

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI**

*Əlyazma hüququnda*

**AŞAĞI TEMPERATUR STRESİ ŞƏRAİTİNDƏ *DUNALIELLA*  
*SALİNA İPPAS D-294* HÜCEYRƏLƏRİNDƏ  
ANTIOKSİDLƏŞDİRİCİ SİSTEMİN TƏDQIQI**

İxtisas: 2406.01 - Biofizika

Elm sahəsi: Biologiya

İddiaçı: **Aynurə Rafiq qızı Cəlilova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
təqdim edilmiş dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**Bakı – 2022**

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Tədqiqat, İnkişaf və İnnovasiyalar üzrə Mükəmməllik Mərkəzinin "Biomühəndislik" Elmi-Tədqiqat Laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər: fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor  
**Rövşən İbrahimxəlil oğlu Xəlilov**

biologiya elmlər namizədi, dosent  
**Qafar İslam oğlu Əli-zadə**

Rəsmi opponətlər: biologiya elmləri doktoru, professor  
**Tokay Məhərrəm oğlu Hüseynov**

fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor  
**Əhməd Məhəmməd oğlu Hacıyev**

biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
**Gülnar Hacıbəy qızı Sultanova**

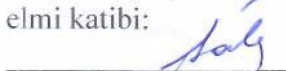
Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.31 Dissertasiya Şurası.

Dissertasiya şurasının  
sədri:



biologiya elmləri doktoru, professor  
**Ralfrid Əhadoviç Həsənov**

Dissertasiya şurasının  
elmi katibi:



biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
**Samirə Cəfər qızı Salayeva**

Elmi seminarın  
sədri:



fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor  
**Eldar Əliyev Məsimov**



## İŞİN ÜMUMİ TƏSVİRİ

**Mövzunun aktuallığı.** Müasir elm bitkilərin aşağı müsbət temperaturalara davamlılıq probleminə böyük diqqət yetirir<sup>1</sup>. Aşağı temperaturun bitkilərə zərərli təsiri ilə bağlı bir neçə nəzəriyyə irəli sürülməsinə baxmayaraq, onların obyektə şaxtaya davamlı bitkilərdir. Aşağı ölümcül temperaturun təsiri altında termofil bitkilərin zədələnməsinin əsas səbəbi oksigenin fəal formalarının (OFF) əmələ gəlməsidir<sup>2,3</sup>.

Son illərdə aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, reaktiv oksigen növlərinin əmələ gəlməsi və oksidləşdirici stresin inkişafı bitkilərin müxtəlif abiotik amillərin zərərli təsirlərinə cavab reaksiyalarından biridir. Hüceyrədə OFF istehsalının artmasını endogen antioksidləşdiricilər fəallaşdırır. Antioksidləşdirici fermentlər metabolik proseslərin zərərli təsirlərdən qorunmasında mühüm rol oynayır. Lakin hüceyrədaxili redoks status dəyişdikdə onlar aktivliklərini tez də itirirlər<sup>4,5</sup>. Stress faktorlarının təsiri altında bitki hüceyrələrində kiçik molekullu üzvi antioksidləşdiricilər (prolin, poliaminlər, antosianinlər, karotenoidlər, flavonoidlər, həll olunan fenollar və s.) toplanır<sup>6</sup>. Bu birləşmələr oksidləşdirici stressə qarşı qoruyucu mexanizmlərdir. Müxtəlif əlverişsiz ətraf mühit amillərinin təsiri altında, antioksidləşdirici müdafiə sisteminin fəaliyyətinin növə xas xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün model bitkilərin genişləndirilmiş tətbiqi tələb olunur. Bu, məsələyə perspektivli yanaşmalardan biridir. Belə tədqiqatlar üçün uyğun bioloji obyekt - *Dunaliella salina* IPPAS D-294 yaşıl mikroyosunudur.

---

<sup>1</sup> Трунова, Т.И. Растение и низкотемпературный стресс: 64-е Тимиряз. чт. / Т.И. Трунова, - Москва: Наука, - 2007. - 54

<sup>2</sup> Балнокин, Ю.В. Растения в условиях стресса / Ю.В. Балнокин // под ред. Ермакова. М: Издательский центр «Академия», - 2005, - 640 с.

<sup>3</sup> Владимиров, Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский образовательный журнал. – Москва: - 2000. 6 (12), - с. 13-19.

<sup>4</sup> Halliwell, B. Reactive Species and Antioxidants. Redox Biology Is a Fundamental Theme of Aerobic Life // Plant Physiology, - 2006. v. 141, p. 312-322

<sup>5</sup> Ignatenko, A.A. Effect of Salicylic Acid on Antioxidant Enzymes and Cold Tolerance of Cucumber Plants. / A.A. Ignatenko, V.V. Talanova, N.S. Repkina [et al.] // Russ J Plant Physiol, - 2021. 68, - p. 491-498

<sup>6</sup> Lamers, P.P. Carotenoid and fatty acid metabolism in light-stressed *Dunaliella salina*. / P.P. Lamers, C.C.W. Van De Laak, P.S. Kaasenbrood [et al.] // Biotechnol. Bioeng. – 2010. v. 106, - p. 638-648

Yaşıl mikroyosunların UB-B radiasiyasının müxtəlif diapazonlarına qarşı tolerantlığı birbaşa becərilmə şəraitindən asılıdır: temperatur, duzluluq, mineral qidalanma. Hazırda UB-B radiasiyasının təsirinə qarşı bitkilərin davamlılıq mexanizmləri haqqında kifayət qədər məlumat yoxdur.

*Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrənin UB-B şüalanması, aşağı temperatur, duzluluq, eləcə də onların birlikdə təsirinə qarşı müqavimət mexanizmlərinin araşdırılması, bitkilərin əlverişsiz şəraitə uyğunlaşması haqqında yeni fundamental biliklər əldə etməyə imkan yaradır.

**Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri.** İşin məqsədi optimal və aşağı temperatur stressi və mühitin yüksək duzluluğu, ekzogen antioksidləşdiricilərin müxtəlif qatılıqları şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində katalazanın endogen fəallığının, lipidlərin peroksidləşmə dərəcəsinin və UB-B şüalarının müxtəlif kəskin dozalarına qarşı müqavimətin öyrənilməsidir. Məqsədə nail olmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulmuşdur:

1. Optimal və aşağı temperatur stressi, qidalı mühitin yüksək duzluluğu şəraitlərində becərilmiş hüceyrə populyasiyasında bioməhsuldarlıq və funksional aktivliyin qiymətləndirilməsi;
2. Optimal və aşağı temperatur stressi, qidalı mühitin yüksək duzluluğu şəraitlərində becərilmiş və süni antioksidləşdiricilərin müxtəlif qatılıqları ilə modifikasiya edilmiş hüceyrə populyasiyasında bioməhsuldarlıq və funksional aktivliyin qiymətləndirilməsi;
3. Optimal və aşağı temperatur stressi, qidalı mühitin yüksək duzluluğu şəraitlərində becərilmiş və süni antioksidləşdiricilərin müxtəlif qatılıqları ilə modifikasiya edilmiş hüceyrələrdə katalazanın endogen fəaliyyətinin və lipidlərin peroksidləşmə dərəcəsinin tədqiqi;
4. Optimal və aşağı temperatur stressi, qidalı mühitin yüksək duzluluğu şəraitlərində *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin UB-B şüalarına qarşı müqavimət göstəricilərinin təyini.

**Elmi yenilik.** Müəyyən edilmişdir ki, hüceyrədaxili karotinoidlərin biosintezinin artması ilə nəticələnən funksional davamlılığa mineral mühitin yüksək duzluluğu və aşağı temperatur stressi, endogen katalaza aktivliyi, lipidlərin peroksidləşməsi və

oksidləşdirici stressin intensivliyini azaldan ekzogen sintetik antioksidantların iştirakı ilə nail olunur. Göstərilmişdir ki, aşağı temperatur stressi və yüksək duzluluq şəraitində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrə populyasiyası UB-B şüalarının müxtəlif kəskin dozalarının təsirinə qarşı, nəzarət hüceyrələri ilə müqayisədə yüksək davamlılıq nümayiş etdirir.

**Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.** Alınmış nəticələr bitkilərin aşağı temperatur stressinə adaptasiya mexanizmləri sahəsindəki bilikləri genişləndirir və onların stress davamlılığını yüksəltmək məqsədi ilə istifadə oluna bilər. Süni antioksidləşdiricilərin böyüməni stimullaşdıran təsir qanunauyğunluqları onları ekstremal şəraitlərdə bitkilərin bioməhsuldarlığını tənzimləmək məqsədi üçün etibarlı və əlçatan çoxalma aktivatorları edir. Tədqiqatın nəticələri funksional sabitliyin qiymətləndirilməsinin əsas prinsiplərini və yaşıl mikroyosun hüceyrələrindən istifadə imkanlarını inkişaf etdirmək üçün istifadə edilə bilər. *Dunaliella salina* İPPAS D-294 abiotik ətraf mühit amillərinin təsirinin bioloji nəticələrinin qiymətləndirilməsində genetik monitorinq üçün perspektivli sınaq obyektini kimi istifadə oluna bilər.

Dissertasiya materialları biologiya, ekologiya və xalq təsərrüfatı ixtisasları üzrə tələbələrə mühazirələrin oxunmasında istifadə oluna bilər.

**Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.** *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin funksional davamlılığına hüceyrədaxili karotinoidlərin biosintezinin artması ilə nəticələnən, mineral mühitin yüksək duzluluğu və aşağı temperatur stressi, endogen katalaza aktivliyi, lipidlərin peroksidləşməsi və oksidləşdirici stressin intensivliyini azaldan ekzogen sintetik antioksidantların iştirakı ilə nail olunur.

Aşağı temperatur stressi və mühitin yüksək duzluluğu şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələri kəskin UB-B şüalarının müxtəlif dozalarına qarşı nümunə hüceyrələr ilə müqayisədə daha yüksək davamlılıq göstərir.

**Tədqiqat işinin aprobasiyası və tətbiqi.** Tədqiqatın nəticələri Rusiya Fotobiologiya Cəmiyyətinin Konqresində (Shepsi qəsəbəsi, 2014), Rusiya Biofizika Cəmiyyətinin V Konqresində (Rostov-na-Donu, 2015), "Müasir biologiyanın innovativ problemləri" VI Beynəlxalq elmi

konfransında (Bakı, 2016), akademik C. Əliyevin 90 illiyinə həsr olunmuş elmi konfransda (Bakı, 2018), AMEA-nın müxbir üzvü, əməkdar elm xadimi, professor D. Hacıyevin 90 illiyinə həsr olunmuş elmi konfransda (Bakı, 2019) məruzə və müzakirə edilmişdir.

**Nəşrlər.** Dissertasiyanın mövzusu üzrə 31 elmi əsər (26 məqalə, 5 konfrans materialı) dərc olunmuş, onlardan 4 məqalə Ali Attestasiya Komissiyasının (AAK) tövsiyə etdiyi xarici elmi jurnallar siyahısına daxildir.

**Dissertasiyanın quruluşu və həcmi:** Dissertasiya işi giriş 11455 (7 səhifə), 5 fəsil: I - 55418 (29 səhifə), II - 18655 (13 səhifə), III - 46716 (38 səhifə), IV – 17888 (14 səhifə), V – 20688 (15 səhifə), nəticələr - 41165 (21 səhifə), tövsiyələr 1013 işarələrdən, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı və ixtisarların siyahısından ibarət olmaqla 168 səhifədə çap olunmuşdur. İşdə 3 cədvəl, 38 şəkil var. 200 ədəbiyyat mənbəyindən istifadə edilmişdir. Dissertasiyanın ümumilikdə həcmi 275143 simvoldan ibarətdir.

## İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

### I FƏSİL. ƏDƏBİYYAT İCMALI

Bu fəsildə aşağı temperaturun bitkilərə zərərli təsirləri və ikincili oksidləşdirici stress, bitkilərdə aşağı müsbət temperaturlara qarşı davamlılığın formalaşmasında antioksidləşdirici sistemin rolu, antioksidləşdirici sistemin komponentləri arasında qarşılıqlı fəaliyyət, soyuğa davamlılıq və çarpaz davamlılıq, eləcə də bu sahədə dünyada aparılmış araşdırmalar ədəbiyyat mənbələrinə istinad edilməklə geniş təhlil olunmuşdur.

### II FƏSİL. TƏDQIQATIN OBYEKTİ VƏ MÖVZUSU

Tədqiqatlarda, işin məqsəd və vəzifələrinə müvafiq olaraq, tədqiqat obyektini kimi Abşeronun duzlu göllərindən götürülərək kultura halına salınmış *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrə

populyasiyasından istifadə olunmuşdur <sup>7</sup>. Mikroyosun kulturası "UVKV" (mikroyosunların yetişdirilməsi üçün qurğu) tipli qurğuda yetişdirilmişdir. Qurğuda hüceyrələr intensiv yığılma rejimində yetişdirilir. Qurğu işıqın intensivliyini  $4 \text{ Vt} / \text{m}^2 - 30 \text{ Vt} / \text{m}^2$ , temperaturu  $20^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ , qaz qarışığının tərkibində karbon qazının miqdarını 0,5 ilə 1,5% arasında tənzimləməyə imkan verir. Optimal böyümə şəraitində fotoreaktorlarda hüceyrə suspenziyası ağ işıqla işıqlandırılır ( $16 \text{ Vt} / \text{m}^2$ ) və davamlı olaraq hava qarışığı (hava + 1,0%  $\text{CO}_2$ ) ilə təmin olunur. Fotoreaktorlarda hüceyrə suspenziyasının temperaturu optimal şəraitdə  $27^{\circ}\text{C}$  (nəzarət), aşağı temperatur stressi şəraitində isə  $5^{\circ}\text{C}$  olmuşdur<sup>8</sup>. Hüceyrələrin böyüməsi üçün mineral mühitə müxtəlif qatılıqlarda natrium xlorid (1,5M və 3,0M NaCl) əlavə edilmişdir. Qidalı mühitin hər litrinə 1 ml mikroelementlər məhlulu əlavə edilmişdir. Qidalı mühitin pH-ı 0,1 N NaOH məhlulu ilə 7,2-7,4-ə çətdirilmişdir. UB-B şüalandırılması üçün SVD-120A yüksək təzyiqli civə lampasından istifadə edilmişdir. Mikrokulturanın bioməhsuldarlığı vaxtaşırı olaraq Qoryayev kamerasında mikroskop altında hüceyrələrin sayının hesablanması və ya nefelometrik üsulla, fotoelektrokolorimetrdən istifadə edərək hüceyrə suspenziyasının optik sıxlığının ölçülməsi ilə müəyyən edilmişdir. Tədqiqatlarda sintetik antioksidləşdiricilərdən - 2,6 di-*tert*-butil krezol (ionol) və onun analoqu 2,6 di-*üçlü*- butil fenoldan (25-500 mkM) istifadə edilib.

Hüceyrə ekstraktlarında (100% aseton) ümumi piqmentlərin miqdarı spektrofotometrə təyin edilmiş və Vettşteyn əmsali əsasında hesablanmışdır<sup>9</sup>. Hüceyrələr tərəfindən ayrılan fotosintetik oksigenin miqdarı termostatlı həcmdə hüceyrə suspenziyasını ( $OD = 0,8$ ) ağ işıq ( $100 \text{ Vt} / \text{m}^2$ ) ilə işıqlandırmaqla Klark platin elektrodlu polyaroqrafik

---

<sup>7</sup> Ализаде, Г.И., Магеррамова, Х.Х., Абдуллаев, Х.Д. Биопродуктивность водорослей в фотореакторах с усиленным перемешиванием // Экология, Философия, культура. Сб.науч. ст., - Баку: - 2004. - с.67-75

<sup>8</sup> Alizadeh, G.I. The antioxidative activity of *Dunaliella* cells under low temperature stress / G.I. Alizadeh, A.R. Jalilova, Kh.Kh. Maharramova1 [et al.] // International Journal of Biopharmaceutical and Nanomedical Sciences, IJBNS, - 2013. 2 (1), - p. 74-78

<sup>9</sup> Гавриленко, В.Ф., Ладыгина, М.Е., Хандобина, Л.М. Большой практикум по физиологии растений: [в 1 томе] / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина – Москва: Высшая школа, - 1975. - 92 с.

qurğuda ölçülmüşdür<sup>10</sup>. Membran lipidlərinin peroksidləşmə dərəcəsinin (LPO) təyini onların tiobarbitur turşusu ilə reaksiyasına əsasən hüceyrələrdə MDA-nın miqdarının təyin edilməsinə əsaslanmışdır<sup>11</sup>. Katalaza aktivliyi qazometrik üsulla ölçülmüşdür. Belə ki, bu üsul tərkibində katalaza olan yosunların sulu ekstraktının üzərinə hidrogen peroksid əlavə edildikdən sonra ayrılan qazın həcmində təyininə əsaslanır. Alınmış məlumatlar Microsoft Excel 2016 proqramından istifadə edilməklə Lakinə görə statistik işlənmişdir<sup>12</sup>.

### **III FƏSİL. *DUNALIELLA SALINA İPPAS D-294* YAŞIL MİKROYOSUN HÜCEYRƏLƏRİNİN ÇOXALMASI, PİQMENTLƏRİN BIOSİNTEZİ VƏ FUNKSIONAL FƏALİYYƏTİ**

#### **3.1. Optimal və aşağı temperatur stressi şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina İPPAS D-294* yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin çoxalması, piqmentlərin biosintezini və funksional fəaliyyəti (1,5M NaCl)**

Optimal becərilmə şəraitində (25<sup>0</sup>C) nəzarət hüceyrə suspenziyasının optiki sıxlığı 24 saat ərzində 3,5-4 dəfə artır. Aşağı temperatur stressi şəraitində (5<sup>0</sup>C) isə nəzarət hüceyrələrin çoxalma dinamikası ləngiyir və fərq 20-25% təşkil edir.

Optimal və aşağı temperatur stressi şəraitlərində xlorofil *a* və *b* nisbəti dəyişməz (2:1) qalır, ümumi karotenoidlərin miqdarının yüksək olması, hüceyrələrin fotosintetik fəallığını xarakterizə edən xlorofillər / karotenoidlər nisbətinin 5,5 - dən 3,87 - ə qədər azalmasına səbəb olur (Cədvəl 3.1.1.). Aşağı temperatur stressi isə hüceyrələrdə ümumi karotenoidlərin biosintezini artırır, bu da bilavasitə *Dunaliella salina İPPAS D-294* mikroyosunlarının funksional fəaliyyətinə təsir göstərir.

---

<sup>10</sup> Масюк, Н.П. Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода *Dunaliella* Teod. и перспективы его практического использования [в 1 томе] / Н.П. Масюк, - Киев: - 1973,- 244 с.

<sup>11</sup> Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. - Москва: - 1976. - 255с.

<sup>12</sup> Лакин, Г.Ф. Биометрия [в 1 томе] / Г.Ф. Лакин // Высшая школа, - Москва: - 1990. - 293 с.



Aşağı temperatur stresi şəraitində becərilmiş hüceyrələrin funksional fəallığı nəzarət ilə müqayisədə 35%-ə qədər azalır. Funksional aktivliyin belə azalması hüceyrə bioməhsuldarlığının ləngiməsinə gətirib çıxarır<sup>13,14</sup>.

### Cədvəl 3.1.1.

#### Optimal və aşağı temperatur stresi rejimlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin piqment tərkibi

Becərilmə rejimi	Xlorofil <i>a</i> mq/l	Xlorofil <i>b</i> mq/l	Karotinoidlərin cəmi mq/l	Xlorofillər/ karotinoidlər nisbəti
K	3,27 ± 0,05	1,68 ± 0,05	0,9 ± 0,01	5,5
O	3,46 ± 0,05	1,73 ± 0,05	1,34 ± 0,01	3,87

**Qeyd:** optiki sıxlıq OD=0,8; temperatur 27°C, işıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>; K- fotoreaktorlara vurulan hava qarışığının temperaturu 25°C; O- fotoreaktorlara vurulan hava qarışığının temperaturu 5°C (aşağı temperatur stresi)

#### 3.2. Optimal və aşağı temperatur stresi şəraitlərində becərilmiş, ekzogen antioksidləşdiricilərlə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin çoxalması, piqmentlərin biosintezi və funksional fəallığı (1,5M NaCl)

İonol - optimal temperatur rejimində (25°C) 25-50 mkM və 2,6 di-üçlü-butil fenol - optimal temperatur rejimində (25°C) 25-50 mkM və aşağı temperatur stresi (5°C) şəraitində 25-150 mkM sabit qatılıqlarda böyüməni stimullaşdıran fəallıq göstərir.

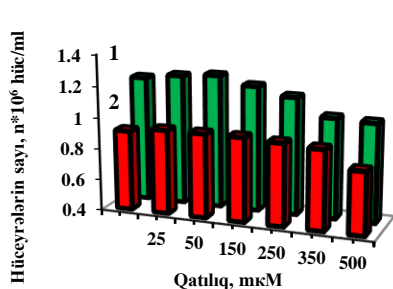
Optimal temperatur rejimində becərilmiş və ionolun müxtəlif qatılıqları ilə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində ümumi xlorofillərin miqdarı (xlorofil *a* 69%; *b* 63%) və karotenoidlərin biosintezi (44%) azalır, xlorofil *a* / xlorofil *b* və xlorofil/karotenoid nisbətləri isə yüksəlir<sup>15</sup> (şəkil 3.2.1).

<sup>13</sup> Alizadeh, G.I. The antioxidative activity of *Dunaliella* cells under low temperature stress / G.I. Alizadeh, A.R. Jalilova, Kh.Kh. Maharramova [et al.] // International Journal of Biopharmaceutical and Nanomedical Sciences, IJBNS, - 2013. 2 (1), - p. 74-78

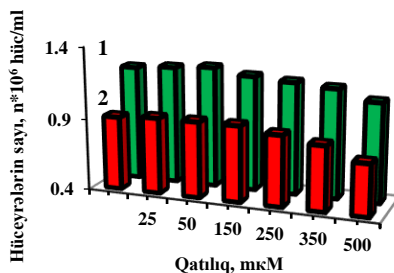
<sup>14</sup> Alizadeh, G.I. Carotenogenesis in *Dunaliella* cells under stressed conditions, / G.I. Alizadeh, A.R. Jalilova, Kh.Kh. Maharramova [et al.] // European Journal of Biotechnology and Bioscience, - September 2017. 5 (5), - p. 41-46

<sup>15</sup> Али-Заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных ионолом при УФ-В облучении / Г.И. Али-Заде, А.Р.

Aşağı temperatur stresi şəraitində xlorofil *a* və *b* piqmentlərinin biosintezi artır, antioksidləşdiricinin kiçik qatılıqlarında xlorofil *a* / xlorofil *b* nisbəti azalır, yüksək qatılıqlarında isə artır<sup>16</sup> (şəkil 3.2.2.).



**Şəkil 3.2.1.** Optimal (1) və aşağı temperatur stresi (2), mineral mühitdə ionolun müxtəlif qatılıqları şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin çoxalma dinamikası. Temperatur 27°C, işıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>



**Şəkil 3.2.2.** Optimal (1) və aşağı temperatur stresi (2), mineral mühitdə 2,6 di-*tert*-butil krezolun müxtəlif qatılıqları şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin çoxalma dinamikası. Temperatur 27°C, işıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>

Optimal temperatur rejimində becərilmiş və 2,6 di-*üçlü*-butil fenolun müxtəlif qatılıqları ilə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində ümumi xlorofillərin miqdarı (xlorofil *a* və *b* 22%) və karotenoidlərin biosintezi (30%) azalır, xlorofil *a* / xlorofil *b* və xlorofil / karotenoid nisbəti isə yüksəlir. Aşağı temperatur stresi şəraitində xlorofil *a* və *b* miqdarının biosintezinin artması xlorofil *a* / xlorofil *b* nisbətini yüksəldir, nəzarət hüceyrələri ilə müqayisədə xlorofil/karotenoid nisbətində azalma müşahidə olunur.

Hüceyrə populyasiyasının ionolun 25-500 mкM qatılıqları ilə modifikasiyası fotosintetik oksigenin ayrılmasını 35-37% azaldır. Aşağı temperatur stresi şəraitində isə mineral mühitdə

Джалилова, И.И. Алиев [и др.] // Научное обозрение. Биологические науки, - Москва: - 2020. №3, - с. 18-23

<sup>16</sup> Али-заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella*, модифицированных ионолом, в условиях низкотемпературного стресса, / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, Х.Х. Магерамова [и др.] // Advances in Biology and Earth Sciences, - 2018. 3 (2), - p.152-159

antioksidləşdiricinin (25-500 mkM) iştirakı hüceyrələrin funksional fəallığını 41-57% -ə qədər zəiflədir. Mineral mühitdə 2,6 di-üçlü-butil fenolun (25-500 mkM) iştirakı, nəticədə funksional fəallığın 48%-qədər azalmasına səbəb olur. Aşağı temperatur stressi şəraitində mineral mühitdə 2,6 di-üçlü-butil fenolun iştirakı zamanı fotosintetik oksigenin ayrılmasında ionolla müqayisədə daha çox azalma (64%) müşahidə olunur<sup>17</sup>.

### **3.3. Optimal və aşağı temperatur stressi, mühitin yüksək duzluluğu şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin çoxalması, piqmentlərin biosintezi və funksional fəaliyyəti (1,5M NaCl)**

Məlumdur ki, NaCl-un yüksək qatılıqlarının təsirindən böyümə sürəti 25% azalır. Bu, mühitin yüksək duzluluğu şəraitində hüceyrələrdə qliserinin və fotosintetik aparatı fotozədələnmələrdən qoruyan karotenoidlərin biosintezinin sürətlənməsi ilə izah olunur. Optimal temperatur rejimi (25<sup>0</sup>C) şəraitində *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin gündəlik çoxalma sürəti 3 dəfə artır.

Aşağı temperatur stressi (5<sup>0</sup>C) şəraitində hüceyrə populyasiyasının bioməhsuldarlığında artım 2,5 dəfə təşkil edir.

Qidalı mühitin duzluluğunun artması (3M NaCl) xlorofillərin (*a* və *b*) biosintezinin və nəticədə onların miqdarının azalmasına səbəb olur, bu zaman karotenoidlərin miqdarı kifayət qədər yüksək səviyyədə qalır. Duzluluğun artması, xlorofil / karotenoid nisbətinin azalmasına səbəb olur, bu da son nəticədə fotosintetik aktivliyə və bioməhsuldarlığa öz təsirini göstərir. Aşağı temperatur stressi (5<sup>0</sup>C) xlorofillərin biosintezini və karotenoidlərin miqdarını bir qədər artırır. Optimal temperatur rejimində (25<sup>0</sup>C) xlorofillərin cəminin karotenoidlərin ümumi miqdarına nisbəti 4,5; aşağı temperatur stressi şəraitində isə, 3,4 təşkil edir (Cədvəl 3.3.1.) Aşağı temperatur stressi şəraitində (5<sup>0</sup>C) becərilmiş hüceyrələrin funksional aktivliyi optimal temperatur rejimində yetişdirilən hüceyrələrə nisbətən bir qədər aşağı

---

<sup>17</sup> Али-заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella*, модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом, в условиях низкотемпературного стресса, / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, Х.Х. Магеррамова, И.И. Алиев // Экоэнергетика, - 2018. №3, - с. 20-26

(15%) olur. Aşağı temperatur stresi zamanı karotenoidlərin miqdarının artması xlorofil / karotenoid nisbətində azalmasına və beləliklə də *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin funksional aktivliyinin zəifləməsinə səbəb olur.

### Cədvəl 3.3.1.

**Optimal və aşağı temperatur stresi, mühitin yüksək duzluluğu (3,0M NaCl) şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin piqment tərkibi**

Becərilmə rejimi	Xlorofil <i>a</i> mq/l	Xlorofil <i>b</i> mq/l	Karotenoidlərin cəmi mq/l	Xlorofillər/ karotenoidlər nisbəti
K	3,13 ± 0,05	1,67 ± 0,05	1,06 ± 0,01	4,5
O	3,47 ± 0,05	1,99 ± 0,05	1,6 ± 0,01	3,4

**Qeyd:** optiki sıxlıq OD=0,8; temperatur 27°C, işıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>; K- fotoreaktorlara vurulan hava qarışığının temperaturu 25°C; O- fotoreaktorlara vurulan hava qarışığının temperaturu 5°C (aşağı temperatur stresi)

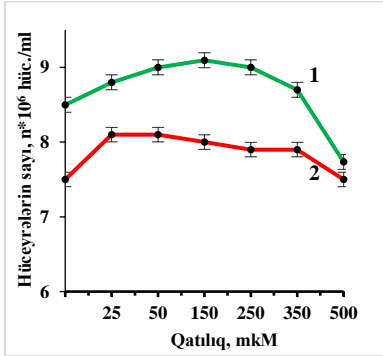
### 3.4. Optimal və aşağı temperatur stresi rejimlərində becərilmiş, ekzogen antioksidləşdiricilərlə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin çoxalması, piqmentlərin biosintezi və funksional fəallığı (3,0M NaCl)

İonol, mineral mühitin yüksək duzluluğu şəraitində, optimal temperatur rejimində (25°C) 25-350 mkM və aşağı temperatur stresi (5°C) şəraitində 25-500 mkM sabit qatılıqlarda; 2,6 di-üçlü-butil fenol, optimal (25°C) temperatur rejimində 25-250 mkM və aşağı temperatur (5°C) stresi şəraitində 25-150 mkM sabit qatılıqlarda çoxalma stimullaşdırıcısı kimi fəaliyyət göstərir.

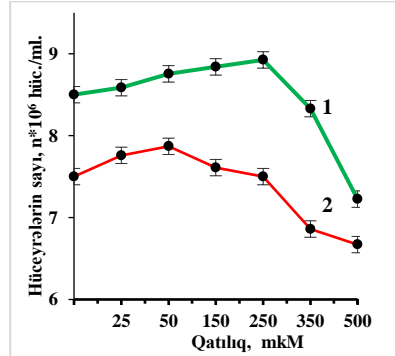
Optimal temperatur (25°C) və mühitin yüksək duzluluğu şəraitlərində 2,6 di-üçlü-butil krezolun 25-500 mkM qatılıqları ilə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində ümumi xlorofillərin (xlorofil *a* 82%-ə qədər; xlorofil *b* 85%) və ümumi karotenoidlərin biosintezində azalma (6% -ə qədər) müşahidə olunur<sup>18</sup> (şəkil 3.4.1).

<sup>18</sup> Али-заде, Г.И. Устойчивости функциональной активности и антиоксидантной системы клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294 модифицированных ионолом в оптимальных и условиях высокой солености / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, И.И. Алиев [и др.] // Веснік Гродзенскага

Aşağı temperatur stresi şəraitində (5°C) xlorofilin biosintezinin miqdarı 28%-ə qədər azalır, 25-350 mkM qatılıqlarda xlorofil *b* biosintezi 15%-ə qədər yüksəlir, 500 mkM qatılıqda isə kəskin (65%) azalır. Bu şəraitdə karotenoidlərin miqdarı müvafiq olaraq, 46% və 39% artır, sonra azalaraq nəzarət səviyyəsində saxlanılır<sup>19</sup> (şəkil 3.4.2).



**Şəkil 3.4.1.** Optimal (1) və aşağı temperatur stresi (2) şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin çoxalmasının mineral mühitdə ionulun müxtəlif qatılıqlarından asılılığı (3,0 M NaCl). Temperatur 27°C, işıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>



**Şəkil 3.4.2.** Optimal (1) və aşağı temperatur stresi (2) şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin çoxalmasının mineral mühitdə 2,6 di-üçlü-butil krezolun müxtəlif qatılıqlarından asılılığı (3,0 M NaCl). Temperatur 27°C, işıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>

Optimal temperatur (25°C) və mineral mühitin yüksək duzluluğu şəraitində 2,6 di-üçlü-butil fenolun iştirakı xlorofillərin (xlorofil *a* 70% və xlorofil *b* 73% -ə qədər) və ümumi karotenoidlər miqdarının 44% -ə qədər azalmasına səbəb olur. Xlorofil *a* / xlorofil *b* nisbəti artır, xlorofillər / karotenoidlər nisbəti isə azalır.

Aşağı temperatur stresi və mühitin yüksək duzluluğu şəraitində xlorofil *a*-nın biosintezi artır, xlorofil *b* 50%-ə qədər azalır, xlorofil *a*

дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія, - Беларусь: - 2021. 11 (2), - с. 101-114

<sup>19</sup> Али-заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом, в условиях высокой солености при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, А.Э. Аббасова [и др.] // Экоэнергетика, - Баку: - апрель 2020. №2, - с. 129-134

/ xlorofil *b* nisbəti göstəricisi artır, karotenoidlərin miqdarı 44% -ə yüksəlir. Bu zaman xlorofillər / karotenoidlərin nisbəti də artır<sup>20</sup>.

Optimal temperatur rejimi (25<sup>0</sup>C) və mühitin yüksək duzluluğu (3,0 M NaCl) şəraitində müxtəlif qatılıqlı 2,6 di-üçlü-butil krezol (25-500 mkM) ilə modifikasiya olunmuş hüceyrələrin funksional aktivliyi 20-28%, aşağı temperatur stressi şəraitində (5<sup>0</sup>C) isə - 71% azalır.

Optimal temperatur rejimi (25<sup>0</sup>C) və mühitin yüksək duzluluğu (3,0 M NaCl) şəraitində 2,6 di-üçlü-butil fenolun müxtəlif qatılıqları ilə modifikasiya *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin fotosintetik aktivliyini azaldır.

#### **IV FƏSİL. *DUNALIELLA SALINA* İPPAS D-294 YAŞIL MİKROYOSUN HÜCEYRƏLƏRİNİN ENDOGEN ANTIOKSIDLƏŞDİRİCİ FƏALLIĞI**

##### **4.1. Ekzogen antioksidləşdiricilərlə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin endogen antioksidləşdirici fəallığı (1,5M NaCl)**

Optimal becərilmə (1,5 M NaCl, 25<sup>0</sup>C) şəraitində 2,6 di-üçlü-butil krezolun 25-500 mkM qatılıqları ilə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrə populyasiyasında katalaza aktivliyi 55-65% artır.

Mikroyosun hüceyrələrinin aşağı temperatur stressi (5<sup>0</sup>C) şəraitində ionolun 25-500 mkM qatılıqları ilə 24 saat ərzində modifikasiyası katalaza aktivliyinin nəzarət hüceyrələri ilə müqayisədə 40-42% yüksək səviyyəyə qalxmasına səbəb olur<sup>21</sup>.

Optimal becərilmə şəraitində (1,5 M NaCl, 25<sup>0</sup>C) hüceyrələrin 2,6 di-üçlü-butil fenol (25-500 mkM) ilə modifikasiyası zamanı

---

<sup>20</sup> Али-заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных 2,6 ди-*трем*-бутил фенолом, в условиях высокой солености при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, А.Э. Аббасова [и др.] // Экоэнергетика, - Баку: - апрель 2020. №2, - с. 129-134

<sup>21</sup> Джалилова, А.Р. Каталазная активность в клетках *Dunaliella salina* İPPAS D-294, модифицированных ионолом при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / А.Р. Джалилова, Х.Х. Магеррамова, И.И. Алиев [и др.] // Advances in Biology & Earth Sciences, - 2019. 4 (2), - p.128-134

antioksidləşdiricinin kiçik qatılıqlarında katalaza aktivliyinin 25-50% yüksəlməsi, sonrakı qatılıqlarda isə azalması müşahidə olunur. Aşağı temperatur stresi (5<sup>0</sup>C) şəraitində hüceyrələrdə katalaza aktivliyi 30-45% artır, antioksidləşdiricinin 350 və 500 mkM konsentrasiyalarında isə nəzarət hüceyrələrindəki səviyyədən 30-42% yüksək olur<sup>22</sup>.

Qidalı mühitdə antioksidləşdiricilərin (ionol və 2,6 di-üçlü-butil fenolun) mövcudluğuna və oksigenin fəal formalarını artıran aşağı temperatur stresinə qarşı hüceyrələrin qeyri-spesifik toleranlığı katalaza aktivliyinin artmasına gətirib çıxarır.

Optimal (25<sup>0</sup>C) və aşağı temperatur stresi (5<sup>0</sup>C) rejimlərində, qidalı mühitdə ionolun (25-500 mkM) iştirakı *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində malon dialdehidin miqdarının 2 dəfə azalmasına səbəb olur<sup>23</sup>. Optimal və aşağı temperatur stresi rejimlərində *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin 24 saat ərzində 25-500 mkM qatılıqlı 2,6 di-üçlü-butil fenol ilə modifikasiyası membran lipidlərinin peroksidləşmə dərəcəsini 1,5 dəfəyə qədər azaldır<sup>24</sup>.

Beləliklə, *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin becərilməsi zamanı mineral mühitdə 24 saat ərzində 2,6 di-üçlü-butil krezol və 2,6 di-üçlü-butil fenolun mövcudluğu oksigenin fəal formalarının generasiyasını ləngidərək, lipidlərin peroksidləşmə prosesini zəiflədir və bu da mikroyosunların bioməhsuldarlığına bilavasitə təsir edir.

---

<sup>22</sup> Али-заде Г.И. Каталазная активность в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования, / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, Х.Х. Магеррамова [и др.] // - Баку: Ekologiya və su təsərrüfatı, - 2019. №1, - с. 6-12

<sup>23</sup> Али-заде, Г.И. Перекисное окисление липидов в клетках *Dunaliella* при низкотемпературном стрессе, / Г.И.Али-заде, А.Р.Джалилова, Х.Х.Магеррамова [и др.] // Ekologiya və su təsərrüfatı, - Баку: - may 2014. №2, - с. 18-22

<sup>24</sup> Али-заде, Г.И. Перекисное окисление липидов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования, / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, Х.Х. Магеррамова [и др.] // - Баку: Экоэнергетика, - 2019. №1, - с. 19-24

## 4.2. Ekzogen antioksidləşdiricilərlə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin endogen antioksidləşdirici fəallığı (3,0M NaCl)

Optimal temperatur (25<sup>0</sup>C) rejimi və mühitin yüksək duzluluğu (3,0M NaCl) şəraitində 24 saat ərzində 2,6 di-üçlü-butil krezolun 25-350 mkM qatılıqları ilə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində katalaza fermentinin aktivliyi 30-35% -ə qədər artır, 500 mkM qatılıqda isə 86% səviyyəsinə enir.

Aşağı temperatur stresi şəraitində mineral mühidə ionolun 25 mkM qatılığı hüceyrələrdə endogen katalaza aktivliyinin 65% artmasına, 50-500 mkM qatılıqları isə, bu göstəricinin ikiqat dəyerdə qalmasına səbəb olur.

Aşağı temperatur stresi rejimində, mühitin yüksək duzluluğu şəraitində (3,0M NaCl) 24 saat ərzində 2,6 di-üçlü- butil fenolun 25-50 mkM qatılıqları ilə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində katalaza fermentinin aktivliyi 55-65% -ə qədər artır, 150-500 mkM qatılıqlarda isə azalır (86%). Aşağı temperatur stresi və mühitin yüksək duzluluğu şəraitlərində 2,6 di-üçlü- butil fenolun 25-50 mkM qatılığı hüceyrələrdə endogen katalaza aktivliyinin 80% artmasına, 250;350 və 500 mkM qatılıqlarda isə, bu göstəricinin 48-50% səviyyəsində qalmasına səbəb olur<sup>25</sup>.

Optimal temperatur rejimi, yüksək duzluluq (3,0M NaCl) və mineral mühidə ionolun 25-500 mkM qatılıqlarının iştirakı *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində malon dialdehidinin miqdarını 35-60% azaldır.

Aşağı temperatur stresi (5<sup>0</sup>C) şəraitində ionolun 150-500 mkM qatılıqları hüceyrələrdə malon dialdehidinin miqdarını 4-20% azalır, antioksidləşdiricinin 25 mkM və 50 mkM qatılıqları hüceyrələrdə lipidlərin peroksidləşmə dərəcəsinə təsir göstərmir.

Optimal temperatur (25<sup>0</sup>C) rejimi, mineral mühitin yüksək

---

<sup>25</sup> Али-заде, Г.И. Каталазная активность в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом в условиях высокой солености при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / Али-заде Г.И., Джалилова А.Р., Халилов Р.И., Сулейманова Л.М. // Академия Наук Республики Узбекистан. Узбекский Биологический Журнал. – Ташкент: - 2021. №4, - с. 30-35



duzluluğu şəraiti və 2,6 di-üçlü-butil fenolun 25-500 mkM qatılıqları, hüceyrələrdə MDA-nın miqdarını 35-60% artırır. Aşağı temperatur stresi ( $5^{\circ}\text{C}$ ) şəraitində 2,6 di-üçlü-butil fenol hüceyrələrdə malon dialdehidin miqdarının 32% artmasına səbəb olur. Mineral mühitində 2,6 di-üçlü-butil fenolun 150 - 500 mkM qatılıqları və aşağı temperatur stresi hüceyrələrdə LPO dərəcəsinə təsir göstərmir<sup>26</sup>.

## V FƏSİL. *DUNALIELLA SALINA İPPAS D-294* YAŞIL MİKROYOSUN HÜCEYRƏLƏRİNİN FUNKSIONAL DAVAMLILIĞI

### 5.1. Ekzogen antioksidləşdiricilərlə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina İPPAS D-294* yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin UB-B şüalarının kəskin dozalarına qarşı funksional davamlılığı (1,5M NaCl)

UB-B radiasiyasının kəskin dozaları ilə şüalandırılmış nəzarət və 25 mkM və 50 mkM ionol ilə 24 saat ərzində modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina İPPAS D-294* hüceyrələri tərəfindən ayrılan oksigenin miqdar göstəriciləri təhlil edilmişdir: əvvəlcədən  $2,2 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ;  $3,75 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $6,0 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozalarla şüalandırılmış nəzarət hüceyrələrinin fotosintetik aktivliyi, müvafiq olaraq, 30-32%, 40% və 38% azalır. Bəçərlmə mühitində 25 mkM 2,6 di-üçlü-butil krezolun iştirakı UB-B radiasiyasının  $2,2 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $3,75 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $6,0 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozalarına qarşı fotosintetik aktivliyin, müvafiq olaraq, 95, 96% və 77% davamlılığına səbəb olur; 50 mkM qatılığın mövcudluğunda da fotosintetik aparatın tolerantlığı yüksək səviyyədə qalır<sup>27</sup>.

Aşağı temperatur stresi ( $5^{\circ}\text{C}$ ) şəraitində əvvəlcədən  $6,0 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $10 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $12 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozalar ilə şüalanmış nəzarət

---

<sup>26</sup> Али-заде, Г.И. Перекисное окисление липидов в клетках *Dunaliella salina İPPAS D-294* модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом в условиях высокой солености при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / Г.И. Али-заде, А.Р. Дажалилова, И.И. Алиев [и др.] // Академия Наук Республики Узбекистан. Узбекский Биологический Журнал, - Ташкент: - 2021. №2, с. 7-11

<sup>27</sup> Али-заде, Г.И. Функциональная устойчивость клеток *Dunaliella* к острым дозам УФ-В излучения, модифицированных ионолом, / Г.И. Али-заде, А.Р. Дажалилова, Х.Х. Магерамова [и др.] // *Ekologiya və su təsərrüfatı*, - Bakı: - 2017. №5, - с. 7-11

hüceyrələri tərəfindən ayrılan fotosintetik oksigenin nisbi miqdarı, müvafiq olaraq, 10%, 29% və 68% azalır;

25 mkM 2,6 di-üçlü-butil krezolun iştirakı ilə böyüdülmüş hüceyrələrin əvvəlcədən  $6,0 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $10 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $12 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozalarla şüalandırılması fotosintetik aparatın müvafiq olaraq 100%, 71% və 68% yüksək davamlılıq göstərməsinə səbəb olur; 50 mkM qatılıqda isə, müvafiq göstərici 100%, 95% və 82% təşkil edir. Tədqiqatlar nəticəsində 2,6 di-üçlü-butil krezol sintetik antioksidləşdiricisinin UB-B şüalarının kəskin dozalarına qarşı qoruyucu rolu aşkar edilmişdir<sup>28</sup>.

Əvvəlcədən UB-B radiasiyasının  $2,2 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ - $6 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozaları ilə şüalandırılmış nəzarət hüceyrələrinin fotosintetik aktivliyi kəskin azalır. 2,6 di-üçlü-butil krezol antioksidləşdiricisinin 25 mkM qatılıqda protektor funksiyası zəif olur. 50 mkM ionolun iştirakı ilə becərilmiş hüceyrələrin funksional aktivliyi UB-B şüalarının kəskin dozaları artdıqca zəifləyir. Aşağı temperatur stressi ( $5^{\circ}\text{C}$ ) şəraitində əvvəlcədən  $6,0 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $10 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $12 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozalar ilə şüalanmış nəzarət hüceyrələri tərəfindən ayrılan fotosintetik oksigenin nisbi miqdarı kəskin azalır; 25 mkM 2,6 di-üçlü-butil fenolun iştirakı ilə böyüdülmüş hüceyrələrin əvvəlcədən  $6,0 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $10 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $12 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozalarla şüalandırılması zamanı fotosintetik aparat müvafiq olaraq, 98%, 98% və 58% yüksək davamlılıq göstərir; 50 mkM qatılıqda isə, bu göstərici, müvafiq olaraq, 96%, 71% və 30% təşkil edir<sup>29</sup>.

## **5.2. Ekzogen antioksidləşdiricilərlə modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələrinin UB-B şüalarının kəskin dozalarına qarşı funksional davamlılığı (3,0M NaCl)**

Optimal temperaturda ( $25^{\circ}\text{C}$ ) və mühitin yüksək duzluluğu

---

<sup>28</sup> Али-заде, Г.И. Функциональная активность и УФ-В толерантность клеток *Dunaliella*, модифицированные синтетическими антиоксидантами в условиях низкотемпературного стресса, / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, Х.Х. Магеррамова [и др.] // АМЕА-nın xəbərləri, Biologiya elmləri seriyası, - Bakı: - 2017, 72 (2), - s. 106-113

<sup>29</sup> Али-заде, Г.И. Функциональная устойчивость клеток *Dunaliella* к острым дозам УФ-В излучения, модифицированные синтетическими антиоксидантом 2,6-ди-трет-бутил фенолом, / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, И.И. Алиев [и др.] // Экоэнергетика, - Баку: - 2018. №1, - с. 26-34

şəraitində becərilmiş, əvvəlcədən UB-B şüalarının  $15 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $18 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $21 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozalar ilə şüalandırılmış nəzarət hüceyrələrinin fotosintetik aktivliyi müvafiq olaraq 94%, 74% və 35% azalır. 25 mkM 2,6 di-üçlü-butil krezolun iştirakı ilə UB-B radiasiyasının  $15 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $18 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $21 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozaları ilə şüalandırılmış hüceyrələrin fotosintetik aparatı müvafiq olaraq 86%, 74% və 37%; 50 mkM ionolun iştirakı ilə isə, müvafiq olaraq 99%, 80% və 56% davamlılıq nümayiş etdirirlər (şəkil 5.2.1).

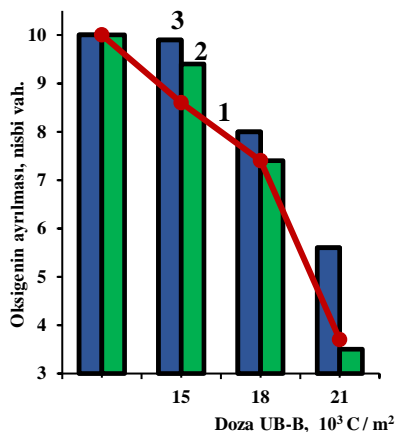
Aşağı temperatur stressi və qidalı mühitin yüksək duzluluğu şəraitində əvvəlcədən UB-B şüalarının  $15 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $18 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $21 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozaları ilə şüalandırılmış nəzarət hüceyrələri tərəfindən ayrılan fotosintetik oksigenin nisbi miqdarı müvafiq olaraq 68%, 60% və 55% kəskin şəkildə azalır. 25 mkM 2,6 di-üçlü-butil krezol olan mühidə becərilmiş və UB-B radiasiyasının  $15 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ;  $18 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $21 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozaları ilə şüalandırılmış hüceyrələrin funksional aktivliyi yüksək sabitliyini 90%, 86% və 46% qoruyur; 50 mkM qatılıqda isə, bu göstərici müvafiq olaraq 95%, 90% və 62% təşkil edir (şəkil 5.2.2).

Optimal temperatur ( $25^{\circ}\text{C}$ ) rejimində və mineral mühitin yüksək duzluluğu şəraitində əvvəlcədən  $15 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $18 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $21 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozaları ilə şüalandırılmış nəzarət hüceyrələri tərəfindən ayrılan fotosintetik oksigenin nisbi miqdarı müvafiq olaraq 59%, 49% və 47% azalır<sup>30, 31</sup>. 25 mkM 2,6 di-üçlü-butil fenolun iştirakı ilə böyüdülmüş və UB-B radiasiyasının  $15 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$ ,  $18 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  və  $21 \cdot 10^2 \text{ C/m}^2$  kəskin dozaları ilə şüalandırılmış hüceyrələrin fotosintetik aparatı müvafiq olaraq 87%, 76% və 59%; 50 mkM ionolun iştirakı ilə isə, xətti azalma baş verir.

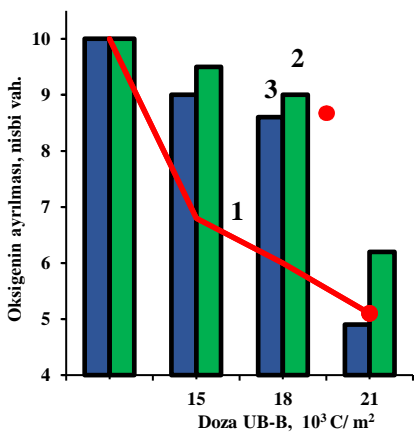
---

<sup>30</sup> Али-заде, Г.И. Устойчивость функциональной активности клеток *Dunaliella* к УФ-В излучению, модифицированные синтетическим антиоксидантом ионолом в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености, / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, Х.Х. Магеррамова [и др.] // *Ekologiya və su təsərrüfatı*, - Bakı: - 2018. №5, - с. 3-9

<sup>31</sup> Джалилова, А.Р. Резистентность функциональной активности модифицированных ионолом клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294, к действию острых доз УФ-В радиации в оптимальных и в условиях высокой солености // - Ташкент: *Узбекский Биологический Журнал*, – 2022. №1. - с. 9-14



**Şəkil 5.2.1.** Mineral mühitin yüksək duzluluğu şəraitində nəzarət və 2,6 di-üçlü-butil krezolun müxtəlif qatılıqları ilə modifikasiya olunmuş hüceyrələrin fotosintetik aparatının UB-B şüalarının kəskin dozalarına qarşı davamlılığı: **1-** nəzarət; **2-** 25 mkmM 2,6 di-üçlü-butil krezol; **3-** 50 mkmM 2,6 di-üçlü-butil krezol. Temperatur  $40^{\circ}C$ , işıq intensivliyi  $100 Vt/m^2$



**Şəkil 5.2.2.** Aşağı temperatur stresi, mineral mühitin yüksək duzluluğu şəraitində nəzarət və 2,6 di-üçlü-butil krezolun müxtəlif qatılıqları ilə modifikasiya olunmuş hüceyrələrin fotosintetik aparatının UB-B şüalarının kəskin dozalarına qarşı davamlılığı: **1-** nəzarət; **2-** 25 mkmM 2,6 di-üçlü-butil krezol; **3-** 50 mkmM 2,6 di-üçlü-butil krezol. Temperatur  $40^{\circ}C$ , işıq intensivliyi  $100 Vt/m^2$

Aşağı temperatur stresi ( $5^{\circ}C$ ) və mineral mühitin yüksək duzluluq şəraitində əvvəlcədən UB-B şüalarının  $15 \cdot 10^2 C/m^2$ ,  $18 \cdot 10^2 C/m^2$  və  $21 \cdot 10^2 C/m^2$  kəskin dozaları ilə şüalandırılmış nəzarət hüceyrələri tərəfindən ayrılan fotosintetik oksigenin nisbi miqdarı müvafiq olaraq 74%, 67% və 60% kəskin şəkildə azalır. 25 mkmM 2,6 di-üçlü-butil fenol olan mühidə becərilmiş və UB-B radiasiyasının  $15 \cdot 10^2 C/m^2$ ,  $18 \cdot 10^2 C/m^2$  və  $21 \cdot 10^2 C/m^2$  kəskin dozaları ilə şüalandırılmış hüceyrələrin funksional aktivliyi yüksək sabitliyini 87%, 76% və 59% qoruyur; 50 mkmM qatılıqda isə, bu göstərici müvafiq olaraq 90%, 80% və 68% təşkil edir.

Beləliklə, ionol və 2,6 di-üçlü-butil fenol süni antioksidləşdiriciləri hüceyrələrin funksional fəaliyyətini UB-B radiasiyasının kəskin dozalarından fərqli şəkildə qoruyur. 2,6 di-üçlü-butil krezolun qoruyucu funksiyası 2,6 di-üçlü-butil fenolun qoruyucu

funksiyasından üstündür<sup>32,33</sup>.

Beləliklə, aşağı temperatur stresi rejimində becərilmiş hüceyrələr UB-B radiyasiyasının müxtəlif kəskin dozalarının təsiri altında funksional fəaliyyətin daha yüksək sabitlik göstəricilərini nümayiş etdirir. Yüksək duzluluq, aşağı temperatur stresinin təsiri altında hüceyrələrin funksional dayanıqlığının göstəriciləri iki mexanizmlə şərh edilə bilər: birincisi – süni antioksidləşdiricinin qatılığının artması səbəbindən aşağı temperatur stresinin təsiri altında oksigenin fəal formalarının çoxalması hesabına endogen antioksidləşdirici sistemlərin fəallaşması; ikincisi, müxtəlif stress amillərinin ardıcıl təsirləri altında hüceyrələrin çarpaz uyğunlaşması.

## NƏTİCƏLƏR

1. Müəyyən edilmişdir ki, aşağı temperatur stresi rejimində mineral mühitin optimal (1,5M NaCl) və yüksək duzluluğu (3,0M NaCl) şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrə suspenziyasının bioməhsuldarlığı azalır.

2. Aşağı temperatur stresi rejimində mineral mühitin optimal (1,5M NaCl) və yüksək duzluluğu (3,0M NaCl) şəraitlərində becərilmiş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində ümumi karatinoidlərin

biosintezində müşahidə olunan yüksək artım platası funksional aktivliyin zəifləməsi ilə nəticələnir.

3. Müəyyən edilmişdir ki, optimal (1,5M NaCl) və yüksək duzluluq (3,0M NaCl) şəraitlərində mineral becərilmə mühitində süni antioksidləşdiricilərin (25-500 mkM) iştirakı nəzarət hüceyrə

---

<sup>32</sup> Джалилова, А.Р. Ответные реакции антиоксидантной системы и функциональная устойчивость к УФ-В излучению клеток *Dunaliella salina* İPPAS D-294 модифицированных 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом в оптимальных условиях и при высокой солености // - Баку: Advances in Biology & Earth Sciences, - 2022. 7 (1). - p. 59-71

<sup>33</sup> Али-заде, Г.И. Устойчивость функциональной активности клеток *Dunaliella* к УФ-В излучению, модифицированные синтетическим антиоксидантом 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености, / Г.И. Али-заде, А.Р. Джалилова, Х.Х. Магеррамова [и др.] // Advances in Biology and Earth Sciences, - 2018. 3 (3), - p. 257-263

kulturasının böyüməsinin stimullaşdırılmasına (25 - 350 mkM) səbəb olur, aşağı temperaturlu stress şəraitində isə süni antioksidləşdiricilərin hüceyrə artımına səbəb olan stimullaşdırıcı qatılıq (25-500 mkM) diapazonu genişlənir. Güman edilir ki, 2,6 di-üçlü-butil krezol (ionol) və yeni 2,6 di-üçlü-butil fenol süni antioksidləşdiriciləri böyümə tənzimləyicisi funksiyasını təqlid və hətta icra edir.

4. Optimal və aşağı temperatur stresi rejimlərində, süni antioksidləşdiricilərlə (25-500 mkM) modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrində endogen antioksidləşdirici sistemin müqayisəli tədqiqi zamanı müəyyən edilmişdir ki, aşağı temperatur stresi katalaza aktivliyinin ikiqat artmasına, malon dialdehidin miqdarının isə 50% -ə qədər azalmasına səbəb olur.

5. Aşkar edilmişdir ki, optimal və aşağı temperatur stresi rejimlərində mineral mühitin yüksək duzluluğu (3,0 M NaCl) və süni antioksidləşdiricilərin müxtəlif qatılıqlarının (25-500 mkM) iştirakı hüceyrələrdə endogen antioksidləşdiricilərin aktivliyini dəyişir: katalaza aktivliyi artır, malon dialdehidinin miqdarı isə azalır.

6. Optimal və aşağı temperatur stresi rejimlərində süni antioksidləşdiricilərlə (25-50 mkM) modifikasiya olunmuş *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrələrinin funksional fəaliyyətinin müqayisəli tədqiqi göstərdi ki, aşağı temperatur stresinin təsirindən hüceyrələrin UB-B şüalarının kəskin dozalarına qarşı müqaviməti iki dəfə artır.

7. Müəyyən edilmişdir ki, mineral mühidə duzluluğun (3,0M NaCl) artması və hüceyrələrin süni antioksidləşdiricilərlə modifikasiyası optimal qatılıqlı mühit (1,5M NaCl) ilə müqayisədə hüceyrələrin funksional müqavimətini UB-B şüalarının daha yüksək dozalarına qədər artırır.

## PRAKTİKİ TÖVSİYƏLƏR

1. *Dunaliella salina* İPPAS D-294 hüceyrə kulturasının bioməhsuldarlığını aktivləşdirmək məqsədi ilə 2,6 di-üçlü-butil krezol və 2,6 di-üçlü-butil fenol ekzogen antioksidləşdiricilərindən

perspektivli və effektiv agent, etibarlı və əlverişli böyümə aktivatorları (tənzimləyiciləri) kimi istifadə etmək tövsiyə olunur;

2. UB-B radiasiyasının müxtəlif kəskin dozalarının sonrakı təsirinə qarşı mikroyosunların funksional müqavimətini artırmaq üçün aşağı temperatur stresi ( $5^0$  C) ilə əlaqəli karotenoidlərin cəminin hüceyrədaxili biosintezinin və mineral mühitin duzluluğunun (3,0M NaCl) artırılması tövsiyə olunur;

3. Ətraf mühitin abiotik amillərinin təsirinin bioloji nəticələrini qiymətləndirərkən genetik monitoring üçün perspektivli sınaq obyektləri kimi *Dunaliella salina* İPPAS D-294 yaşıl mikroyosun hüceyrələrindən istifadə etmək tövsiyə olunur;

4. Aparılmış tədqiqat nəticələrindən birhüceyrəli yosunların abiotik amillərə qarşı funksional davamlılığının qiymətləndirilməsinin əsas prinsiplərinin işlənilib hazırlanmasında istifadə edilməsi tövsiyə olunur.

## **DİSSERTASIYA MÖVZUSU ÜZRƏ DƏRC EDİLMİŞ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI**

1. Alizadeh, G.I. The antioxidative activity of *Dunaliella* cells under low temperature stress / G.I. Alizadeh, **A.R. Jalilova**, Kh.Kh. Maharramova [et al.] // International Journal of Biopharmaceutical and Nanomedical Sciences, IJBNS, - 2013. 2 (1), - p. 74-78
2. Али-заде, Г.И. Перекисное окисление липидов в клетках *Dunaliella* при низкотемпературном стрессе, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Маггеррамова [и др.] // *Ekologiya və su təsərrüfatı*, - Баку: - may 2014. №2, - s. 18-22
3. Alizadeh, G.I. The response reaction of *Dunaliella* cells against the influence of Methylene blue and Norflurazon under the low temperature stress conditions, / G.I. Alizadeh, **A.R. Jalilova**, Kh.Kh. Maharramova [et al.] // *European Journal of Biotechnology and Bioscience*, - 2015. 3 (3), - p. 7-10.
4. Alizadeh, G.I. The Stability of Functional Activity in *Dunaliella* cells against the acute doses of UV-B Irradiation, Modified by Synthetic Antioxidants. / G.I. Alizadeh, **A.R. Jalilova**, Kh.Kh.

- Maharramova [et al.] // European Journal of Biotechnology and Bioscience, - 2016. 4 (10), - p. 34-38
5. Alizadeh, G.I. Carotenogenesis in *Dunaliella* cells under stressed conditions, / G.I. Alizadeh, **A.R. Jalilova**, Kh.Kh. Maharramova [et al.] // European Journal of Biotechnology and Bioscience, - September 2017. 5 (5), - p. 41-46.
  6. Али-заде, Г.И. Устойчивость функциональной активности клеток *Dunaliella*, модифицированные синтетическими антиоксидантами в условиях высокой солености, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова [и др.] // Advances in Biology and Earth Sciences, - 2017. 2 (3), - p. 338-347.
  7. Али-заде, Г.И. Функциональная устойчивость клеток *Dunaliella* к острым дозам УФ-В излучения, модифицированных ионолом, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова [и др.] // Ekologiya və su təsərrüfatı, - Баку: - 2017. №5, - с. 7-11.
  8. Али-заде, Г.И. Функциональная активность и УФ-В толерантность клеток *Dunaliella*, модифицированные синтетическими антиоксидантами в условиях низкотемпературного стресса, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова [и др.] // АМЕА-нің хəбərлəri, Biologiya elmləri seriyası, - Вакı: - 2017, 72 (2), - s. 106-113.
  9. Али-заде, Г.И. Функциональная устойчивость клеток *Dunaliella* к острым дозам УФ-В излучения, модифицированные синтетическими антиоксидантом 2,6 – ди-*трет*-бутил фенолом, / Г.И. Али-заде, , **А.Р. Джалилова**, И.И. Алиев [и др.] // Экоэнергетика, - Баку: - 2018. №1, - с. 26-34.
  10. Али-заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella*, модифицированных 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом, в условиях низкотемпературного стресса, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова [и др.] // Экоэнергетика, - Баку: - 2018. №3, - с. 20-26.
  11. Али-заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella*, модифицированных ионолом, в условиях низкотемпературного стресса, / Г.И. Али-заде, **А.Р.**



- Джалилова, Х.Х.** Магеррамова [и др.] // *Advances in Biology and Earth Sciences*, - 2018. 3 (2), - p.152-159.
12. Али-заде, Г.И. Устойчивость функциональной активности клеток *Dunaliella* к УФ –В излучению, модифицированные синтетическим антиоксидантом 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова [и др.] // *Advances in Biology and Earth Sciences*, - 2018. 3 (3), - p. 257-263.
  13. Али-заде, Г.И. Устойчивость функциональной активности клеток *Dunaliella* к УФ –В излучению, модифицированные синтетическим антиоксидантом ионолом в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова [и др.] // *Ekologiya və su təsərrüfatı*, - Баку: - 2018. №5, - с. 3-9.
  14. Али-заде, Г.И. Перекисное окисление липидов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова [и др.] // - Баку: *Экоэнергетика*, - 2019. №1, - с. 19-24.
  15. Али-заде, Г.И. Каталазная активность в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования, / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова [и др.] // - Баку: *Ekologiya və su təsərrüfatı*, - 2019. №1, - с. 6-12.
  16. **Джалилова, А.Р.** Каталазная активность в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных ионолом при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / **А.Р. Джалилова**, Х.Х. Магеррамова, И.И. Алиев [и др.] // *Advances in Biology & Earth Sciences*, - 2019. 4 (2), - p.128-134.
  17. Alizadeh, G.I. The stability of functional activity in *Dunaliella salina* IPPAS-294 cells modified by synthetic antioxidants in conditions of low temperature stress and high salinity / G.I.

- Alizadeh, L.M. Suleymanova, **A.R. Jalilova** [et al.] // European Journal of Biotechnology and Bioscience, - 2019. 7 (5), - p. 16-20.
18. **Али-заде, Г.И.** Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом, в условиях высокой солености при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, А.Э. Аббасова [и др.] // Экоэнергетика, - Баку: - апрель 2020. №2, - с. 129-134.
  19. Али-заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных ионолом, при высокой солености в оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, Л.М. Сулейманова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, - Москва: - 2020. №2, - с. 9-14.
  20. Али-Заде, Г.И. Биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, модифицированных ионолом при УФ-В облучении / Г.И. Али-Заде, **А.Р. Джалилова**, И.И. Алиев [и др.] // Научное обозрение. Биологические науки, - Москва: - 2020. №3, - с. 18-23.
  21. Али-заде, Г.И. Перекисное окисление липидов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294 модифицированных 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом в условиях высокой солености при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / Г.И. Али-заде, **А.Р. Дажалилова**, И.И. Алиев [и др.] // Академия Наук Республики Узбекистан. Узбекский Биологический Журнал, - Ташкент: - 2021. №2, с. 7-11.
  22. Али-заде, Г.И. Антиоксидантная система клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294 модифицированных 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом в оптимальных и условиях высокой солености / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, И.В. Пирмун [и др.] // Ekologiya va su təsərrüfatı, - Баку: - 2021. №2, - с. 6-14.
  23. Али-заде, Г.И. Устойчивости функциональной активности и антиоксидантной системы клеток *Dunaliella salina* IPPAS

- D-294* модифицированных ионолом в оптимальных и условиях высокой солености / Г.И. Али-заде, **А.Р. Джалилова**, И.И. Алиев [и др.] // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія, - Беларусь: - 2021. 11 (2), - с. 101-114.
24. Али-заде, Г.И. Каталазная активность в клетках *Dunaliella salina* IPPAS *D-294*, модифицированных 2,6 ди-*m-трет*-бутил фенолом в условиях высокой солености при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования / Али-заде Г.И., **Джалилова А.Р.**, Халилов Р.И., Сулейманова Л.М. // Академия Наук Республики Узбекистан. Узбекский Биологический Журнал. – Ташкент: - 2021. №4, - с. 30-35.
25. **Джалилова, А.Р.** Резистентность функциональной активности модифицированных ионолом клеток *Dunaliella salina* IPPAS *D-294*, к действию острых доз УФ-В радиации в оптимальных и в условиях высокой солености // - Ташкент: Узбекский Биологический Журнал, – 2022. №1. - с. 9-14.
26. **Джалилова, А.Р.** Ответные реакции антиоксидантной системы и функциональная устойчивость к УФ-В излучению клеток *Dunaliella salina* IPPAS *D-294* модифицированных 2,6 ди-*m-трет*-бутил фенолом в оптимальных условиях и при высокой солености // - Баку: Advances in Biology & Earth Sciences, - 2022. 7 (1). - р. 59-71.
27. Али-заде Г.И., **Джалилова, А.Р.**, Халилов, Р.И. Фотосинтетическая биопродуктивность клеток *Dunaliella* в присутствии гербицида норфлуразона, // Съезд Российского фотобиологического общества. Материалы съезда. - пос. Шепси: - 14-20 сентября, - 2014, - с. 35.
28. Али-заде Г.И. , **Джалилова, А.Р.**, Халилов, Р.И., Зейналова, Н.М. Фотосинтетическая биопродуктивность клеток *Dunaliella* в присутствии метиленового синего, // V Съезд российского биофизического общества, - Ростов - на Дону, - 4-20 октября, - 2015, - с. 252.

29. **Джалилова, А.Р.**, Галандарли, И.З. Резистентность клеток *Dunaliella* к УФ-В излучению при низкотемпературном стрессе, // «Müasir Biologiyanın İnnovasiya Problemləri» mövzusunda VI Beynəlxalq Elmi Konfransının Materialları, - Bakı: BDU - 26-27 Aprel, - 2016, - s. 47.
30. **Jalilova, A.R.** Photosynthetic activity of *Dunaliella salina* IPPAS D-294 cells modified with synthetic antioxidants under UV-B irradiation // Innovations in Biology and Agriculture to Solve Global Challenges. Conference of Young Scientists and Students. Dedicated to the 90th Anniversary of Academician Jalal A.Aliyev - Bakı: - october 31, - 2018, - p.50
31. Али-заде, Г.И. , **Джалилова, А.Р.**, Магеррамова, Х.Х., Алиев И.И. Перекисное окисление липидов в клетках *Dunaliella* модифицированных ионолом при оптимальном и низкотемпературном режимах культивирования // АМЕА-нын müxbir üzvi, əməkdar elm xadimi, professor D.M. Nəcəyevin anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfransın materialları, - Bakı: Təbib - 2019, - s. 239-245.

Dissertasiyanın müdafiəsi "21" 10. 2022-ci il tarixində saat "15:00" - da Bakı Dövlət Universiteti nəzdində FD 2.31 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1073/1, Bakı şəh., Akademik Zahid Xəlilov küç., 33, BDU, əsas bina, III mərtəbə, 316-cı auditoriya.

Dissertasiya ilə Bakı Dövlət Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Bakı Dövlət Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir (<http://elibrary.bsu.edu.az>).

Avtoreferat "20" 09. 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 16.09.2022

Kağızın formatı: A5

Həcm: 37476

Tiraj: 30