



UOT: 581.142:58.035.4

**UB ŞÜALARIN PAMBIQ BİTKİSİNİN TOXUMLARININ CÜCƏRMƏSİNƏ VƏ
MİKROFLORASINA TƏSİRİ**Şəhla Elşən qızı Ələkbərova¹**XÜLASƏ**

Tədqiqatın məqsədi – Pambıq bitkisinin toxumlarının uzun müddət saxlama zamanı onlar tədricən canlılığını və cücərmə qabiliyyətini itirir, eyni zamanda fitopatogen şəraitin yaranması vahid bitki örtüyünün inkişafına və sabit lif məhsuldarlığının yaradılması üçün əsas maneədir. Beləliklə, tədqiqatın əsas məqsədi uzun müddət saxlanılan pambıq bitkisinin yerli Gəncə-182 sortunun toxumlarının fiziki emal üsul ilə cücərmə qabiliyyətinin artırılması və mikroorqanizmlərin sayının azaldılmasından ibarətdir

Tədqiqatın metodologiyası – Tədqiqat zamanı əsasən laboratoriya şəraitində toxumların normal şəraitdə cücərməsi beynəlxalq Beynəlxalq Toxum Testi Assosiasiyasının (ISTA) təklif etdiyi standart ilə, mikroflora Muraşige-Skuq (MS medium 1962) mühitində tədqiq edilmişdir.

Tədqiqatın tədbiqi əhəmiyyəti – Fiziki üsullardan biri olan, UB şüalanmanın növü, doza və ekspozisiyalarının dəqiqləşdirilməsi gələcəkdə uzun müddət saxlanılan pambıq bitkisinin yerli Gəncə-182 sortunun toxumların kimyəvi üsullarla işlənməsinin azaldılmasında, cücərmə faizinin artırılmasında və mikrofloranın dəyişməsi istiqamətində mühüm əhəmiyyət kəsb edir

Tədqiqatın nəticələri – Pambıq bitkisinin yerli Gəncə-182 sortunun əvvəlcədən isladılmış 5 illik toxumlarını UB-A və B növ şüa ilə 5-10 dəqiqə işlənməsi onların cücərməsinin faizini artırır, həmçinin bu üsul ilə aktiv steril toxum əldə etmək mümkündür. Bu nəticə gələcəkdə əkin üçün nəzərdə tutulan toxumların kimyəvi maddələrlə işlənməsinin azaldılmasına, bununla bağlı bir sıra ekoloji problemlərin həllinə gətirib çıxara bilər.

Tədqiqatın elmi yeniliyi – ilk dəfə olaraq şüalanmanın uzun müddət saxlanılmış pambıq bitkisinin yerli Gəncə-182 sortunun toxumların cücərməsinə və mikroflorasına təsiri tədqiq edilmiş və dəqiq ekspozisiyası verilmişdir.

Açar sözlər: *Gossypium hirsutum* L., şüalanma, stres, cücərmə, mikroorqanizm

Giriş.

Pambıq (*Gossypium hirsutum* L.) qlobal kənd təsərrüfatında ən vacib sənaye bitkilərindən biridir, tekstil sənayesi üçün xammal təmin edir və mühüm iqtisadi əhəmiyyətə malikdir. Yüksək və sabit məhsuldarlıq əsasən toxumun keyfiyyəti ilə müəyyən edilir ki, bu da onun fizioloji vəziyyətindən, saxlama şəraitindən və mikrob çirklənməsinin dərəcəsindən asılıdır. Pambıq bitkisinin toxumlarının uzun müddət saxlama zamanı onlar tədricən canlılığını və cücərmə qabiliyyətini itirir, eyni zamanda fitopatogen şəraitin yaranması vahid bitki örtüyünün inkişafına və sabit lif məhsuldarlığının yaradılması üçün əsas maneədir (Hideg və b., 2013). Problem, xüsusən də uzun müddət saxlanılan, aşağı canlılıqlı toxum və şoran sahələr üçün kəskindir, burada ənənəvi kimyəvi işləmələr zəif nəticə göstərir və bu üsullar ətraf mühitə mənfi təsirləri ilə bağlı narahatlıqlar yaradır. Aparılan bir sıra tədqiqatlar nəticəsində qeyd olunur ki, toxumların cücərmə qabiliyyəti saxlama müddəti ilə azalır. İki illik toxumlardan istifadə edildikdə, sahədə cücərmə 30-40%-ə çatır (Seyidəliyev və b., 2023). Bu kontekstdə, toxumun fiziki emalı üsulları, xüsusən də ultrabənövşəyi şüalanmaya (UB) əsaslanan üsullar, toxum məhsuldarlığını artırmaq üçün ekoloji cəhətdən təmiz, ucuz alternativlər üsul kimi getdikcə daha çox diqqəti cəlb edir (Atta və b., 2023).

Ultrabənövşəyi şüalanma şərti olaraq əhəmiyyətli dərəcədə fərqli bioloji təsirlərə malik üç spektral zolağa bölünür: UB-A (315–400 nm), UB-B (280–315 nm) və UB-C (100–280 nm). UV-A daxil olan günəş radiasiyasının ~6,3%-ni təşkil edir və UV spektrinin ən təhlükəli komponenti hesab olunur və bu da onu laboratoriya şəraitində əkin öncəsi işləmə üçün ən perspektivli üsul edir (Escobar H., və b., 2026). Bunun əksinə olaraq, UV-B və xüsusilə UV-C, aşağı dozalarda faydalı olsa da, daha yüksək dozalarda ciddi oksidləşdirici zərərə səbəb olur - həssas pambıq genotiplərində hipokotil ölümü, kök deformasiyası və toxumun cücərmə

¹Əsas müəllif/Corresponding author: Ələkbərova Şəhla Elşən qızı, ADAU PHŞ, Biologiya kafedrasının dosenti (e.a.o.), biologiya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru; e-poçt: shahla.alakbarova@adau.edu.az; shahla.alakbarova.551@gmail.com, OrcID <https://orcid.org/0000-0002-4520-4010>



qabiliyyətinin itirməsi daxil olmaqla (Qamer və b., 2021) mənfi nəticələrə gətirib çıxarır. Ultrabənövşəyi şüalanmanın təsirinə məruz qalmanın, bitkinin fizioloji və biokimyəvi proseslərində əhəmiyyətli dəyişikliklərə, o cümlədən ferment aktivliyində, zülal tərkibində və ikinci dərəcəli metabolit sintezində dəyişikliklərə səbəb olduğu göstərilmişdir ki, bu da stresə adaptasiya üçün vacibdir (Alakbarov, 2024).

Son illərin ədəbiyyatının icmalı göstərir ki, UV-A şüalanmasının toxum gücləndiricisi kimi işlənməsi mümkün istifadəsi barədə məlumatlar, xüsusən də pambıq bitkisiində azdır. Toxumların UB-A şüalanma ilə səpindən əvvəl işlənilməsinin məhsulun böyüməsini stimullaşdırdığı və tomat və bibər kimi bitkilərdə su stresinə qarşı tolerantlıq yaratdığı müşahidə edilmişdir (Dotto, 2017; Verdager və b., 2017). Bu müşahidələrə əsaslanaraq, UB şüalanmanın hüceyrədə baş verən fizioloji və biokimyəvi prosesləri stimulyasiya etdiyi, potensial olaraq osmotik balansını artırdığı və stresə cavab verən genləri aktivləşdirdiyi və bununla da ətraf mühit amillərinin təsirinə qarşı daha güclü müdafiə mexanizminə töhfə verdiyi fərziyyə irəli sürülür (Brovn və b., 2001). UB-B və UB-C də daxil olmaqla, orta dozada UB şüalanması antioksidant sintezini stimullaşdırmaqla bitkilərin abiotik streslərə qarşı tolerantlığını artırma bilsə də, məsələn, UB-B-yə həddindən artıq məruz qalma böyüməni və fotosintez səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə maneə törədə bilər (Mohammad, 2019). Xüsusilə, toxumların əkin öncəsi UB işlənməsi antioksidantların biosintezi kimi müxtəlif metabolik reaksiyalara başlayan sərbəst radikalların yaranması yolu ilə bitkilərin stresə davamlılığını artırma bilər. Bu fenomen həm fermentativ, həm də qeyri-fermentativ antioksidant mexanizmlərinin aktivləşməsinə əhatə edir ki, bu da bitki böyüməsinin yaxşılaşmasına və stresi azaltmaq imkanlarının artmasına gətirib çıxarır (Jenkins, 2017).

Pambıq toxumlarına UB şüalanmanın təsiri çoxşaxəlidir. Ozon təbəqəsinin incəlməsi səbəbindən artan UB-B şüalanması bitkilərə mənfi təsir göstərir, böyüməni, məhsuldarlığı, inkişafını və lif keyfiyyətini aşağı salır. Ümumilikdə, artan UB-B təsirləri bir çox digər bitkilərə təsir etdiyi kimi, pambıq bitkisinin məhsuldarlığına da mənfi təsir göstərir. UB-B, əsasən oksidləşdirici stres yaratmaqla və hormon və gen tənzimləyici yollarını pozmaqla toxumun cücərməsini, cücərmə faizini, fotosintez etmə qabiliyyətini və nəticədə məhsuldarlığı azaldır. UB-B şüalanması Norveç şamı (*Picea abies* L.) cücərtilərinin inkişafına mənfi təsir göstərir, erkən mərhələdəki bitkilər oksidləşdirici zədələnmənin artması və fenollar, poliaminlər kimi qoruyucu birləşmələrin səviyyəsinin azalması səbəbindən ən həssaslıq göstərir. Sonrakı mərhələdə alınan cücərtilər daha güclü müdafiə reaksiyaları göstərir və bu da onları UB-B stresinə daha davamlı edir (Bavcon J., 1996). Bunun əksinə olaraq, əlavə UB-A məruz qalması müvafiq dozalarda cücərməni və böyüməni stimullaşdırma bilər. Bu xüsusiyyətlər UB şüalanmanın təsirinə məruz qalma intensivliyindən və müddətindən daha çox asılıdır və digər abiotik amillər, məsələn temperatur və CO₂ səviyyələri kimi ətraf mühit şəraiti ilə də modulyasiya olunur (Hideg, 2013).

Solanki və digərlərinin tədqiqatları göstərir ki, işıq mənbəsindən UB-A və UB-B-nin xaric edilməsi xiyar və pambığa fərqli təsir göstərmişdir. Xiyar bitkisiində UB-B hipokotil uzanmasına, pambıqda isə UB-A-nın xaric edilməsi daha güclü təsir göstərdiyi öyrənilmişdir. Ümumilikdə, UB-A və ya UB-B-nin təcrid edilməsi hər iki növdə ümumi bitki hündürlüyünü, yarpaq ayasının genişlənməsini və xlorofil sintezini artırdı ki, bu da təbii UB radiasiyasının böyüməni və fotosintezi fərqli şəkildə tənzimlədiyini göstərir. (Solanki və b., 2006). Gücləndirilmiş UB-B radiasiyası pambığa mənfi təsir göstərir, vegetativ böyüməni, reproduktiv xüsusiyyətləri və yarpağın anatomik strukturunu azaldır, yüksək UB-B (16 kJ m⁻² d⁻¹) ən ağır təsirlərə səbəb olur. Yarpaq struktur dəyişikliklərinə daha nazik palisad və mezofil təbəqələri, daha yüksək ağızcıq indeks və artan epikutikulyar mum daxil idi ki, bu da



pambığın həm bitki, həm də hüceyrə səviyyələrində UB-B-yə həssaslığını vurğulayır (Ballare C., 2014).

Pambıq toxumlarının qabığında həm saprotrof, həm də fitopatogen bakteriya və göbələklər də daxil olmaqla müxtəlif mikroorqanizmlər yaşaya bilər. Toxum infeksiyası cücərtilərin zədələnməsinə, sahə cücərməsinin azalmasına və aqrosenozlarda patogenlərin yayılmasına səbəb ola bilərlər. Pambıq toxumunun səthində *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizopus* və *Bacillus* kimi bir sıra mikroorqanizmlərə rast gəlinə bilər (). Toxumların emalı üçün perspektivli fiziki üsullardan biri UB şüalanmasıdır. Ultrabənövşəyi şüalanma mikroorqanizmlərin DNT-sinə zərər vuraraq, onların replikasiya proseslərinin pozulmasına və sonradan hüceyrə ölümünə səbəb olan açıq şəkildə bakterisid və funqisid təsir göstərir (Vendin və b., 2023). UB şüalanma uzun müddət saxlanılan toxum partiyalarının cücərmə keyfiyyətlərini yaxşılaşdırmaq üçün perspektivli hesab edilir (Araújo və b., 2016).

Beləliklə, yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq, UB şüalarla işlənmiş yerli Gəncə-182 sort pambıq çiyyədlərinin cücərmə enerjisinin tədqiqi, bitkinin digər morfofizioloji xüsusiyyətlərinin araşdırılması eyni zamanda şüalanmanın toxumun mikrobioloji göstəricilərinə təsirinin öyrənilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Aparılan tədqiqatın məqsədi əkin öncəsi pambıq bitkisinin toxumları UB şüalanmasının normal şəraitdə cücərməyə və toxumun mikroflorasına təsirini araşdırmaqdan ibarətdir.

Materiallar və metodlar. Tədqiqat KTN Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin Biologiya kafedrasının akademik Cəlal Əliyev adına “Bitki fiziologiya və biokimyası” laboratoriyasında aparılmışdır. Obyekt olaraq yerli pambıq sortu Gəncə-182 seçilmişdir, hansı ki 2018-ci ildə Dövlət reyestrinə daxil edilmiş və rayonlaşdırılmışdır. Pambıq çiyyədləri vizual qiymətləndirilmiş və orta böyüklükdə, rəngi zümrüdü-qəhvəyi, 1000 ədəd çiyyədin kütləsi isə 121 qrama bərabər olmuşdur (BMTB). Tədqiqat üçün istifadə edilən toxumlar beş il ərzində 5°C-də saxlanılıb. Tədqiqatda toxumlar fiziki işlənmə maddəsi kimi, ultrabənövşəyi şüalanmaya məruz qalmışdılar. Onlar UB-A (320–400 nm), UB-B (280–320 nm) və UB-C (200–280 nm) daxil olmaqla müəyyən dalğa uzunluqlarına məruz qalırlar. Tədqiqat vahid şüalanmanı təmin etmək üçün müəyyən məsafədə ixtisaslaşdırılmış UB lampaları (Coospider CTUV-36) ilə aparılmışdır. Şüa, uyğunlaşdırılmış optik linza sistemi və qövs lampası fəərinə integrasiya olunmuş əks etdirici güzgü ilə birləşdirilir. Tədqiq olunan toxum nümunələri üzərində şaquli şüalanma tətbiq etmək üçün alüminium güzgüdən istifadə edilmişdir. İstifadə olunan optik elementlər nümunənin yerləşdiyi mövqedə (şüanın diametri ~ 5 sm) kvazi-paralel və homogen UB və görünən şüa əldə etməyə imkan verir. Şüalandırılan nümunə ilə cıvə qövs lampasının yerləşdiyi mövqe arasındakı optik məsafə təxminən 50 sm-dir. Şüalanmamış toxum qrupu nəzarət funksiyasını yerinə yetirir. Dörd şüalanma müddəti seçilmişdir (3, 5, 10 və 15 dəqiqə) və hər işlənmə dövründə 100 ədəd toxum birlikdə şüalandırılır. Şüalandırılmış toxumların ətrafında temperatur və nisbi rütubət qeydə alınmışdır. Şüalandırılmış nümunələrin ətraf mühitin temperaturu $20^{\circ}\text{C} \pm 3$ və nisbi rütubəti $65\% \pm 3$ səviyyəsində saxlanılmışdır. Burada UB- A şüanın radiasiya dozası $10.50 \pm 0.55 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-2}$, UB- B şüanın - $5.50 \pm 0.27 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-2}$, sonuncu UB – C şüalanmada isə $0.89 \pm 0.55 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-2}$ bərabər olmuşdur. Toxumların cücərmə faizi beynəlxalq BTTA- nın (ISTA) təklif etdiyi standart ilə aparılmışdır (Association of Official Seed Analysts, 2018). Toxumların mikrobioloji vəziyyətini öyrənmək məqsədi ilə *in vitro* şəraitində becərilməsi Muraşige və Skuq (MS) mühitinin MS vitaminləri (3,4 q/l), aqar (7,7 q/l) və saxaroza (20 q/l) ilə zənginləşdirilmiş formasında istifadə edilməklə aparılmışdır (Javdat və b., 2020). Tədqiqatlar 3 təkrarla aparılmış, statistik analiz Microsoft Office Excel 2024 – də istifadə edilməklə tərtib edilmişdir və alınan nəticələr riyazi etibarlıdır.



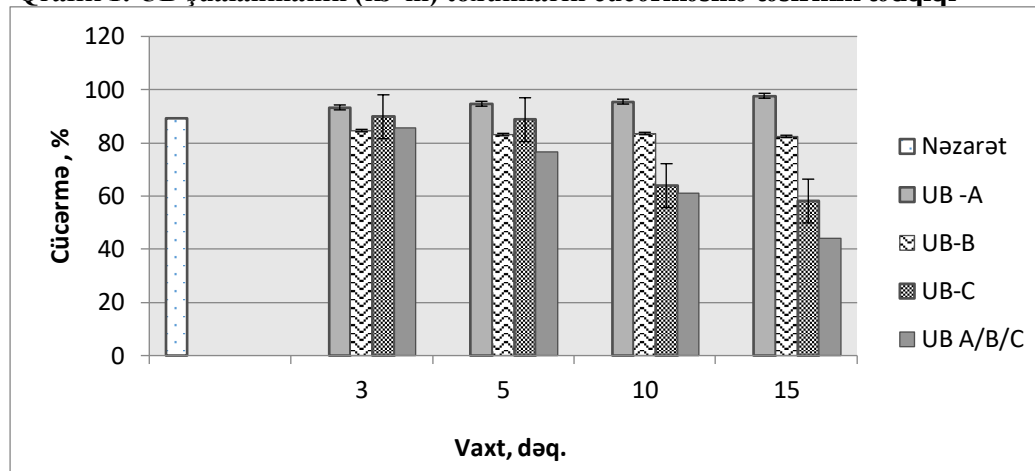
Nəticələr və müzakirə. Əldə edilən nəticələr yerli Gəncə-182 pambıq sortunun çiyidlərinin laboratoriyada cücərməsinin səpinqabağı UB-A şüalanmasının dozasından və məruz qalma müddətindən asılılığının qeyri-xətti, bimodal xarakterini göstərir ki, bu da toxum biologiyasında UB hormonezisinin ümumi konsepsiyasına uyğundur (Trela-Makovej A., 2026) (qrafik 1). Laboratoriya şəraitində şüalanmaya məruz qalan və nəzarət toxumlarının böyüməsini və inkişafını müşahidə etdikdə məlum oldu ki, UB-A şüa ilə 10 və 15 dəqiqə şüalandırılan toxumlarında ikinci gündə toxum şişkinliyində 1.0-1.5 dəfə fərq müşahidə olunub, üçüncü gündə toxum qabığının açılması və toxumun cücərməyə başlaması müşahidə olunub. Beşinci gündə köklərinin böyüməsi, altıncı gündə hipokotil böyüməsi və inkişafı, səkkizinci gündə isə kök boynunun böyüməsi başlayıb. Nəzarət variantında şişkinlik mərhələsi üçüncü gündə, cücərməyə başlaması dördüncü gündə, köklərinin böyüməsi altıncı gündə, hipokotil böyüməsi yeddinci gündə, kök boynunun böyüməsi isə onuncu gündə baş verib.

Beləliklə, stimullaşdırıcı dozada şüalanma, yuxu dövründən kotiledon əmələ gəlməsinə qədər toxumların böyüməsini və inkişafını sürətləndirib. Şüalandırılan toxumlarda cücərmə prosesi 8 gün, nəzarət toxumlarında isə 10 gün çəkir. Təcrübə variantları üçün parametrlərin tam dinamikası qrafik 1-də verilmişdir. UB - A şüalanmaya məruz qalmış toxumlarda ekspozisiya zamanı artdıqca cücərmə enerjisinin də artdığını müşahidə edilmişdir. Hormezis effekti aldığımız bu şüalanma zamanı pambıq toxumlarının qalın qabığı olması səbəbi ilə o, dərin qatlara nüfuz edə bilmir, membran səviyyəsində stimullaşdırıcı təsir göstərir və müdafiə reaksiyalarını aktivləşdirir. Beləliklə hüceyrələrdə bir sıra fermentlərin aktivliyi, fitoxrom və kriptoxrom sistemlərin aktivləşməsi və dezinfeksiya edici effektini özündə ehtiva edir (Liu və b., 2022).

İkinci növ şüalanmada toxumların cücərmə faizinin orta qiyməti nəzarət variantı olan cücərmə faizi ilə eynilik təşkil etmişdir. Hormezisin orta nöqtəsində qərarlaşan bu şüalanma DNT-yə birbaşa zərər yetirir, lakin eyni zamanda müdafiə genləri reseptorlarını işə salır və beləliklə öz effektivliyini itirir (Ma və b., 2018).

Aşkar edilmiş ekspozisiya reaksiyası, *Deyr Al-Zour* 22 pambıq toxumlarının UB A/B/C ilə 4-16 dəqiqə ərzində kombinasiyalı şüalanmasının həm standart mühitdə, həm də osmotik və duz stressi şəraitində cücərmənin artırdığını göstərən Jawdat və b. (Javdat və b., 2020) məlumatları ilə keyfiyyətcə uyğundur. Atta və b. məqalələrində Cyto-124, NIA-Noori, Sadori və FH-490 pambıq sortlarının toxumlarının UB-A şüalanması ilə, optimal enerji sıxlığı $E14 = 3517 \text{ kJ/sm}^{-2}$ olduqda orta cücərmənin nəzarət qrupunda 25–43%-dən 38–70%-ə qədər artdığı aşkar etmişlər (Atta və b., 2023).

Qrafik 1. UB şüalanmanın ($\text{kJ} \cdot \text{m}$) toxumların cücərməsinə təsirinin tədqiqi



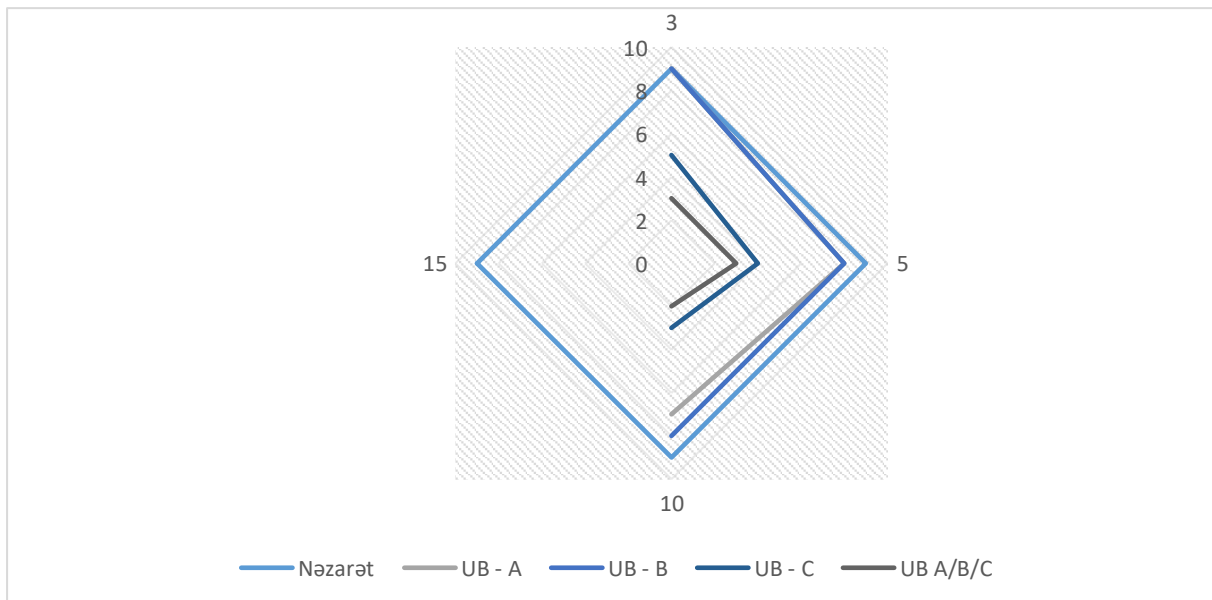


Qrafikdən də göründüyü kimi, UB-C şüalanmaya 3 və 5 dəqiqə məruz qalmış islanmış toxumlarda cücərmə faizində yüksəliş müşahidə edilməmişdir, həmçinin 10 və 15 dəqiqə ekspozisiya zamanı minimal göstəricilər əldə edilmişdir. Bu da tədqiq olunan şüalanma növünün digərlərinə nisbətən daha çox enerjili olduğuna və buna əsasən hüceyrələrdə DNT zəncirinin zədələnməsinə, antioksidant sistemin metabolizminin zəifləməsinə və nəticədə cücərmə enerjisi azalmasına gətirib çıxarır (istinad). Anarbaev və b.-nin apardıqları tədqiqatlar əsasında belə nəticəyə gəlmişlər ki, quraqlıq ildə bir neçə pambıq sortu üçün cücərmənin 72/71/72%-dən 93/90/92%-ə (21-22% artım) və cücərmə enerjisinin 70/69/92%-dən 72/73/79%-ə (3-5% artım) qədər artdığı müşahidə edilmişdir (Anarbaev və b., 2021).

Beləliklə, yerli Gəncə-182 sortunun 5-illik toxumlarının əkinqabağı UB-A ilə müəyyən vaxt ərzində şüalanması üçün hormonezis doza aralığı mövcudluğu təsdiqləndi ki, bu ekspozisiya daxilində laboratoriya şəraitində cücərməsi, cücərmə sürəti və enerjisi nəzarət variantını göstəricilərinə üstün olduğu sübuta yetirilmişdir.

UB şüalanması pambıq toxumunun mikroflorasına güclü əks təsir göstərdiyini, mikroorqanizmlərin DNT-sini pozaraq toxum səthindəki patogen mikrofloranı fiziki olaraq məhv edir və eyni zamanda toxumun özünün qoruyucu potensialını stimullaşdırdığını və əkildikdən sonra torpaqdakı fitopatogenlərə qarşı mübarizəsini asanlaşdırmasını nəzərə alaraq 5 illik toxumları islatmazdan əvvəl UB A/B/C şüalanmaya müəyyən müddət (3, 5, 10 və 15 dəqiqə) ərzində laboratoriya şəraitində məruz qalmışdır.

Qrafik 2. UB şüalanmanın (kJ·m) pambıq toxumlarının mikroflorasının tədqiqi zamanı petri kasasında əmələ gələn koloniyaların sayı (ədəd)



Qrafikdən aydındır ki, nəzarət variantında toxumdan alınmış nümunələrdən petri kasasında əmələ gələn koloniyaların sayı 9-a bərabər olmuşdur. UB-A şüalanma 3 və 5 dəqiqəlik ekspozisiyazamanı zamanı aşağı nəticə gösərsə də, 5 və 10 dəqiqəlik ekspozisiyalardan sonra əmələ gələn koloniyaların sayı azalaraq 7 və 8-ə bərabər olmuşdur. UB-B şüalanmanın göstəriciləri ilə nəzarət variantının göstəriciləri bir-birinə yaxındır, çünki, verilən doza və ekspozisiya toxumun rüşeyminə çatmır, qabıq tərəfindən udulur, beləliklə onun fizioloji və biokimyəvi xüsusiyyətlərinə təsir göstərmədiyi kimi, toxumun ətrafında olan mikrofloranın da inkişafına mənfi təsiri az olur. UB-C radiasiyanın 3 dəqiqə təsirindən sonra



mikroorqanizmlərin koloniyalarının sayı 5-ə düşmüş, 5 dəqiqədə bu göstərici yenidən azalaraq 4, digər 5 və 10 dəqiqəlik ekspozisiyalar zamanı da onların sayı azalaraq müvafiq olaraq 3 və 2-yə bərbər olmuşdur.

Birinci növ şüalanmanın əsas funksiyası bir sıra fizioloji prosesləri bərpa etmək, ikinci növ şüalanmanın isə signal ötürmək kimi, 3-cü növ şüalanmanın - əsasən dezinfeksiya edici kimi mühüm funksiyası aşkar edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, səpinqabağı UB-A şüalanması Gəncə-182 pambıq toxumlarının səthinin kəmiyyət və keyfiyyət tərkibinə (epifitik) və daha az dərəcədə endofitik mikrofloraya statistik cəhətdən əhəmiyyətli təsir göstərir ki, bu da UB şüaları, bioaktivləşdirici, bakterisid və stresi azaldan komponentlərin qarşılıqlı təsirinin üçlü təbiəti ideyasına uyğundur. Bu, qısa dalğalı UB radiasiyasının toxum qabığının toxuması vasitəsilə məhdud nüfuzuna uyğundur (Vanhaelewyn və b., 2020).

Digər üç növ şüalanmada ekspozisiya müddəti çoxaldıqca inkişaf etmiş koloniyaların sayı tərs mütənəsb olaraq azalmışdır. Burada digərlərinə nisbətən UB – A/B/C birlikdə uzun müddətli təsiri illərlə toxumun mikroflorasında latent formada yaşayan fitopatogenlərə daha güclü təsir edərək onları məhv etməyə gətirib çıxarmışdır. Bu növ şüalanmadan istifadə etdikdə toxumların səth mikroflorasının 71,8%-ni məhv olur. Nəticədə əkiləcək toxumların cücərmə dövründə mikroorqanizm mənşəli xəstəliklərə yoluxma göstəricisi azalır.

Əldə edilən kəmiyyət qiymətləndirmələri Vendin və digərlərinin (Vendin və b., 2023) tədqiqatları zamanı aldıkları nəticələr uyğundur, bu məlumatlara görə, soya toxumunun səthinin 9 Vt/m² güc sıxlığında ≥ 30 saniyə şüalanması bakteriya hüceyrələrinin sayında 89% azalma təmin etmişdir; və Brovn və digərlərinin (Brovn və d. 2022) məlumatlarına görə, UB-C 1,3–7,5 kJ/m² diapazonunda xəstə kələm yarpaqlarında *Xanthomonas campestris* bakteriya populyasiyasını effektiv şəkildə azaltmışdır, optimal göstərici isə 3,6 kJ/m² olmuşdur.

Radiasiyanın mikrofloraya təsirin səthi təbiəti məntiqi olaraq UB-nin toxumalara zəif nüfuz etməsi ilə izah olunur, bitki mühitinin UB-B spektrinin modulyasiyası isə bitki-mikroorqanizm qarşılıqlı təsirlərinin idarə olunması üçün ən böyük maraq doğurur, çünki UB-B reseptoru UVR8 bitkinin özünün uyğunlaşmasını təmin edir, mikroorqanizmlər isə həssas qalır (Jenkins G., 2014). Beləliklə, Gəncə-182 pambıq sortu üçün UB-nin toxum mikroflorasının fitopatogen və saprotrof komponentlərinə antaqonist təsiri reaksiyanın hormezis və fotomorfogen komponentlərini tamamlayaraq mürəkkəb "kimyəvi maddələrsiz steril toxum" əmələ gətirir.

Beləliklə, pambıq bitkisinin yerli Gəncə-182 sortu üçün əkinqabağı UB-A şüalanmasının əsasən səthi bakterisid-funqisid təsiri təsdiqləndi ki, bu da epifit fitopatogen və saprotrof mikroorqanizmlərə münasibətdə daha çox özünü göstərir və bu da ontogenezin ilkin mərhələləri üçün əlverişli fitosanitar fon yaradır.

Yekun nəticə. Pambıq bitkisinin yerli Gəncə-182 sortunun 5 illik toxumları üçün bimodal doza-cücərmə-enerji əlaqəsi haqqında əldə edilən məlumatlar müasir UB hormezis konsepsiyası ilə tam uyğundur, buna görə də aşağı dozalı UB şüalanması adaptiv reaksiyalara (artım, fitopatogenlərə qarşı müqavimət, ikinci metabolizmin aktivləşməsi və antioksidant sistemin qorunması) səbəb olur, yüksək dozalar isə oksidləşdirici zədələnməyə, membran bütövlüyünün pozulmasına və inkişafın inhibə edilməsinə səbəb olur. Ümumilikdə, alınan nəticə onu göstərir ki, 5 illik pambıq toxumu üçün müəyyən edilmiş optimal doza pəncərəsinin UB zədələnməsinin həddi altında, lakin fotomorfogen və antioksidant reaksiyasının aktivləşmə həddi üzərində, yəni məhz UB-B üçün təsvir edilən eustres zonasında olduğunu göstərir.

Əldə edilən nəticələr, vegetasiya dövründə günəş UB şüalanmanın pambıq üçün qlobal orta göstəricisi ilə müqayisə edilə biləcəyi və 2-11 kJ/m²/gün təşkil etdiyi Azərbaycanın Gəncə-Daşkəsən iqtisadi zonasında yerli Gəncə-182 sortunun becərilməsi üçün birbaşa



praktik əhəmiyyətə malikdir. Məlum olub ki, hətta orta dozada UV ($8 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$) şüa belə sahə şəraitində pambığın reproduktiv parametrlərini azalda bilər, artan dozalar ($16 \text{ kJ/m}^2/\text{gün}$) isə yarpaqların xloroza və nekroza, yarpaq səthinin hündürlüyünün və sahəsinin azalmasına səbəb ola bilər. Bu baxımdan, xüsusilə vacibdir ki, hormonez diapazonunda əkin öncəsi UB şüa ilə təsir sahədə zərərli dozaların əmələ gəlməsi riski olmadan rüşeymin "yenidən proqramlaşdırılmasına" imkan verir və onun təsiri digər aqronomik amillərin - optimal əkin sıxlığı, əkin və seyrəltmə vaxtları, mineral qidalanma və suvarma rejiminin təsiri güclü ola bilər. Alınan nəticələr göstərir ki, pambıq bitkisinin 5 illik toxumlarının UB-A ilə 5 dəqiqə işləndikdə toxumların cücərmə enerjisi artır, UB-B ilə 10 dəqiqə işlənməsi fitopatogen mikrofloranın məhvini gətirərək, aktiv steril toxum əldə edilir.

UB şüalanması kənd təsərrüfatı bitkilərində müsbət xüsusiyyətləri stimullaşdırmaq, məsələn, biotik və ya abiotik stressə qarşı tolerantlığın induksiyası məqsədilə istifadə edilə bilər. Bundan əlavə, UB şüalanmasının tətbiqi bitkilərin müəyyən fenoloji mərhələlərində və müxtəlif bitki orqanlarında spesifik reaksiyaların yaranması üçün həyata keçirilə bilər. Gələcək işlərdə pambıq toxumlarına normal və stress şəraitində; müxtəlif qatılıqda duzların çoxillik toxumlara təsirinin azaldılmasında şüalanmanın rolunu araşdırmaq planlaşdırılır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Seyidəliyev N.Y., Xəlilov X.Q., Məmmədova M.Z. (2023) Səpin üsullarının, gübrə normalarının, ucurmağın və yığım müddətlərinin pambıq sortlarında qozaların sayına, bir qozadan çıxan pambığın və 1000 ədəd toxumun çəkisinə, lif çıxımına təsiri. Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 100 illiyinə həsr edilmiş "Qeyri-neft sektoru və qlobal ərzaq təhlükəsizliyi problemləri" mövzusunda Respublika elmi-praktik konfransın materialları. Gəncə, ADAU, s.1-6.
2. Alakbarova, Sh.E. (2024). Effect of various salts on antioxidant protection and carbon metabolism of cotton. *Advances in Biology & Earth Sciences*, 9(3), 368-373 <https://doi.org/10.62476/abes93368>
3. Anarbaev, A., Tursunov, O., Kodirov, D., Khudaev, I., Isakhodjayev, K., Islikov, S. (2021). Pre-sowing activation of seeds by ultraviolet (UV) radiation. *E3S Web of Conferences*, 258, 04022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125804022>
4. Araújo, S. S., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2016). Physical methods for seed invigoration: Advantages and challenges in seed technology. *Frontiers in Plant Science*, 7, 646. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>
5. Association of Official Seed Analysts (2018) Rules for Testing Seeds. Association of Official Seed Analysts. Section 4.10, Table 3. 35p.
6. Atta, B.M., Saleem, M., Abro, S., Rizwan, M., Sarwar, G., Farooq, A. (2023). Enhancement of germination and yield of cotton through optical seed priming: Lab. and diverse environment studies. *PLoS ONE*, 18(7), e0288255. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288255>.
7. Ballaré, C.L. (2014). Light regulation of plant defense. *Annual Review of Plant Biology*, 65, 335–363
8. Bavcon, Jože & Gogala, N.. (1996). The influence of UV-B irradiation on the mitotic activity in *Picea abies* (L.) Karst.. *Phyton - Annales Rei Botanicae*. 36. 47-50.
9. Borges, A.A., Jiménez-Arias, D., Expósito-Rodríguez, M., Sandalio, L.M., Pérez, J.A. (2014). Priming crops against biotic and abiotic stresses: MSB as a tool for studying mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 5, 642.



10. Brown, J. E., Lu, T. Y., Stevens, C., Khan, V. A., Lu, J. Y., Wilson, C. L., Collins, D. J., Wilson, M. A., Igwegbe, E. C. K., Chalutz, E., & Droby, S. (2001). The effect of low dose ultraviolet light-C seed treatment on induced resistance in cabbage to black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). *Crop Protection*, 20(10), 873–883. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00037-0](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00037-0)
11. Chen Z, Dong Y, Huang X. Plant responses to UV-B radiation: signaling, acclimation and stress tolerance (2022) Dec. *Stress Biol* 5;2(1):51. doi: 10.1007/s44154-022-00076-9. PMID: 37676395; PMCID: PMC10441900.
12. Dotto, M., & Casati, P. (2017). Developmental reprogramming by UV-B radiation in plants. *Plant Science*, 264, 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2017.08.008>
13. Escobar-Hernández, D. I., González-García, Y., Benavides-Mendoza, A., & Juárez-Maldonado, A. (2026). Application of UV-A radiation to induce tolerance to biotic and abiotic stress in horticultural crops. In *Methods in Molecular Biology* (Vol. 2988, pp. 21–27). Humana. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-4981-7_3
14. Hideg, É., Jansen, M.A.K., Strid, Å. (2013). UV-B exposure, ROS, and stress: inseparable companions or loosely linked associates? *Trends in Plant Science*, 18(2), 107–115.
15. Jawdat, D., Abu Kassem, I., Saleh, A., Aljapawe, A., Ikhtiar, A., Al-Safadi, B. (2020). Priming of Long-Term Stored Cotton Seeds Using Combined UV-A, B and C Radiation and Its Influence on Germination. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 16(4), 82–94.
16. Jenkins, G. I. (2017). Photomorphogenic responses to ultraviolet-B light. *Plant, Cell & Environment*, 40 (11). P. 2544-2557. DOI: 10.1111/pce.12934
17. Jenkins, G.I. (2014). The UV-B photoreceptor UVR8: from structure to physiology. *The Plant Cell*, 26(1), 21–37.
18. Liu, Z., Wang, H., Wang, J., Lv, J., Xie, B., Luo, S., Wang, S., Zhang, B., Li, Z., Yue, Z., & Yu, J. (2022). Physical, chemical, and biological control of black rot of Brassicaceae vegetables: A review. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1023826. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1023826>
19. Ma, M., Wang, P., Yang, R., Gu, Z. (2018). Effects of UV-B radiation on the isoflavone accumulation and physiological-biochemical changes of soybean during germination. *Food Chemistry*, 250, 259–267.
20. Mohammed, A. R., & Tarpley, L. (2019). Rice responses and tolerance to ultraviolet-B (UV-B) radiation. In S. H. Wani (Ed.), *Advances in rice research for abiotic stress tolerance* (pp. 709–724). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814332-2.00034-8>
21. Qamer, M., et al. (2021). Review of oxidative stress and antioxidative defense mechanisms in *Gossypium hirsutum* L. in response to extreme abiotic conditions *Journal of Cotton Research*, 4, 4–9. <https://doi.org/10.1186/s42397-021-00086-4>
22. Qi, W., Zhang, L., Xu, H., Wang, L., Jiao, Z. (2014). Physiological and molecular characterization of the enhanced salt tolerance induced by low-dose gamma irradiation in *Arabidopsis seedlings*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 450, 1010–1015.
23. Robson TM , Aphalo PJ , Banaś AK , Barnes PW , Brelsford CC , Jenkins GI , Kotilainen TK , Łabuz J , Martínez-Abaigar J , Morales LO , Neugart S , Pieristè M , Rai N , Vandenbussche F , Jansen MAK (2019). A perspective on ecologically relevant plant-UV research and its practical application. *Photochem Photobiol Sci*. May 15;18(5):970-988. doi: 10.1039/c8pp00526e. PMID: 30720036.
24. Solanki, R., Lakshmi, N., Rashmi, A., Sanjay, S.B., Guruprasad, K.N. (2006). Growth and chlorophyll contents as affected by UV-A and UV-B components in cucumber and cotton. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 12(4), 321–323.



25. Thomas, T.T.D., Puthur, J.T. (2017). UV radiation priming: A means of amplifying the inherent potential for abiotic stress tolerance in crop plants. *Environmental and Experimental Botany*, 138, 57–66.
26. Trela-Makowej, A., Olbińska, E., Orzechowska, A., & Szymańska, R. (2026). The concept of UV radiation hormesis: Evidence, mechanisms and implications. *Biological Reviews*, 101(4), 1922–1936. <https://doi.org/10.1002/brv.70159>
27. Vanhaelewyn, L., Van Der Straeten, D., De Coninck, B., & Vandebussche, F. (2020). Ultraviolet radiation from a plant perspective: The plant–microorganism context. *Frontiers in Plant Science*, 11, Article 597642. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.597642>
28. Vendin, S., et al. (2023). Results of studies on the application of UV radiation for disinfecting the surface of soybean seeds from pathogenic microflora. *BIO Web of Conferences*, 67, 02027. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236702027>
29. Verdager, D., Jansen, M.A.K., Llorens, L., Morales, L.O., Neugart, S. (2017). UV-A radiation effects on higher plants: Exploring the known unknown. *Plant Science*, 255, 72–81.

THE EFFECT OF UV RADIATION ON THE GERMINATION AND MICROFLORA OF COTTON PLANT SEEDS SUMMARY

The purpose of the research – During long-term storage of cotton seeds, they gradually lose their viability and germination capacity, and at the same time, the formation of phytopathogenic conditions is the main obstacle to the development of a uniform vegetation cover and the creation of stable fiber yield. Thus, the main purpose of the study is to increase the germination capacity of the seeds of the local Ganja-182 variety of cotton stored for a long time by physical processing and reduce the number of microorganisms

The methodology of the research – During the study, the germination of seeds under normal conditions was mainly studied in laboratory conditions, using the standard proposed by the International Seed Testing Association (ISTA), and in the microflora Murashige-Skoog (MS medium 1962) medium.

The practical importance of the research – The type, dose and exposure of UV radiation, which is one of the physical methods, is of great importance in reducing the need for chemical treatment of seeds of the local Ganja-182 variety of cotton stored for a long time, increasing the germination percentage and changing the microflora in the future.

The results of the research – Treatment of pre-soaked 5-year-old seeds of the local Ganja-182 variety of cotton with UV-A and B rays for 5-10 minutes increases the percentage of their germination, and it is also possible to obtain active sterile seeds with this method. This result may lead to a reduction in the need for chemical treatment of seeds intended for sowing in the future and to the solution of a number of related ecological problems.

The scientific novelty of research – for the first time, the effect of radiation on the germination and microflora of seeds of the local Ganja-182 variety of cotton stored for a long time has been studied and an accurate exposure has been given.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., radiation, stress, germination, microorganism

ВЛИЯНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ И МИКРОФЛОРУ СЕМЕН КУЛЬТУРЫ ХЛОПЧАТНИКА РЕЗЮМЕ

Цель исследования – При длительном хранении семена хлопка постепенно теряют жизнеспособность и всхожесть, а одновременно с этим основным препятствием для формирования равномерного растительного покрова и получения стабильного урожая волокна является образование фитопатогенных условий. Таким образом, основная цель исследования – повышение всхожести семян местного сорта хлопка «Гянджа-182», хранившихся длительное время, путем физической обработки и снижение количества микроорганизмов.

Методология исследования – В ходе исследования всхожесть семян в нормальных условиях изучалась в основном в лабораторных условиях с использованием стандарта, предложенного Международной ассоциацией по тестированию семян (ISTA), и на среде микрофлоры Мурасиге-Скога (среда MS 1962).



Важность исследовательского приложения – Тип, доза и воздействие УФ-излучения, являющегося одним из физических методов, имеют большое значение для снижения необходимости химической обработки семян местного сорта хлопка Гянджа-182, хранящихся длительное время, повышения всхожести и изменения микрофлоры в будущем.

Результаты исследования – Обработка предварительно замоченных 5-летних семян местного сорта хлопка Гянджа-182 УФ-А и В лучами в течение 5-10 минут повышает процент их всхожести, а также позволяет получить активные стерильные семена этим методом. Этот результат может привести к снижению необходимости химической обработки семян, предназначенных для посева, в будущем и к решению ряда связанных с этим экологических проблем.

Научная новизна исследования – впервые изучено влияние излучения на всхожесть и микрофлору семян местного сорта хлопка Гянджа-182, хранящихся длительное время, и дано точное значение облучения.

Ключевые слова: *Gossypium hirsutum* L., излучение, стресс, прорастание, микроорганизм

Məqalə daxil olmuşdur: 12.08.2026

Təkrar işləməyə göndərilmişdir:

18.08.2026

Çapa qəbul edilmişdir: 17.09.2026

Дата поступления статьи в

редакцию: 12.08.2026

Отправлено на повторную

обработку: 18.08.2026

Принято к печати: 17.09.2026

The date of the admission of the

article to the editorial office:

12.08.2026

Send for reprocessing: 18.08.2026

Accepted for publication: 17.09.2026