inkişafın, böyümənin dayanması bitkilərin metabolizminin pozulması ilə izah olunur. Viruslar bütün dünyada geniş tədqiq olunsada, onların təsirindən bitkilərdə metabolizmin müxtəlif səviyyələrində baş verən dəyişikliklər az öyrənilmişdir. Malat metabolizmi fermentləri mühüm və mürəkkəb bir rola malik olub ali bitkilərdə karbonun və enerjinin paylanmasında mühüm rol oynayır. NAD-malatdehidrogenaza (MDH, L-malat-NAD oksidoreduktaza, EC 1.1.1.37) heyvanlarda, bitkilərdə və mikroorqanizmlərdə geniş yayılmışdır. MDH, bir sıra metabolik və hüceyrə proseslərində iştirak edən oksaloasetat və malatın əks reaksiya ilə çevrilməsini kataliz edərək NAD/NADH nisbətini hüceyrədaxili mühitdə sabit saxlayır. Malatdehidrogenaza sistemi fermentlərinin bir neçə əsas metabolik yolları əhatə edərək hüceyrə metabolizmində integrativ rola malik olması məlum olmuşdur. Analizlər üçün təyin edilən üç müxtəlif qatılıqda virusla yoluxmuş bitki nümunələri və nəzarət variantı olaraq eyni ərazidən toplanmış sağlam (simptomsuz və yoxlanılan bütün viruslar üçün seroloji və molekulyar skriningin nəticələrinə görə neqativ) bitki nümunəsi seçilmişdir. Fermentlərin aktivliyini təyin etmək üçün yarpaqlar gövdədən ayrılmış, distillə suyu ilə yuyulduqdan, filtr kağızı ilə qurudulduqdan sonra xırda hissələrə doğranmış və həvəngdəstədə kvarts qumunun iştirakı ilə 2 dəqiqə müddətində 20 mM MgCl₂·6H₂O, 1 mM EDTA, 5 mM DTT, 20% qliserin və 0,5% polovinilpirrolidon tərkibli, 100 mM TRIS-HCl (Ph 8,0) bufer məhlulunda homogenizasiya olunmuşdur. Bu proses 1 q yarpağa 5 ml bufer məhlulu əlavə etməklə +40C temperaturda aparılmışdır. Alınan homogenat ikiqat kaprondan süzüləndən sonra nüvədən və parçalanmayan bitki toxumalarından azad olunmaq üçün əvvəlcə 10 dəq 10000rpm sürəti ilə sentrifüqalaşdırılmışdır. Çöküntü atıldıqdan sonra çöküntüüstü maye fermentlərinin aktivliklərinin tədqiq olunması məqsədi ilə istifadə olunmuşdur. NAD-malatdehidrogenaza aktivliyinin təyin olunması: NAD-malatdehidrogenaza aktivliyi (Ultrospec 3300 pro, Amersham, USA) markalı spektrofotometrin köməyi ilə təyin olunmuşdur. Oksaloasetatın

reduksiyasının reaksiya mühiti 1 mm oksalasetat , 10 mg/ml qara malın zərdab albumini (BSA), 10 mM MgCl₂ (2 mM), 0,15 mM NAD·H ibarətdir. Reaksiya mühitə oksalasetat əlavə etməklə başlanır. Birbaşa reaksiyanın mühiti: 100 mM TRIS-HCl, pH 9,0 30 mM malat, 0,2 mM NAD. Spektrofotometrik ölçmələr 1,0 ml həcmli spektrofotometrik küvyetlərdə aparılmışdır. NADP-malatdehidrogenazanın aktivliyinin təyini NAD-malatdehidrogenaza aktivliyinin fərqli olaraq fermentin aktivləşdirilməsi ilə başlayır. Aktivləşmə buferinin tərkibinə 10 mq/ml qara malın zərdab albumini və ferment preparatı daxil olan pH 8,0, 1 M Tris-HCl buferindən ibarət aktivləşdirici mühitdə 100 mM DTT-nin iştirakı ilə 15 dəqiqə müddətində aparılmışdır.

NADP-MDH üçün reaksiya mühiti: 100 mM, pH 8,0, Tris-HCl buferi, 10 mq/ml 113 BSA, 0,5 M EDTA·4Na, 20 mM MgCl₂, 10 mM NADP·H və 30 µl aktivləşdirilmiş ferment preparatı. Reaksiya mühitinə 10 mkl 1 mM OA əlavə etməklə reaksiyanın başlanmasına start verilir. Fermentin aktivliyinin təyini 1 dəq müddətində reaksiyanın gedişi zamanı NADP·H-in sərf olunması ilə əlaqədar olaraq optiki sıxlığın azalmasına əsaslanmışdır. Küveytdəki NAD·H-in miqdarı 340 nm dalğa uzunluğunda 1 dəqiqə ərzində bu birləşmənin molyar qatılığının optiki sıxlığının azalmasına əsasən təyin edilmişdir. NAD-malatdehidrogenaza aktivliyi aşağıdakı düstura əsasən hesablanmışdır: $A = DOP \cdot v / e \cdot b \cdot \tau$

A – beynəlxalq sistemdə aktivlik, DOP-optiki sıxlığın bir dəqiqə ərzində dəyişməsidir, b – reaksiya mühitinin həcmi (ml), τ-reaksiyanın gedişinə sərf olunan zamandır, e – ekstinksiyanın millimolyar ekvivalentidir, NAD-malatdehidrogenazanın kofermenti olan NAD⁺ və NADH üçün 340 nm dalğa uzunluğunda maksimum udulma zamanı 6,22 mm·sm⁻¹-ə bərabərdir, b – reaksiya mühitinə əlavə olunan ferment ekstraktının həcmidir (µl). Fermentlərin xüsusi aktivlikləri zülalə və 1 q yaş çəkiyə görə hesablanmışdır. Bu 1 ml ferment ekstraktında olan fermentin aktivliyinin 1 ml-də olan zülalın miqdarına, yaxud da 1 ml ferment ekstraktında olan fermentin aktivliyinin yarpağın yaş çəkisinin qramlarla miqdarına bölünməsi yolu ilə hesablanmışdır.

NADP-MDH fermenti NADP elektron akseptorunun regenerasiyası üçün NADPH-dan istifadə edərək oksalasetatı malata çevirir. Fermentin aktivlik səviyyəsi bitkinin cavan yarpaqlarında daha yüksək olur və yarpaqlar qocaldıqca bu səviyyə aşağı düşür. Bu fakt NADP-MDH-nin fermentativ aktivliyinin metabolizm ilə sıx əlaqədə olduğunu göstərir. NADP-MDH-nin aktivləşməsi onun məhsulu olan NADP ilə inhibirləşir. Buna görə də NADPH xloroplastda assimilyasiya prosesləri üçün sərf olunduqda NADP-MDH öz aktivliyini “söndürür”. Bunun sayəsində malat kimi reduksiyaedici ekvivalentlərin ixracı baş vermir. Elektronlar malata köçürüldükcə ATF əmələ gəlməsi davam etdiyi üçün malat klapanı reduksiyaedici ekvivalentlərin dolaylı ixrac sistemi kimi xloroplastlarda ATF/NADPH tarazlığının qorunmasında həlledici rol oynayır. Beləliklə, aparılan tədqiqat işi göstərmişdir ki, sağlam buğda yarpaqları ilə müqayisədə xəstə buğda yarpaqlarında virus infeksiyalarının təsirindən NAD-malatdehidrogenaza və NADP-malatdehidrogenaza fermentlərinin fəallığı artmışdır. Buğda viruslarının metabolik proseslərə təsirinin tədqiqi xəstəliklərin yayılmasının qarşısını almaq, buğda istehsalının davamlılığını təmin etmək, davamlı sortların yaradılması və viruslara qarşı effektiv mübarizə üsullarının işlənilib hazırlanması üçün olduqca vacibdir.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)

(burada doldurmalı)

100%

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr**, onların yenilik dərəcəsi

(burada doldurmalı)

1. Virus və sahib bitki arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin molekulyar mexanizmlərinin əsasında duran virus patogenezi zamanı bitkinin antioksidant və metabolik sistemində baş verən dəyişikliklər haqqında ən müasir elmi tədqiqat işləri araşdırılmış, eyni zamanda proseslərə cavabdeh fermentlərin aktivliklərinin təyini metodları optimallaşdırılmış və müəyyən modifikasiyalar etməklə daha səmərəli yeni metodlar işlənilib hazırlanmışdır.
2. Fitopatoloji qiymətləndirmə zamanı buğda bitkisinde BYDV, üzüm bitkisinde GLRaV-3

virusunun, kartofda isə müsbət bir zəncirli RNT tərkibli Potyviriidae ailəsinə aid olan potiviruslar PVY virusunun dominantlıq təşkil etdiyi məlum olmuşdur.

3. Ümumilikdə virus xəstəliklərinin əlamətlərinə malik 57 buğda nümunəsi toplanmışdır. ELİSA nəticələrinə uyğun olaraq analiz olunan 57 bitki nümunəsində 24.56% (14/57) WDV, 28.07% (16/57) WSMV və 15.79% (9/57) BYDV virusları aşkar edilmişdir.
4. Buğda bitkisindən ayrılmış RNT və DNT nümunələrinin RT-PCR analizi spesifik praymerlərdən istifadə etməklə həyata keçirilmiş və nəticədə gözlənilən ölçüdə 550 bp, 178 bp and 404 bp uzunluğunda fraqmentlər sintez edilmişdir. Alınan fraqmentlər əsasında tədqiq olunan nümunələrdə uyğun olaraq WSMV, WDV, və BYDV viruslarının identifikasiyası həyata keçirilmiş və uyğun virus genomlarının müqayisəli molekulyar xarakteristikası verilmişdir.
5. Histokimyəvi metodla superoksid anionunun təyini üçün nitrogöytetrazoldan (NGT), hidrogenperoksidin təyini üçün diaminobenzidindən (DAB) istifadə edilmişdir. Nəticədə virusla yoluxmuş bitkilərdə sərbəst radikalların daha intensiv olması və daha çox yerlərdə toplanması müşahidə edilmişdir. Yarpaqların müxtəlif yerlərində sərbəst radikalların toplanması bitkilərdə patogenez zamanı oksidləşdirici stresin yarandığını göstərmişdir.
6. Virus infeksiyasının buğda yarpaqlarında NAD- və NADP- malatdehidrogenaza fermentlərinin fəallığına təsiri öyrənilmişdir. Aparılan tədqiqat işi göstərmişdir ki, sağlam buğda yarpaqları ilə müqayisədə xəstə buğda yarpaqlarında virus infeksiyalarının təsirindən NAD-malatdehidrogenaza və NADP-malatdehidrogenaza fermentlərinin fəallığı əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Malatdehidrogenaza sistemi fermentlərinin bir neçə əsas metabolik yolları əhatə edərək hüceyrə metabolizmində integrativ rola malik olması məlum olmuşdur.

Tədqiqat işləri zamanı əldə edilən nəticələrin hamısı tamamilə yenidir.

4 Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

(burada doldurulmalı)

Kənd təsərrüfatı əhəmiyyətli bitkilərdə ciddi təhlükə yaradan fitopatogenlərin molekulyar intraspesifik müxtəlifliyinin tədqiqi məqsədilə üzüm, buğda və kartof nümunələrindən nüvə DNT-ləri **CTAB metodu**, RNT-lər isə **TRI-Reagent (Trizol)** və ya **CTAB** metodu ilə ayrılmışdır. RNA-seq üçün ekstraksiya olunmuş nuklein turşularının qatılıqları və təmizlik dərəcələri **spektrofotometriya** metodu ilə təyin edilmişdir. Bitki nümunələrində virusların deteksiyası və identifikasiyası seroloji (immunoxromotografik test əsaslı **ImmunoStrip/AgriStrip** metodu, **DAS-ELİSA**) və molekulyar metodlardan (**İC-RT-PCR**, **RT-PCR** və **PCR**) istifadə etməklə həyata keçirilmişdir. Bitki nümunələrində nematodların və göbələklərin deteksiyası üçün **mikroskopiya** metodu, identifikasiyası üçün **PCR** metodu istifadə edilmişdir. **TissueLyser LT (Qiagen)** istifadə etməklə bitkilərdən ekstraktların alınması, **Qiaqen Plant MiniKit** ilə RNT ekstraksiyası, **Monarch Plant RNA extraction Kit** ilə RNT ekstraksiyası, RNT və cDNT banklarının (kitabxanalarının) təmizlik dərəcələri müəyyən edilməsi (**Nanodrope** və **elektroforetik**), **Aqaroza gelində elektroforez**, **Gelin sənədləşdirilməsi**, **Total RNT kitabxanaların yaradılması (MinKNOW UI)**, Kompleks bioinformatik analizlər üçün **pipeline** qurulması, **Geneious prime**, **Fasta q**, **Blast-n**, **Blas-p** və **Megan**.

5 Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərç olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) *(surətlərini əlavə etməli!)*

(burada doldurulmalı)

1. Султанова Н.Ф., Гурбанова У.А., Байрамова Н.К., Гусейнова И.М. Исследование метаболических ответов у инфицированной вирусами мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), выращиваемой в Азербайджане. Бюллетень науки и практики / Bulletin of Science and Practice, Сельскохозяйственные науки/Agricultural Sciences, Т. 10. №5. 2024, с. 173-181. https://www.bulletennauki.ru/gallery/102_23.pdf
2. Bayramova N.K., Sultanova N.F., Hüseynova İ.M. GLRaV-3 patogenezi zamanı üzüm yarpaqlarında bəzi fizioloji göstəricilərin təyini. “Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan

- olmasının 101 illiyinə həsr olunmuş müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mözunda beynəlxalq elmi konfransın materialları, IV Hissə, Gəncə Dövlət Universiteti, 2024, səh. 144-146. <https://gdu.edu.az/konfrans-materiallari/>
3. Sultanova N.F., Qurbanova U.Ə., Bayramova N.K. Virus ilə yoluxmuş buğda bitkisinde (*Triticum aestivum* L.) bəzi metabolik fermentlərinin fəallıqlarının təyini. “Ümummillə Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101 illiyinə həsr olunmuş müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mözunda beynəlxalq elmi konfransın materialları, IV Hissə, Gəncə Dövlət Universiteti, 2024, səh. 142-144. <https://gdu.edu.az/konfrans-materiallari/>
 4. Mammadhasanova S.N., Fataliyev Q.H., Sultanova N.F. Occurrence of root-knot nematode species on potato fields of Azerbaijan. “Ümummillə Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101 illiyinə həsr olunmuş müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mözunda beynəlxalq elmi konfransın materialları, IV Hissə, Gəncə Dövlət Universiteti, 2024, səh. 199-200. <https://gdu.edu.az/konfrans-materiallari/>
 5. Sultanova N.F., Bayramova N.K., Huseynova .M. Alteration of chloroplast structural and functional integrity under glrav-3 virus infection leading to symptom formation and inhibition of photosynthesis. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin birgə təşkilatçılığı ilə “Azərbaycanda ətraf mühitin sağlamlaşdırılmasında Ümummillə Lider Heydər Əliyevin rolu” mövzusunda elmi-praktiki konfransın materialları, 23-24 may, 2024, səh. 329-331. https://imbb.az/uploads/elmi_eserler/H.Eliyev_2024.pdf
 6. Mammadov A.Ch., Sultanova N.F., Huseynova İ.M. Molecular detection of some economically important viruses infecting wheat in Azerbaijan. International scientific conference «Science, Technology and Innovative Technologies in the Epoch of the Revival of the new era of a powerful state» held in honor of Science Day in Turkmenistan, 12 - 13 June, Ashgabad, 2024, p. 324-325. https://imbb.az/uploads/elmi_eserler/Ylymlar%20guni_tezis_I%20tom.pdf
 7. Hasanli Kh.H. Sultanova N.F. Real potential threats of tobamoviruses to agricultural production. VII International Conference "Modern Problems of Biology, Ecology and Chemistry", Zaporizhzhia, April 25-27, 2024, p. 189-190. https://imbb.az/uploads/elmi_eserler/Zaporizhzhia-2024.pdf
 8. Sultanova N.F., Bayramova N.K. Prevalence of viruses infecting wheat (*Triticum aestivum* L.) in Azerbaijan. VII International Conference "Modern Problems of Biology, Ecology, and Chemistry," Zaporizhzhia, April 25-27, 2024, p. 200-201. https://imbb.az/uploads/elmi_eserler/Zaporizhzhia-2024.pdf
 9. Sultanova N.F., Hasanli Kh.H. Genetic structure and evolution of tobamoviruses infecting various agriculturally important plants in Azerbaijan. Сборник тезисов и докладов Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2024», 19 апреля Душанбе 2024, с. 3-5. https://imbb.az/uploads/elmi_eserler/Lomonosov.pdf
 10. Султанова Н.Ф., Гасанова С. Э. Интеграция геномного анализа и искусственного интеллекта для прогнозирования вирусных мутаций и предстоящих пандемий. Сборник тезисов и докладов Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2024», 19 апреля Душанбе 2024, с. 6-7. https://imbb.az/uploads/elmi_eserler/Lomonosov.pdf
 11. Bayramova N.K., Sultanova N.F., Huseynova I.M. Ultrastructural changes in grapevine leaf tissues infected with GLRaV-3. Ümummillə Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci il dönümünə həsr olunmuş: “Dayanıqlı kimya və kimya mühəndisliyinə doğru” tələbə və gənc tədqiqatçıların V beynəlxalq elmi konfransı, Bakı Ali Neft Məktəbi, 23-25 Aprel, 2024, səh. 19. https://bhos.edu.az/kcfinder/upload/files/BHOS_Conference_Thesis_2024_17x24sm_for_web.pdf
 12. Sultanova N.F., Huseynova I.M. Molecular detection of some economically important viruses

	<p>infecting wheat crops in Azerbaijan. Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş: “Dayanıqlı kimya və kimya mühəndisliyinə doğru” tələbə və gənc tədqiqatçıların V beynəlxalq elmi konfransı, Bakı Ali Neft Məktəbi, 23-25 Aprel, 2024, səh. 21. https://bhos.edu.az/kcfinder/upload/files/BHOS_Conference_Thesis_2024_17x24sm_for_web.pdf</p>
6	<p>İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər (burada doldurulmalı) Tədqiqat işinin sonunda verilməsi planlaşdırılır.</p>
7	<p>Layihə üzrə ezamiyyətlər (burada doldurulmalı) Layihənin maliyyə dəstəyi ilə AR ETN Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunun Bioadaptasiya laboratoriyasının aparıcı elmi işçisi, b.ü.f.d., dos. Nərgiz Fəxrəddin qızı Sultanova 22.04.2024 – 26.04.2024-cü il tarixlərində Almaniyanın Braunşvayq şəhərində yerləşən Julius Kühn-Institutunda və Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen tədqiqat mərkəzində ezamiyyətdə olmuşdur.</p>
8	<p>Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (burada doldurulmalı) Layihə üzrə Nərgiz Sultanova, Nərgiz Bayramova, Turanə İsgəndərova, Samirə Rüstəмова, Durna Əliyeva, Ulduzə Qurbanova aprel, may, iyun və iyul aylarında Qobustan, Cəlilabad, Masallı, Biləsuvar və Salyan rayonunda elmi ekspedisiyalarda iştirak etmişdilər.</p>
9	<p>Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (burada doldurulmalı) 21-22 May tarixlərində Azərbaycan Respublikası Qida Təhlükəsizliyi Agentliyinin və Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin birgə təşkilatçılığı ilə Bakıda “Yaşıl dünya naminə” Bitki Sağlamlığı Forumunda, 23-24 May tarixlərində “Azərbaycanda ətraf mühitin sağlamlaşdırılmasında Ümummilli Lider Heydər Əliyevin rolu” mövzusunda elmi-praktiki konfransda, 30 May tarixində Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin, Əkinçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutunun və Elm və Təhsil Nazirliyinin Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunun birgə təşkilatçılığı ilə Qobustan Bölgə Təcrübə Stansiyasında “Yaşıl dünya naminə həmrəylik ili”nə həsr edilmiş “Qlobal iqlim dəyişiklikləri şəraitində ərzaq təhlükəsizliyi: dəmyədə taxılçılığın problemləri, müasir yanaşmalarla quraqlığa davamlılığın və məhsuldarlığın artırılması” mövzusunda keçirilən tarla seminarında Bioadaptasiya laboratoriyasının aparıcı elmi işçisi, b.ü.f.d., dos. Nərgiz Fəxrəddin qızı Sultanova və elmi işçi b.ü.f.d. Nərgiz Kamal qızı Bayramova iştirak etmişdirlər. Nərgiz Sultanova, Nərgiz Bayramova, Turanə İsgəndərova, Samirə Rüstəмова, Durna Əliyeva, Ulduzə Qurbanova 27-28 iyun 2024-cü il tarixində AR ETN Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutu və AR KTN Əkinçilik Elmi Tədqiqat İnstitutunun birgə təşkilatçılığı ilə “Qlobal iqlim dəyişiklikləri, fotosintez və dayanıqlı həyat” mövzusunda konfransda iştirak etmişdilər.</p>
10	<p>Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) (burada doldurulmalı) 15-19 Aprel Bakı Ali Neft Məktəbində Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş “Dayanıqlı Kimya və Kimya mühəndisliyinə doğru” Tələbə və Gənc Tədqiqatçıların V Beynəlxalq Elmi Konfransda, 19 aprel aspirant və gənc alimlərin “Lomonosov-2024” beynəlxalq elmi konfransında b.ü.f.d., dos. Nərgiz Sultanova və Nərgiz Bayramova şifahi məruzə ilə çıxış etmişdilər. 25 aprel Ukraynada hibrid formada keçirilən “Biologiya, ekologiya və kimyanın müasir problemləri” VII Beynəlxalq konfransında, 26-27 Aprel tarixlərində Bakı Mühəndislik Universiteti və Dövlət Gömrük Komitəsinin Akademiyasının birgə təşkilatçılığı ilə Ümummilli Lider Heydər Əliyevin</p>

	<p>anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların VIII Beynəlxalq Elmi Konfransında b.ü.f.d., dos. Nərgiz Sultanova və b.ü.f.d. Nərgiz Bayramova “Üzümün yarpaq burulması virusu-3 (GLRaV-3) ilə yoluxmuş yarpaqlarda hüceyrələrinin ultrastruktur patologiyası” mövzusunda məruzə ilə çıxış etmişdir. 3-4 May tarixlərində Gəncə Dövlət Universitetində Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101 illiyinə həsr olunmuş “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi konfransda, 12-13 iyun Türkmənistanda Elm Günü şərəfinə keçirilən “Qüdrətli dövlətin yeni dövrünün dirçəliş dövründə elm, texnologiya və innovativ texnologiyalar” mövzusunda beynəlxalq elmi konfransında Nərgiz Sultanova, Nərgiz Bayramova və Ulduzə Qurbanova aktiv iştirak edərək sertifikatlara layiq görülmüblər.</p>
11	<p>Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar (burada doldurmalı) Əldə olunmamışdır.</p>
12	<p>Yerli həmkarlarla əlaqələr (burada doldurmalı) AR ETN Bakı Dövlət Universiteti, Azərbaycan Respublikası KT ET Üzümçülük və Şərabçılıq İnstitutu, KT ET Əkinçilik İnstitutu, Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti ilə əlaqələr var.</p>
13	<p>Xarici həmkarlarla əlaqələr (burada doldurmalı) Urmiya Universitetinin yardımçı professoru Mina Rastgou, ABŞ Minnesota Universiteti Kənd Təsərrüfatı Departamenti Dənli bitkilərin xəstəlikləri laboratoriyasının əməkdaşı Dr. Les Szabo, Cənubi Koreyanın Pusan Universitetinin professoru Choon Huan Lee, Fransa Milli Kənd Təsərrüfatı Elmi-Tədqiqat İnstitutu Bordo Mərkəzinin (INRA Centre Bordeaux) UMR 1332 Meyvələrin biologiyası və Patologiya şöbəsinin müdiri Prof. Thierry Candresse, Fransa Milli Kənd Təsərrüfatı Elmi-Tədqiqat İnstitutu Bordo Mərkəzinin (INRA Centre Bordeaux) Floema bakteriyalarının epidemiologiyası və etiologiyası laboratoriyasının müdiri, elmi tədqiqatlar direktoru, Université Victor Ségalen Bordeaux 2 Universitetinin professoru Dr. Xavier Foissac, Fransa Milli Kənd Təsərrüfatı Elmi-Tədqiqat İnstitutu (INRA)-Avignon Mərkəzinin UR 407 Tərəvəzlərin patologiyası, Virusologiya laboratoriyasının aparıcı elmi işçiləri Prof. Cecile Desbiez, professor Benoit Moury və Dr. Eric Verdin, Fransa Tərəvəz Elmləri Institutunun (CNRS) direktoru professor Bruno Gronenborn, Almaniya DSMZ Institutunun Bitki Virusları şöbəsinin müdiri Stefan Winterlə və Türkiyənin Ankara Universitetinin professoru Filiz Ertuncla, Mustafa Kamal Atatürk Universitetinin professoru, Bitki Mühafizəsi şöbəsinin müdiri Kadriye Çağlayanla, İtaliyanın Davamlı Bitki Mühafizəsi Milli Tədqiqat Şurası Institutunun (İPSP) əməkdaşı Dr. Elena Maserte, Almanyanın Osnabruk Universitetinin professoru Ali Naz, Kral Abdulla adına Elmi-Texnoloji Universitetin (KAUST) professoru Brand Vulf, Tübitak MAM (Marmara Araşdırma Mərkəzi) Gen Mühəndisliyi və Biotexnologiya Institutunun Baş uzman Araşdırımcısı, Dr. Birsən Cevher Keskin, Ankara Universitetinin professoru Ali Ergul və başqaları ilə elmi əlaqələr mövcuddur.</p>
14	<p>Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (burada doldurmalı) 16.02.2024 tarixində Bioadaptasiya laboratoriyasının elmi işçisi Nərgiz Bayramovanın “GLRAV-3 patogenezi zamanı üzüm bitkisinde fizioloji və anatomik dəyişikliklərin tədqiqi” mövzusunda dissertasiya işi Ali Attestasiya Komissiyası tərəfindən təsdiq edilib və Nərgiz Bayramova “Bitki fiziologiyası” ixtisası üzrə biologiya üzrə fəlsəfə doktoru adına layiq görülmüşdür və Nərgiz Bayramova 27 Mart Elm Günü münasibətilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının “İlin gənc alimi” diplomu ilə təltif olunmuşdur. “Molekulyar biologiya” ixtisası üzrə biologiya üzrə elmlər doktoru proqramı üzrə dissertantlar b.ü.f.d. Samirə Rüstəmovə, b.ü.f.d. Nərgiz Sultanova, b.ü.f.d. Ulduzə Qurbanova elmi tədqiqatlarını davam</p>

	etdirirlər. Turanə İsgəndərova və Suman Məmməd həsənova elmi və praktiki hazırlıqlarını davam etdirirlər.
15	Sərgilərdə iştirak (burada doldurmalı) Olmamışdır.
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (burada doldurmalı) Nərgiz Sultanova, Nərgiz Bayramova, Turanə İsgəndərova, Samirə Rüstəмова, Durna Əliyeva, Ulduzə Qurbanova 4-7 iyun tarixlərində Almaniyanın Leibniz İnstitutunun nəzdindəki DSMZ - Almaniya Mikroorqanizm Kolleksiyası və Hüceyrə Kulturası Mərkəzinin Bitki virusları şöbəsinin rəhbəri, professor Stephan Winterin AR ETN Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunda keçirdiyi “Bitki viruslarının müasir diaqnostikası üsulları” mövzusunda elmi seminar və təlimlərində aktiv iştirak etmişdilər.
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (burada doldurmalı) Olmamışdır.

Layihə rəhbərinin imzası _____ Sultanova Nərgiz Fəxrəddin qızı

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.