



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 3-cü 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**

Qrantın məbləği: **150 000**

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 III mərhələ üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1	<p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər</p> <p><i>(burada doldurmalı)</i></p> <p>1. Mövzu üzrə müasir ədəbiyyatın araşdırılması, xarici həmkarlarla fikir mübadiləsinin aparılması, metodların optimallaşdırılması.</p> <p>Təbiətdə tək və qarışıq formada rast gəlinən müxtəlif təbiətli patogenlərin üzüm, buğda və kartof kimi kənd təsərrüfatı əhəmiyyətli bitkilərdə əsas biokimyəvi və fizioloji göstəricilərinə təsirinin tədqiqi bitkilərin sağlamlığını tənzimləyən, məhsulun məhsuldarlığına və keyfiyyətinə təsir edən mürəkkəb mexanizmlərin aydınlaşdırılmasına imkan verir. Əldə olunan biliklər davamlı əkinçilik təcrübələrinə töhfə verərək, məqsədyönlü xəstəliklərlə mübarizə strategiyalarının işlənilib hazırlanmasına kömək edir. Bundan əlavə, bu cür tədqiqatlar infeksiyalara davam gətirə bilən davamlı məhsul sortlarının müəyyən edilməsində və uzunmüddətli kənd təsərrüfatının davamlılığını təşviq etməkdə mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Nəhayət, bu tədqiqatlar bitkilərin məhsuldarlığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilən əsas xəstəliklərin yaratdığı problemləri həll etməklə qlobal ərzaq təhlükəsizliyinin qorunmasında mühüm rol oynayır. Bu məqsədlə virus və sahib bitki arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin molekulyar mexanizmləri, virus patogenezi zamanı üzüm, buğda və kartof bitkilərində fotosintez, tənəffüs, assimilyatların daşınması kimi metabolizmin müxtəlif aspektlərində baş verən fizioloji, biokimyəvi, o cümlədən histopatoloji ultrastruktur dəyişiklikləri haqqında ən müasir ədəbiyyat mənbələri araşdırılmış, eyni zamanda virusların reproduksiyası və transmissiyasına cavabdeh əsas açar genlərin ekspressiya səviyyəsi ilə proteom səviyyədə yaranan cavab reaksiyaları arasındakı korelyasiyanın müəyyən edilməsi</p>
----------	--

üsulları yenidən diqqətlə nəzərdən keçirilmiş, Almanyanın nüfuzlu DSMZ Leibniz İnstitutunun Bitki virusları şöbəsinin müdiri Stephan Winter ilə mövzu ətrafında geniş müzakirələr aparılmış və müəyyən modifikasiyalar etməklə daha optimal metodlar işlənib hazırlanmışdır.

2. Virus patogenezi zamanı bitki nümunələrində virusun aşağı, orta və yüksək qatılıqlarının nisbi olaraq ELİSA metodu ilə təyini.

Azərbaycanın müxtəlif bölgələrindən toplanmış üzüm, kartof və buğda (*Vitis vinifera* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L.) bitkilərində müxtəlif seroloji (AgriStrip və DAS-ELİSA) və molekulyar metodlardan (PCR, RT-PCR) istifadə etməklə *Grapevine leafroll-associated virus 1* (GLRaV-1), *Grapevine leafroll-associated virus 2* (GLRaV-2), *Grapevine leafroll-associated virus 3* (GLRaV-3), GLRaV 1+3, *Grapevine leafroll-associated virus 4* (GLRaV-4), *Grapevine fanleaf virus* (GFLV), *Grapevine virus A* (GVA), *Potato virus Y* (PVY), *Potato leafroll virus* (PLRV), *Wheat dwarf virus* (WDV), *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) virusları aşkar edilmişdir (nəticələr əvvəlki hesabatla əlavə edilmişdir). Layihənin təqvim planına uyğun olaraq virus patogenezi zamanı bitkidə fizioloji və biokimyəvi aspektdə baş verən dəyişiklikləri tədqiq etmək məqsədilə, ilk növbədə hər bir bitki üçün virusun aşağı, orta və yüksək qatılıqları nisbi olaraq ELİSA metodu ilə müəyyən edilmişdir. Bu məqsədlə 15 µl İgG 1/1000 nisbətində 15 ml Coating Buffer üzərinə əlavə edilib, qarışdırıldıqdan sonra ELİSA üçün istifadə edilən 96 yuvalı poliesterol planşetin yuvalarına 150 µl əlavə edilmişdir, 37 °C-də 3 saat inkubasiya edilmiş, inkubasiya müddəti başa çatdıqdan sonra isə planşetin yuvaları Washing Buffer ilə 3 dəfə yuyulmuşdur. Xarakterik virus simptomlarına malik bitki nümunələrinin yarpaqları əvvəlcədən hazırlanmış Extraction Buffer A məhlulunda homogenizasiya edilmiş, alınmış homogenat 150 µl olmaqla 96 yuvalı planşetin ilk cərgəsindən başqa bütün yuvalara əlavə edilmişdir. İlk cərgədəki yuvalara isə virus kontaminasiyasının qarşısını almaq məqsədilə Extraction Buffer A əlavə edildikdən sonra 4 °C-də 24 saat inkubasiya olunmuşdur və Washing Buffer məhlulu ilə 3 dəfə təkrarlanmaq şərti ilə yenidən yuyulmuşdur. Əvvəlcədən hazırlanmış Conjugate Buffer-ə münasib olaraq 1/1000 nisbətində İgG-Ap əlavə edilərək, qarışdırıldıqdan sonra alınmış məhluldan 150 µl yuvalara əlavə edilmiş, 2-3 saat 37 °C-də inkubasiya olunmuşdur. İnkubasiyadan sonra planşet Washing Buffer ilə yenidən 3 dəfə yuyulmuşdur. Hər bir mərhələ üçün ELİSA planşetin yuyulması ELİSA avtomatik yuma sistemində (ELX50/8 MICROPLATE STRIP WASHER, Biotek) həyata keçirilmişdir. Fermentativ reaksiya üçün PNPP (p-nitrophenylphosphate) istifadə edilmişdir. Substrat Buffer –də PNPP məhlulu hazırlanmış və ELİSA planşet üzərində hər bir yuvaya 150 µl olmaqla əlavə edilmişdir. Planşet üzərində gedən fermentativ reaksiya zamanı virusun ilkin deteksiyası əvvəlcə rəngin dəyişməsinə görə həyata keçirilmişdir. Hər bir bitki nümunələrində virusun qatılığı optik sıxlığa əsasən spektrofotometrik 405 nm dalğa uzunluğunda (Stat Fax Microplate, Aweress Technology, ABŞ) ölçmələr aparılaraq müəyyən edilmişdir. Nəticədə virus aşkar edilmiş bitki nümunələrində aşağı qatılıq 0.4-0.6 (E 405), orta qatılıq 0.6-0.8 (E 405) və yüksək qatılıq 0.8-1.2 (E 405) olmaqla müəyyən edilmişdir. Fizioloji və biokimyəvi 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.

3. Virus patogenezi zamanı bitkilərdə su göstəriciləri və fotosintetik piqmentlərin miqdarının təyini.

Tədqiqatın növbəti mərhələsində virus patogenezi zamanı *Vitis vinifera* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L. bitkilərində su göstəriciləri və fotosintetik piqmentlərin miqdarı tədqiq edilmişdir. Müntəzəm olaraq aparılmış tədqiqatlar nəticəsində virus patogenezi zamanı fotosintez, fototənəffüs, metabolizmin pozulması kimi proseslərdə baş verən patoloji dəyişikliklər ilə əlaqəli olaraq bitkilərdə su balansının pozulması məlum olmuşdur. Nisbi su tutumu (NST) əlverişsiz mühit amilləri zamanı hüceyrələrin tam su ilə doymuş və tamamilə susuzlaşmış vəziyyətindəki suyun tutumu kimi qiymətləndirilir. Aparılmış tədqiqatlar zamanı virus ilə yoluxmuş bitki nümunələrində nisbi su tutumu sağlam nümunə ilə müqayisədə azalmışdır. Belə ki, sağlam bitkilərdə NST-nin orta faiz göstəricisi 85-95% olduğu halda, virus ilə yoluxmuş nümunələrdə ən aşağı göstərici 56-60%, ən yuxarı göstərici isə 70-75% olmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, NST-nin azalması yarpaqlarda ağızcıqların bağlanması,

yarpaqların soluxması, xloroplastların fotokimyəvi aktivliyinin azalması, bitkinin böyüməsi və inkişafının ləngiməsi, bəzən isə dayanması, enerji mübadiləsinin və hüceyrələrin normal fəaliyyətinin pozulması ilə nəticələnə bilər. NST ilə yanaşı bitki nümunələrində bitkinin fizioloji vəziyyətinin qiymətləndirilməsi zamanı reproduktiv kütlə ilə sıx əlaqəli olan əsas göstərici hesab edilən quru biokütlənin miqdarı virus patogenezi zamanı tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, quru biokütlənin faizlə miqdarı nəzarət variantlarında 25-30% olduğu halda, virus ilə yoluxmuş nümunələrdə isə müvafiq olaraq 40-45% təşkil etmişdir. Bitki yarpaqlarında quru biokütlənin artması viral streslər zamanı susuzlaşma vəziyyətinin yaranması ilə izah olunur. Virus patogenezi zamanı bitki hüceyrələrdə suyun azalması və quru biokütlənin artması ilə yanaşı bitkinin yarpaq sahəsinin də nəzarət variantı ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə azalması müəyyən edilmişdir. Yarpaqlarda fotosintetik piqmentlərin miqdarının azalması təkcə virus infeksiyası və ya digər patogenlər zamanı deyil, müxtəlif abiotik stres amillərinin təsiri zamanı da baş verə bilər. Belə dəyişikliklər patogenezi zamanı bitkilərin xloroplastlarının elektron nəqliyyat zəncirində oksigenin fəal formalarının generasiyası və nəticədə bitkilərin fotosintetik aparatının zədələnməsi hesabına baş verir. Bitki yarpaqlarında fotosintetik piqmentlərin miqdarının azalması da öz növbəsində fotosintezin zəifləməsinə gətirib çıxarır. Bizim tədqiqatlarımızda virus patogenezi zamanı XI a və XI b miqdarı sağlam nəzarət variantı ilə müqayisədə 1.5-2 dəfə azalmışdır. Tədqiq edilən bitki yarpaqlarında karotinoidlərin miqdarında əhəmiyyətli dəyişikliklər müşahidə olunmasa da, yüksək virus qatılığına malik bitki nümunələrində sağlam nümunəyə nisbətən 1.2 dəfə artması müşahidə edilmişdir. Beləliklə, virus patogenezi zamanı bitkilərdə su göstəriciləri və fotosintetik piqmentlərin miqdarının tədqiqi bitkilərdə virus qatılığının miqdarı ilə müsbət korelyasiya təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir.

4. Virus patogenezi zamanı bitkilərdə hidrogen peroksidin, həll olan zülalların və lipidlərin peroksidləşməsi intensivliyinin təyini.

Tədqiqat işlərinin davamı olaraq növbəti mərhələdə *Vitis vinifera* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L. bitkilərində virus patogenezi zamanı hidrogen peroksidin, həll olan zülalların miqdarı və lipidlərin peroksidləşməsinin intensivliyi tədqiq edilmişdir. Tədqiqatın əvvəlki mərhələsində olduğu kimi təcrübələr üçün 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. Hidrogen peroksidin siqnal molekulu və bitki hüceyrəsində bəzi genlərin ekspressiyasının tənzimləyicisi olduğunu nəzərə alınaraq virus patogenezi zamanı bitki yarpaqlarında H_2O_2 -nin miqdarı sağlam nəzarət variantı ilə müqayisəli şəkildə tədqiq edilmişdir. Nəticədə aşağı virus qatılıqlarında H_2O_2 -in miqdarının 1.2-1.3 dəfə, orta virus qatılıqlarında 1.3-1.4 dəfə, yuxarı virus qatılıqlarında isə 1.5-1.6 dəfə artması müəyyən edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, viral stres zamanı yarpaqlarda yüksək miqdarda hidrogen peroksidin toplanması hüceyrə ölümü ilə nəticələnə bilər. Eyni zamanda hidrogen peroksidin miqdarı ilə yanaşı virus patogenezi zamanı yarpaqlarda həll olan zülalların miqdarı da təyin edilmişdir və nəticədə aşağı virus qatılıqlarında həll olan zülalların miqdarı 20-22 mq/ml, orta virus qatılıqlarında 22-25 mq/ml və yuxarı virus qatılıqlarında isə 25-28 mq/ml müəyyən edilmişdir. Sağlam nəzarət variantlarında isə orta qiymətlər 18-20 mq/ml təşkil etmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, həll olan zülalların ümumi miqdarının artması nəticəsində bitki hüceyrəsində tez parçalana bilən aşağı molekulyar çəkili zülalların toplanması və amin turşu tərkibinin artması müəyyən edilmişdir. Digər tərəfdən isə zülalların *de novo* sintezi prosesi sürətlənir və bu proses amin turşularının parçalanmasının qarşısını ala bilər. Zülalların daha yüksək konsentrasiyalarda toplanması osmotik tarazlığın qorunmasında əhəmiyyətli rol oynadığı üçün daha yaxşı stres amillərinə davamlılığı təmin edə bilər. Lipidlərin peroksidləşməsi (LPO) prosesi virus patogenezi zamanı patogenə qarşı universal cavab reaksiyalarından biri kimi qiymətləndirilir. LPO zamanı membranların lipid strukturlarında induksiya olunan dəyişikliklər nəticəsində üzvi radikalların əmələ gəlməsi müşahidə edilir. Əmələ gələn üzvi radikallar sonrakı mərhələlərdə oksigen molekulları ilə qarşılıqlı təsirdə olur və nəticədə doymamış lipidlərə təsir göstərən peroksid radikalları (RO_2) yaranır. Lipidlərin peroksidləşməsi prosesinin əsas göstəricisi – malondialdehidinin (MDA) miqdarının artmasıdır ki, tədqiqatlarımız zamanı hər üç bitki nümunələrində virusun müxtəlif qatılıqlarında sağlam

nəzarət variantı ilə müqayisəli aparılan biokimyəvi analizlərin nəticəsi olaraq müəyyən edilmişdir.

5. Total RNT kitabxanaların yaradılması, TruSeq Stranded total RNT-lərin alınması, cDNT-lərin sintezi kompleks bioinformatik analizlər üçün Geneious prime, Fasta q, Blast-n, Blas-p və Megan proqramlarının tətbiqi

Təqvim planına uyğun olaraq tədqiqatların davamı olaraq bitki virus infeksiyalarının öyrənilməsində, virus genomlarının toplanması və bitkilərin transkriptom cavablarının qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunan Advanced NextGen sekvens texnologiyalarının tətbiq olunması məqsədilə Almaniyanın Braunşvayq şəhərində yerləşən DSMZ Leibniz İnstitutunun Bitki virusları şöbəsinə elmi əzamiyyət təşkil olunmuşdur. Fitopatogenlərin molekulyar intraspesifik müxtəlifliyinin metagenom analizi üçün istifadə olunan HTS (High-throughput sequencing) DSMZ Bitki Virusları şöbəsində əsas metodologiya kimi işlənilib hazırlanmışdır. Layihə üzrə Azərbaycanın müxtəlif rayonlarından toplanmış, bitki virusları identifikasiya edilən 38 bitki nümunəsi (üzüm və buğda) seçilərək xüsusi qaydada paketlənmiş və nişanlanaraq mərkəzə aparılmışdır. Nanopor sekvens analizləri üçün 27 bitki nümunəsi seçilmişdir. Bitki nümunələri xüsusi ekstraksiya paketlərində etiketləndikdən sonra TissueLyser LT (Qiagen) istifadə etməklə homogeneyə edilmişdir. Proses maye azotda və 2ml-lik steril eppendorf tyublarında aparılmışdır. Alınan ekstraktlar -80 °C-də saxlanılmışdır. RNA seq üçün yararlı (təmizlik dərəcəsi və qatılıqları uyğun) RNT nümunələri əldə etmək məqsədilə 3 müxtəlif metoddan istifadə etməklə (Qiagen Plant MiniKit, Monarch Plant RNA extraction Kit və klassik CTAB üsulu) nuklein turşusunun ekstraksiyası aparılmışdır. Çoxmərhələli ekstraksiya prosesi protokola uyğun həyata keçirilmişdir. RNT nümunələrinin yumaq üçün 70 %-li etanoldan istifadə edilmişdir, daha sonra otaq temperaturunda qurudulmuşdur. Ekstraksiya olunan RNT nümunələrin hamısı elektroforetik yoxlanılmışdır. Elektroforez 1%-li aqaroza gəlində 120V gərginlikdə, EB (etidium bromid) istifadə etməklə aparılmışdır. Total RNT kitabxanalar yaradılaraq, TruSeq Stranded total RNT-lər alınmış, onlardan cDNT-lər sintez olunmuş, adaptorların liqasiyası aparılmış və alınmış total RNT və cDNT banklarının (kitabxanalarının) təmizlik dərəcələri müəyyən edilmişdir. Kompleks bioinformatik analizlər üçün Geneious prime, Fasta q, Blast-n, Blas-p və Megan proqramlarını özündə birləşdirən pipeline qurulmuşdur. Pipeline NextSeq (2X150 bp) və ya MiSeq (2X300 bp) platformaları vasitəsilə əldə edilən Illumina ümumi RNT seq məlumatlarında istifadə olunur, burada məqsəd viral/viroid ardıcılıqlarını bir istinad bazasına qarşı yığılmış kontiglərin BLASTn təhlili vasitəsilə müəyyən edilməsidir. Geneious Prime proqramı biomatters (www.geneious.com) tərəfindən hazırlanmış lisenziyalı bioinformatik proqramdır. Pipeline addım-addım və ya alternativ olaraq bir çox nümunə üçün bütün addımları avtomatik və ardıcıl şəkildə tamamlamaq üçün rahat iş axını (əlavə edilmiş fayl) kimi işlənilə bilər. Nəzərə almaq lazımdır ki, incə xəritəçəkmə, tam genomların yenidən qurulması və ya dərin virus təyini (məsələn, blastp/protein domeninin axtarışı vasitəsilə) üçün tamamlayıcı yanaşmalar və əlavə təhlillərin aparılması növbəti mərhələ üçün nəzərdə tutulmuşdur. Oxumaların host ardıcılığı ilə əlaqələndirilməsi və sonrakı addımlarda istifadə olunan oxunmaların sayını azaltmaqla həyata keçirilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Proseslərin belə alqoritmlə aparılması bir sıra əməliyyatları yerinə yetirmək üçün lazım olan hesablama tələblərini və zamanı əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və həmçinin əlaqələndirmə dəqiqliyinin yaxşılaşdırılması ilə nəticələnir. NGS analizlərinin nəticələrinin növbəti mərhələdə təhlil edilməsi və tədqiqatların sonrakı mərhələlərinin müəyyən edilməsi planlaşdırılmışdır.

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. İlk dəfə olaraq, virus və sahib bitki arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin molekulyar mexanizmləri, virus patogenezi zamanı üzüm, buğda və kartof bitkilərində fotosintez, tənəffüs, assimilyatların

daşınması kimi metabolizmin müxtəlif aspektlərində baş verən fizioloji, biokimyəvi, o cümlədən histopatoloji ultrastruktur dəyişiklikləri haqqında ən müasir ədəbiyyat mənbələri araşdırılmış, eyni zamanda virusların reproduksiyası və transmissiyasına cavabdeh əsas açar genlərin ekspressiya səviyyəsi ilə proteom səviyyədə yaranan cavab reaksiyaları arasındakı korelyasiyanın müəyyən edilməsi üsulları təhlil olunaraq müəyyən modifikasiyalar etməklə optimallaşdırılmışdır [19].

2. İlk dəfə olaraq, virus patogenezi zamanı bitkidə fizioloji və biokimyəvi aspektdə baş verən dəyişiklikləri tədqiq etmək məqsədilə üzüm, buğda və kartof bitkiləri üçün virusun aşağı (0.4-0.6 E 405), orta (0.6-0.8 E 405) və yüksək (0.8-1.2 E 405) qatılıqları nisbi olaraq ELİSA metodu ilə müəyyən edilmişdir [1].
3. İlk dəfə olaraq, virus patogenezi zamanı *Vitis vinifera* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L. bitki nümunələrində tədqiq olunan virusların hər üç qatılığında fotosintetik pıqmentlərin (xlorofil a, xlorofil b, karatinoidlər) miqdarının statistik əhəmiyyətli reduksiyası müşahidə edilmişdir. Belə nəticələr xloroplastların fotosintetik aparatının elektron nəqliyyat zəncirində oksigenin reaktiv formalarının toplanması, ultrastrukturunun dəyişməsi və xlorofillaza fermentinin induktiv sintezi ilə izah oluna bilər.
4. İlk dəfə olaraq, tədqiq olunan *Vitis vinifera* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L. bitki nümunələrində virus patogenezi zamanı virusların xloroplast və mitoxondrilərdə replikasiyası nəticəsində aşağı virus qatılıqlarında H₂O₂ -in miqdarının 1.2-1.3 dəfə, orta virus qatılıqlarında 1.3-1.4 dəfə, yuxarı virus qatılıqlarında isə 1.5-1.6 dəfə artması müəyyən edilmişdir.
5. İlk dəfə olaraq, *Vitis vinifera* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L. tədqiq olunan bitki nümunələrində eyni zamanda virus patogenezi zamanı virusların xloroplast və mitoxondrilərdə replikasiyası nəticəsində yarpaqlarda həll olan zülalların miqdarının 20-22 mq/ml, orta virus qatılıqlarında 22-25 mq/ml və yuxarı virus qatılıqlarında isə 25-28 mq/ml olmaqla sağlam nəzarət variantı ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə artması müəyyən edilmişdir.
6. Lipidlərin peroksidləşməsi prosesinin əsas göstəricisi – malondialdehidinin (MDA) miqdarının artması tədqiqatlarımız zamanı hər üç bitki nümunələrində virusun müxtəlif qatılıqlarında sağlam nəzarət variantı ilə müqayisəli aparılan biokimyəvi analizlərin nəticəsi olaraq müəyyən edilmişdir.
7. Tədqiq olunan *Vitis vinifera* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L. bitki nümunələrində virus patogenezi zamanı yaranan su çatışmazlığı səbəbindən virusla yoluxmuş bütün yarpaqlarda nisbi su tutumu (NST) azalmış, NST ilə sıx əlaqəli olan quru biokütlənin faizlə göstəricisi isə artmışdır. Bu zaman yarpaq səthinin sahəsinin azaldığı da təcrübələr zamanı məlum olmuşdur.
8. İlk dəfə olaraq, tədqiq olunan *Vitis vinifera* L., *Solanum tuberosum* L., *Triticum aestivum* L. bitki nümunələrində virus patogenezi zamanı bitkilərdə su göstəricilərinin, fotosintetik pıqmentlərin, hidrogen-peroksidin, həll olan zülalların miqdarının və LPO-nun intensivliyinin bitkilərdə virus qatılığının miqdarı ilə müsbət korelyasiya təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir.
9. İlk dəfə olaraq, total RNT kitabxanalar yaradılaraq, TruSeq Stranded total RNT-lər alınmış, onlardan cDNT-lər sintez olunmuş, adaptorların liqasiyası aparılmış və alınmış total RNT və cDNT banklarının (kitabxanalarının) təmizlik dərəcələri müəyyən edilmişdir.
10. Kompleks bioinformatik analizlər üçün Geneious prime, Fasta q, Blast-n, Blas-p və Megan proqramlarını özündə birləşdirən pipeline qurulmuşdur.

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 **TRİ-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 **İmmunoStrip/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 kitabxanalarının 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) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (*surətlərini əlavə etməli!*) (*burada doldurmalı*)

1. Aliyeva, D.R., Gurbanova, U.A., Rzayev, F.H. et al. Biochemical and Ultrastructural Changes in Wheat Plants during Drought Stress. *Biochemistry Moscow* 88, p. 1944–1955 (2023). <https://doi.org/10.1134/S0006297923110226> (Impact Factor 2.8). <https://imbb.az/uploads/881122%20Aliyeva.pdf>
2. Mammədhasənova S.N., Sultanova N.F., Fətəliyev G.H. Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunda kartof bitkisinde *meloidogyne chitwoodi* növünün yayılması. Gənc tədqiqatçı jurnalı, Elmi-praktiki jurnal, 2023, Cild 9, № 4, səh. 91. <https://imbb.az/uploads/GENC-2023-4.pdf>
3. Султанова Н.Ф. Природная распространенность различных видов патогенов на растениях картофеля и пшеницы в Азербайджане. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Экологические проблемы российского кавказа», г. Магас, 7 декабря 2023 г, с. 148. <https://imbb.az/uploads/Tezis%20toplu.pdf>
4. Hasanova S.E., Sultanova N.F. New opportunities in the study of plant viruses and viroids with the application of metagenomic technologies. Russian Scientific and Practical Conference of Students, graduates, and young scientists on "Ecological problems of the Russian Caucasus", 7 December, Magas, Ingushetia, 2023, p. 37. <https://imbb.az/uploads/Tezis%20toplu.pdf>
5. Bayramova N.K., Sultanova N.F., Huseynova I.M. Activity of glutathione reductase enzyme in virus-infected *Vitis vinifera* L. leaves. International conference Heydar Aliyev and the development of modern biology: achievements and challenges, December 19-20, 2023, Baku, Azerbaijan, p. 163. <https://imbb.az/uploads/HA-100.pdf>
6. Sultanova N.F., Huseynova I.M. Incidence of mixed viral agents in commercial vineyards of Azerbaijan. International conference Heydar Aliyev and the development of modern biology: achievements and challenges, December 19-20, 2023, Baku, Azerbaijan, p. 190. <https://imbb.az/uploads/HA-100.pdf>
7. Sultanova N.F., Bayramova N.K., Huseynova I.M. Occurrence and molecular characterization of virus strains infecting potato (*Solanum tuberosum* L.) crop in Azerbaijan. International conference Heydar Aliyev and the development of modern biology: achievements and challenges, December 19-20, 2023, Baku, Azerbaijan, p.170. <https://imbb.az/uploads/HA-100.pdf>
8. Gurbanova U.A. Physicochemical properties of malate dehydrogenase from wheat and amaranth. International conference Heydar Aliyev and the development of modern biology: achievements and challenges, December 19-20, 2023, Baku, Azerbaijan, p. 75. <https://imbb.az/uploads/HA-100.pdf>

6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər (burada doldurulmalı) Tədqiqat işinin sonunda verilməsi planlaşdırılır.
7	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 20.11.2023 - 24.11.2023-cü il tarixlərində Almaniyanın Braunşvayq şəhərində yerləşən Julius Kühn-Institutunda və Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen tədqiqat mərkəzində ezamiyyətdə olmuşdur.
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (burada doldurulmalı) Layihə üzrə Turanə İsgəndərova, Samirə Rüstəмова, Durna Əliyeva, Ulduzə Qurbanova noyabr ayında Qobustan rayonunda elmi ekspedisiyalarda iştirak etmişdilər.
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (burada doldurulmalı) Layihə üzrə Turanə İsgəndərova və Ulduzə Qurbanova AMEA Rəyasət Heyəti və Elm və Təhsil Nazirliyinin Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunun (MBBİ) birgə təşkilatçılığı ilə keçirilən, görkəmli alim və ictimai-siyasi xadim, akademik Cəlal Əliyevin 95 illik yubileyinə həsr edilmiş “Fotosintez, ətraf mühit və bitkilərin məhsuldarlığı” mövzusunda “Akademik Cəlal Əliyev qiraətləri” tədbirində iştirak etmişdir. Beynəlxalq iştirakla təşkil edilən bu mühüm elmi tədbirdə plenar məruzəçi fotosintez sahəsində dünya şöhrətli alim, Beynəlxalq İpək Yolu Elmlər Akademiyasının Start Komitəsinin üzvü, Macarıstanın Elmlər Akademiyasının Bioloji Tədqiqat Mərkəzinin professoru, Çexiya Respublikasının Ostrava Universitetinin dəvətli professoru, Biofotonika R&D Ltd.-nin baş direktoru Gyozo Qarab olmuşdur.
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) (burada doldurulmalı) Nərgiz Sultanova, Nərgiz Bayramova və Ulduzə Qurbanova 19-20 dekabr 2023-cü il Heydər Əliyev və müasir biologiya elminin inkişafı: nailiyyətlər və çağırışlar mövzusunda beynəlxalq konfransda aktiv iştirak edərək sertifikatlara layiq görülüblər.
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar (burada doldurulmalı) Əldə olunmamışdır.
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr (burada doldurulmalı) AR ETN Bakı Dövlət Universiteti, Azərbaycan Respublikası KT ET Üzümçülük və Şərabçılıq İnstitutu, KT ET Əkinçilik İnstitutu, Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti ilə əlaqələr var.
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr (burada doldurulmalı) Urmiya Universitetinin yardımçı professoru Mina Rastgou, ABŞ Minnesota Universiteti Kənd Təsərrüfatı Departamenti Dənli bitkilərin xəstəlikləri laboratoriyasının əməkdaşı Dr. Les Szabo, Cənubi

	<p>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 İnstitutunun 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 İnstitutunun (İPSP) əməkdaşı Dr. Elena Maserte, Almaniyanın Osnabruk Universitetinin professoru Ali Naz, Kral Abdulla adına Elmi-Texnoloji Universitetin (KAUST) professoru Brand Vulf, Tübitak MAM (Marmara Araşdırma Mərkəzi) Gen Mühəndisliyi və Biotexnologiya İnstitutunun Baş uzman Araşdırmaçısı, Dr. Birsən Cevher Keskin, Ankara Universitetinin professoru Ali Ergul və başqaları ilə elmi əlaqələr mövcuddur.</p>
14	<p>Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı</p> <p><i>(burada doldurulmalı)</i></p> <p>“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 etdirirlər. Turanə İsgəndərova və Suman Məmmədhasənova elmi və praktiki hazırlıqlarını davam etdirirlər.</p>
15	<p>Sərgilərdə iştirak</p> <p><i>(burada doldurulmalı)</i></p> <p>- Olmamışdır.</p>
16	<p>Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi</p> <p><i>(burada doldurulmalı)</i></p> <p>AR ETN Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunun Bioadaptasiya laboratoriyasının aparıcı elmi işçisi, b.ü.f.d., dos. Nərgiz Fəxrəddin qızı Sultanova 20.11.2023 - 24.11.2023-cü il tarixlərində Almaniyanın Braunşvayq şəhərində yerləşən Julius Kühn-Institutunda və Leibniz Institut DSMZ - Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen tədqiqat mərkəzlərində NGS yeni nəsil sekvensləşmə və Geneious prime kimi bioinformatik metodların tətbiqi ilə bağlı təkmilləşmə kurslarında iştirak etmişdir.</p>
17	<p>Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.</p> <p><i>(burada doldurulmalı)</i></p> <p>- Olmamışdır.</p>

Layihə rəhbərinin imzası _____ Sultanova Nərgiz Fəxrəddin qızı

Tarix 29.01.2024

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.

