

BİOLOGİYA**MÜXTƏLİF STRESSLƏRİN NƏTİCƏSİNDƏ REAKTİV
MOLEKULLARIN FORMALAŞMASI
VƏ ONLARIN TƏSİR MEXANİZMİ**

X.D.ABDULLAYEV
Bakı Dövlət Universiteti
x.abdullayev@mail.ru

Təqdim olunan işdə canlı sistemin hüceyrəsinin spontan və induksiya olunmuş luminessensiyası üzrə aparılan təcrübələr əsasında müxtəlif stress amillərinin təsiri zamanı reaktiv molekulların əmələ gəlməsi, eləcə də hüceyrənin həmin amillərə qarşı müdafiə mexanizmi müzakirə edilir.

***Açar sözlər:** reaktiv molekullar¹, xlorofil, stress amilləri, bioxemilüminessensiya, gecikmiş işıq emissiyası, flüressensiya zondları, narıncı akridin.*

Yaxşı məlumdur ki, ultrabənövşəyi şüalar, ultrasəs dalğaları, yüksək intensivlik görünən işıq şüaları və digərləri kimi xarici SA hüceyrədə dioksidlərin müxtəlif formalarının (superoksid, hidrogen peroksid, hidrokسيد radikalları) və həyəcanlanmış sinqlet oksigenin, həmçinin monodihidroaskarbatlı radikalların (MDA) və yaşıl pigmentə malik bitki hüceyrələrində xlorofilin triplet ³Xl* kimi bir sıra RM əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu və ya digər stress amillər hüceyrədə bir sıra üzvi radikalların və üzvi peroksidlərin əmələ gəlməsinə də səbəb ola bilər [1,2,3]. Məsələn, α-tokoferol hüceyrədə lipid peroksidlərinə - lipid hidroperoksidlərinə (ROOH), lipid peroksi radikallarına (ROO[•]) və lipid alkooksil radikallarına qarşı (RO[•]) antioksidant kimi istifadə olunduqda oksigenin aktiv formaları membranın doymamış lipidləri ilə qarşılıqlı təsirdə olduğu zaman xromanaksil radikal meydana çıxır [4]. Bu kimi üzvi radikallar və peroksidlər lipidlərin sonrakı oksidləşməsinin sürətlənməsi prosesinə səbəb olur.

Hüceyrəni əhatə edən mühitin yüksək və alçaq temperatur, mineral stresslər (duz, ağır metal ionları və b.), müxtəlif çirkləndiricilər və hüceyrə membranlarının modifikatorları kimi digər SA da RM əmələ gəlməsinə səbəb olur və ya fotokimyəvi təsirlər zamanı onların meydana çıxmasını gücləndirir [5].

Təqdim olunan işdə müxtəlif SA hüceyrədə zədələnmə proseslərinin mexanizmlərinin ümumi müddəaya əsaslanaraq izah edilməsinə cəhd göstərilmişdir.

¹ Qəbul olunan ixtisarlara: reaktiv molekullar-RM, xlorofil-XL, stress amilləri-SA, bioxemilüminessensiya-BXL, gecikmiş işıq emissiyası-GIE, narıncı akridin-NA.

İş 4-5 günlük müxtəlif bitki (arpa, buğda, lobya, pambıq, qarğıdalı) cücərtilərini Candida guilliermondii Y-916 maya göbələyi və Dualiella Salina mikroyosun hüceyrələrinə duzluluq, intensiv görünən işıq, ultrabənövşəyi şüa, ağır metal ionları kimi SA təsir mexanizminə həsr olunmuşdur.

Mühit amillərinin təsiri: a) hüceyrə və toxumaların spontan şüalanmasının - BXL-in [6,7]; b) nümunələrin işıqla həyəcanlanması nəticəsində xlorofilin ms-GİE-nin [8,9,10]; s) flüoressensiyaedici zondların ms-GİE-nin [11] tədqiqinə əsasən qiymətləndirilmişdir.

Qeyd olunan tədqiqat üsulları nəticəsində əldə edilən məlumatlar şüalanma hadisəsində bu və ya digər dərəcədə oksidləşmə prosesi, həmçinin hüceyrə sistemində sərbəst radikal mexanizmi ilə baş verən metabolizmlə əlaqədar olduğunu göstərir [6,7,11].

Duzların təsiri. Təcrübələrdə bir tərəfdən NaCl, Na₂SO₄ və Na₂CO₃ duzlarının bitkinin kök hüceyrələrində meydana çıxan deqradasiya şüalanmasına səbəb olan böhran qatılıqlarının təsiri, digər tərəfdən, oksidləşmə prosesini və sistemin sərbəst radikal halını pozan və istifadə olunan duzların böhran qatılıqlarının qiymətlərinin dəyişməsinə səbəb olan bir sıra maddələrin təsirləri öyrənilmişdir. Alınan nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, oksidləşmə və sərbəst radikal prosesinin inhibitorları ilə işlənmiş cücərtilərdə deqradasiya prosesinin baş verməsi həmin məhlullarda işlənilməmiş variantın cücərtələrinə nisbətən duzların daha yüksək qatılıqlarında baş verir.

Nəzərə alınmalıdır ki, təcrübələrdə istifadə olunan inhibitorlar təkcə duzların təsirindən əvvəl cücərtilərin həmin məhlullarda işlənməsi nəticəsində deyil, eyni zamanda, duzların cücərtilərinin kök sistemində baş verən deqradasiya şüalanmasına səbəb olan böhran qatılıqlarının təsirindən baş verən şüalanma zamanı da özlərinin ingibirləşdirici təsirini göstərmişdir.

Cədvəl 1

Oksidləşmə proseslərinin inhibitorları ilə işlənmiş (1 saat) cücərtilərdə deqradasiya şüalanmasının baş verməsi üçün duzların zəruri böhran qatılıqları (%-lə)

Duz	Təcrübənin variantları	lobya	Qarğıdalı	Buğda	Arpa
NaCl	Kontrol	1,3	1,3	1,8	2,5
	DNF	1,4	1,3	1,9	2,5
	Cn ⁺⁺	1,8	1,7	2,0	2,8
	Zn ⁺⁺	1,7	1,7	2,0	2,7
	Propilqallat	2,0	2,0	2,2	3,0
Na ₂ SO ₄	Kontrol	2,5	2,5	2,8	3,5
	DNF	2,6	2,5	2,9	3,5
	Cn ⁺⁺	2,9	2,9	3,3	4,0
	Zn ⁺⁺	2,9	2,8	3,3	3,9
	Propilqallat	3,1	3,1	3,6	4,2
Na ₂ CO ₃	Kontrol	1,1	1,1	1,4	1,5
	DNF	1,1	1,1	1,3	1,5
	Cn ⁺⁺	1,3	1,3	1,6	1,8
	Zn ⁺⁺	1,2	1,3	1,5	1,8
	Propilqallat	1,7	1,7	1,8	2,0

Qeyd: nəticələr duzların 24 saatlıq təsiri əsasında verilmişdir. Kənarlanmalar 5%-dən artıq olmamışdır.

Beləliklə, birinci halda, yeni cücərtilərin qidalı mühitinə inhibitorların əlavə edilməsi zamanı kök sistemində deqradasiya şüalanmasının daha yüksək böhran qatılıqlarına tələb olunduğu halda, ikinci halda isə inhibitorların spesifikliyindən asılı olaraq deqradasiya şüalanmasının müəyyən qədər azalmasının baş verməsi müşahidə edilmişdir (cədvəl 2).

Cədvəl 2

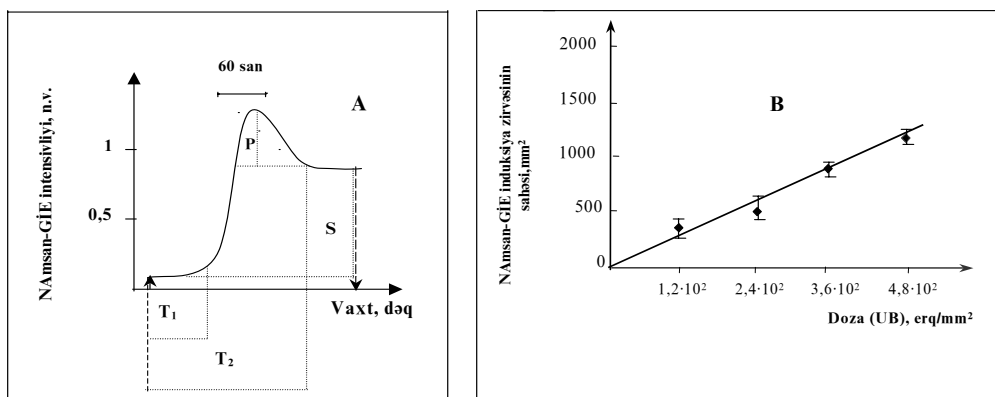
Oksidləşmə proseslərinin inhibitorlarının (10^{-4} M) NaCl-in 4%-li məhlulunda işlənmiş cücərtilərdə baş verən deqradasiya şüalanmasının intensivliyinə təsiri (%-lə)

Şüalanmanın intensivliyi, %	- inhibitor	+ inhibitor
Inhibitorlar		M±m
Propilqallat	100*	41±3
Cu ⁺²	100	77±4
Zn ⁺²	100	74±3
2,4DNF	100	95±5

* İngibitor deqradasiya şüalanması meydana çıxdıqdan sonra əlavə edilmişdir.

UB şüaların təsiri. UB şüaların təsirindən bioloji obyektlərdə baş verən şüalanmada sərbəst radikal komponentlərindəki reaksiyalar nəticəsində meydana çıxdığını nəzərə alıb tərəfimizdən UB şüaların təsiri ilə bir sıra təcrübələr aparılmışdır. Təcrübələrimizdə şüaların sərbəst radikal mexanizmi ilə təsir effekti maya göbələyi hüceyrələrinə daxil edilmiş NA ms-GİE-nin tədqiqi zamanı özünü daha əyani surətdə göstərir. Maya göbələyi hüceyrələrində NA-nın msGİE şəkil 1 A-da verilmişdir.

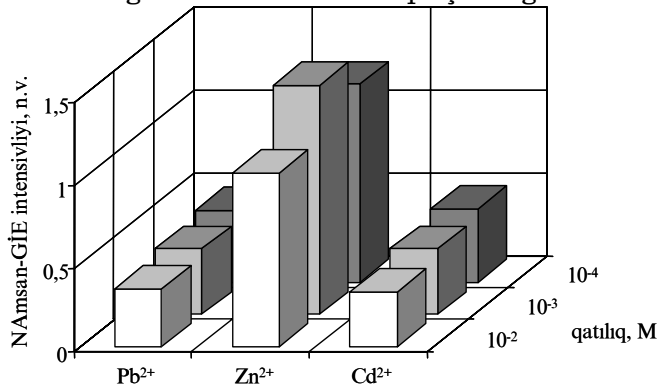
Həyəcanlandırıcı işıq təsirindən maya göbələyi hüceyrələrində NA-nın ms-GİE-nin induksiya əyrisində stasionar səviyyənin alınması fikrimizcə sistemdə şüalanmaya səbəb olan artıq miqdarda məhsulların toplanması nəticəsində baş verir. Həmin məhsullar çox güman ki, sərbəst radikal xarakterli təbiətə malik olan birləşmələrdir. Bu fikir UB şüaların dozasının artması ilə ms-GİE-nin kinetik əyrisindəki zirvələrin hüdudunun artması ilə təsdiq olunur (şəkil 1,B). Aydın olunmuşdur ki, zirvənin hüdudu UB şüaların dozasının artmasından xətti asılıdır.



Şəkil 1. A) UB şüaların *Candida guilliermondii* Y-916 maya göbələyi hüceyrələrində narıncı akrininin gecikmiş işıq emissiyasına təsiri. T₁-msan-GİE meydana çıxması; T₂-stasionar mərhələnin yaranma vaxtı; S-stasionar mərhələnin səviyyəsi; P-zirvənin səviyyəsi. B) NAmsan-GİE-nin induksiya zirvəsinin (P) əyri altı sahəsinin UB şüaların dozasından asılılığı.

Yaxşı məlumdur ki, UB şüaların təsirindən hüceyrə membranında doymamış yağ turşularının peroksidləşməsi baş verir. Bu da öz növbəsində membranın lipid komponentlərində sərbəst radikal mexanizmi ilə reaksiyaların meydana çıxmasına səbəb olur [12, 13]. Nəticədə üzvi R[•] və ya RO[•] radikalları əmələ gəlir. Təsəvvür etmək olar ki, şüalanmanın intensivliyinin artması sistemdə [NA+ R[•]] və [NA+ RO[•]] komplekslərinin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır. Beləliklə, aydın olur ki, UB şüaların təsir effekti hüceyrə membranında lipid komponentlərinin sərbəst radikal mexanizmi ilə əlaqədardır.

Ağır metalların təsiri. Məlumdur ki, ağır metal ionları membran komponentləri və hüceyrə sitoplazması ilə çox asanlıqla qarşılıqlı təsirdə olub, bir sıra quruluş və funksional dəyişikliklər əmələ gətirir. Aminli akridinlər isə ağır metal ionlarına qarşı reagent kimi istifadə olunur.



Şəkil 2. Ağır metal ionlarının *Candida guilliermondii* Y-916 maya göbələyi hüceyrələrində narıncı akridinlə gecikmiş işıq emissiyasına təsiri (Ağır metalların təsir müddəti 60 dəq).

Bu zaman bir sıra metallar rəngli komplekslər əmələ gətirir. Bu sahədə Co⁺², Fe⁺², Zn⁺² ionlarının əmələ gətirdiyi komplekslər öz spesifikliyi ilə fərqlənir. Aldığımız nəticələrə əsasən (şəkil 2), demək olar ki, Zn⁺² ionlarının NA ms-GIE intensivliyinin artması iki halla güman edilə bilər: 1) Lipidlərin peroksidləşməsi nəticəsində ROO[•] radikallarının əmələ gəlməsi və ROO[•] radikallarının Zn⁺² ionları ilə deyil, NA ilə birləşməsi nəticəsində; 2) metal ionlarının kimyəvi radikalların əmələ gəlməsi prosesinə ingibirləşdirici və ya aktivləşdirici təsir göstərməsi nəticəsində. Ola bilər ki, Cd²⁺ və Pb²⁺ ionları sərbəst radikalların əmələ gəlməsi prosesinə ingibirləşdirici təsir göstərərək reaksiyada ROO[•] radikallarının miqdarını azaldır. Bu ROO[•] radikallarının metal ionları ilə reaksiyaya girməsi nəticəsində baş verir. Alınan nəticələrə əsasən güman etmək olar ki, ağır metal ionlarının maya göbələyi hüceyrələrinə təsirindən sonra NA ms-GIE intensivliyinin dəyişməsi, ionların təsirindən hüceyrələrin membran strukturunun pozulması ilə əlaqədardır.

Tərəfimizdən aparılan təcrübələrdə NA-nın maya göbələyi hüceyrələrində R[•] və RO[•] üzvi radikallarının meydana çıxmasına səbəb olan UB şüaların təsirindən əmələ gələn ms-GIE-nin intensivliyində artım müşahidə edilir. Lakin α-tokoferolda işlənmiş nümunələrdə analogi hal

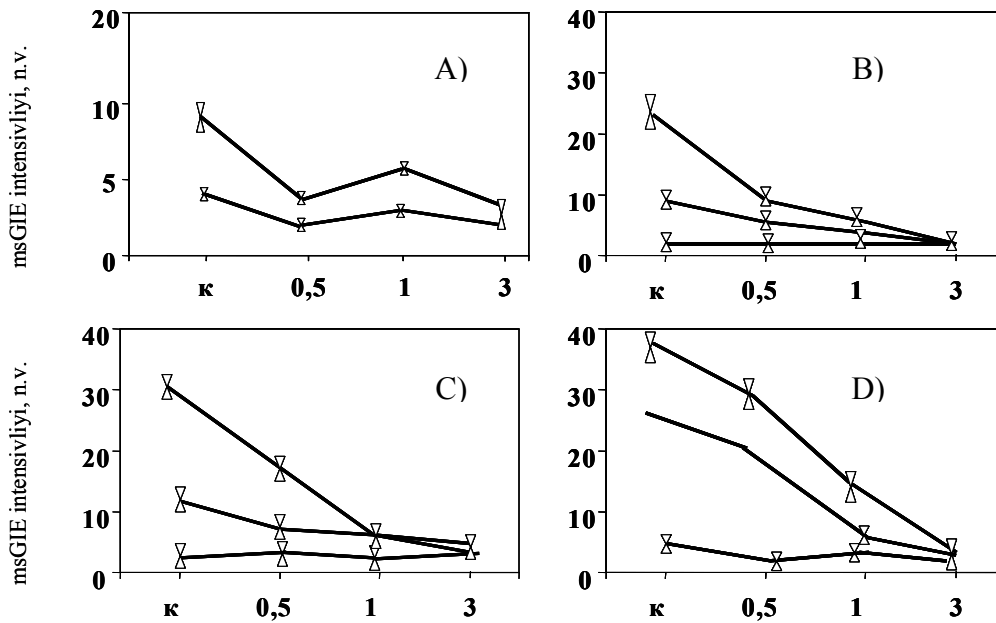
müşahidə edilmir. Çox guman ki, bu hal α -tokoferolun antiradikal xüsusiyyəti ilə əlaqədardır.

Digər tərəfdən *Candida guilliermondi* Y-916 hüceyrələrinə $\cdot\text{OH}$ və $\text{HO}_2\cdot$ radikallarının təsiri zamanı mühitə α -tokoferolun əlavə edilməsi nəticəsində NA-nın msGİE-nin çıxımının azalması müşahidə edilir ki, bunun da antioksidləşdiricilərin sistemdə əmələ gələn və ya əlavə edilən RM təsirinə qarşı müəyyən müdafiə funksiyasını oynadığını söyləmək olar.

Görünən işığın təsiri. Məlumdur ki, fotosintez prosesini təmin edən işıq intensivliyindən artıq miqdarda olan işıq şüaları fotoingibirləşməyə və nəticədə fotosintetik aparatın həm *in vitro* həm də *in vivo* fotoingibirləşməsinə səbəb olur.

Adətən güclü işığın təsirindən fotosintetik aparatın, xüsusən FSII-nin fotoingibirləşməsinin *in vitro* tədqiqatlara əsaslanan iki mühüm mexanizmi təklif olunur. Birinci, «donor tərəfinin fotoingibirləşməsi» mexanizmi və ikincisi «akseptor tərəfinin fotoingibirləşməsi» mexanizmi. Hər iki mexanizmdə zədələndirici amil kimi oksigenin reaktiv molekulları təyinedici rol oynayır.

Bu nöqtəyi-nəzərcə yaşılşmaqda olan buğda cücərtilərində yarpaqlarında güclü işığın təsirindən msGİE-nin tədqiqinə əsaslanan təcrübələrinin mühüm nəticələrinə baxaq (şəkil 3).



Şəkil 3. A) 6 saat, B) 12 saat, C) 18 saat və D) 24 saat yaşılşma müddətində etiolə olunmuş buğda cücərtilərində msGİE komponentlərinin intensivliyinin 10 dəqiqə qaranlıqda adaptasiya müddətləri üçün ingibirləşdirici işığın müddətindən asılılığı.

Apardığımız təcrübələrə əsasən deyə bilərik ki, güclü ingibirləşdirici işığın yaşılşma prosesində buğda cücərtilərinə təsiri msGİE-nin meydana çıxma funksiyası yaşılşma dərəcəsindən asılı olaraq dəyişir.

Təcrübələrdən aldığımız nəticələr fotosintetik aparatın formalaşma dərəcəsindən asılı olaraq fotoingibirləşmənin bu və ya digər mexanizmini araşdırmağa imkan verir. Fotoingibirləşmənin pigment aparatının formalaşmasından asılılığını araşdırarkən, aydın olmuşdur ki, xlorofilin «cavan» molekullarının əmələ gəlməsi səviyyəsində (6-10 saata qədər yaşıllaşma) fotosintetik aparat, xüsusən FSII güclü işığın təsirinə qarşı olduqca həssasdır. Belə yüksək həssaslıq msGİE-nin qeyd edilərkən alınmış nəticələrin təhlili zamanı müşahidə olunur (şəkil 3).

Digər tərəfdən FSII-nin akseptor tərəfinin formalaşmaması yaşıllaşmanın ilkin mərhələsinə «fotoingibirləşmənin donor mexanizminin» inkişafına səbəb olur. Biz güman edirik ki, fotosintetik aparat tədricən formalaşdıqca, güclü işığa qarşı davamlılığın artması davamlı elektron nəqliyyat zənciri FSII reaksiya mərkəzinin formalaşması ilə əlaqədardır.

Fotosintetik aparatın 10 saatdan çox formalaşması mərhələsində sistem daha davamlı olur və onun fotoingibirləşməsi üçün güclü işığın daha uzunmüddətli təsiri tələb olunur. Xlorofil zülalla və elektron nəqliyyat zənciri ilə əlaqələndikdə güclü işığın təsirindən msGİE-nin komponentlərinin dəyişməsinin təhlili göstərir ki, bu mərhələ daha çox «fotoingibirləşmənin akseptor mexanizmi»nin üstünlüyü ilə əlaqədardır (şəkil 3).

Beləliklə, buğda cücartilərində fotosintetik aparatın formalaşması prosesində fotoingibirləşmənin «donor» və «akseptor» mexanizmlərinin ardıcıl işə düşməsi haqqında mühakimə yürüdə bilirik. Fotosintetik aparatın formalaşmasının ilkin mərhələsində «fotoingibirləşmənin donor mexanizmi» üstünlük təşkil edir. Yetkin FSII-nin formalaşması mərhələsində isə «akseptor mexanizmi» üstünlük təşkil edərək işə düşür.

Yaşıllaşanda olan cücartilərdə *in vivo* fotoingibirləşmənin msGİE vasitəsi ilə tədqiqi nəticəsində aydın oldu ki, sistemin güclü işığın təsirindən fotozədələnməsi sinqlet oksigen sintez edən $^3\text{P680}$, həmçinin FSII-nin donor tərəfində fəal oksigenin əmələ gəlməsi hesabına baş verir. Nəzərə alınmalıdır ki, sistemdə zədələnməyə səbəb olan bu stress oksigenin reaktiv formalarının əmələ gəlməsi hesabına baş verir.

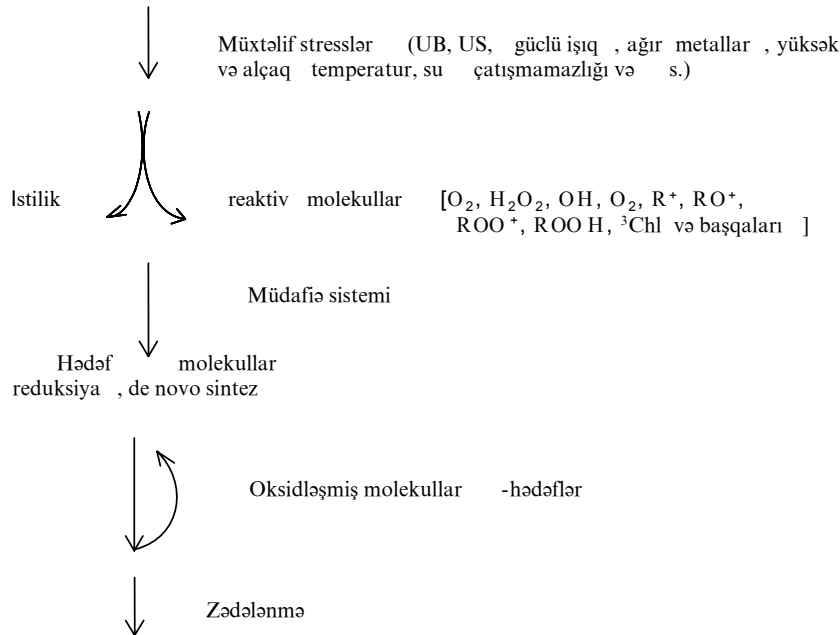
Problemə nəzəri baxışlar. Stress şəraitdə müxtəlif amillər hüceyrədə RM əmələ gətirir. Belə molekulların əmələ gəlməsi bir sıra fizioloji, biokimyəvi və fotokimyəvi sistemlərin baş verməsi mexanizmləri ilə tormozlanır. Baş verən proseslər RM əmələ gəlməsi sürətini azaldır. Bu da enerjinin istiliyə və əmələ gələn molekulların qeyri-fəal stabil formaya çevrilməsi ilə baş verir. Əgər hüceyrə reaktiv molekulların əmələ gəlməsini dəf etmək iqtidarında deyilsə, o zaman bu reaktiv molekulların təsvirindən hədəf molekullar oksidləşdirici modifikasiyaya uğrayır ki, bu da hüceyrədə zədələnməyə səbəb olur. Bunun müdafiə mexanizmi RM təsirindən modifikasiya olunmuş hədəf molekulların reduksiya olunması və ya *de novo* sintez olunması ilə müşahidə olunur.

Qeyd olunduğu kimi, müxtəlif SA təsirindən əmələ gələn RM hüceyrə komponentləri ilə yüksək reaksiyaya girmək qabiliyyətinə malikdirlər. O_2^* , OH, $^3\text{Chl}^*$ və digər radikallar diffuziya prosesinin müəyyən anında ($10^8\text{-}10^{10} \text{ M}^{-1}\text{S}^{-1}$) xüsusilə yüksək reaksiyagirmə qabiliyyətinə malik olurlar. Bu o deməkdir ki, RM hüceyrə komponentləri ilə qarşılıqlı təsiri zamanı baş verən reaksiyalar həmin molekulların əmələ gəldiyi nahiyələrdə onların diffuziya olunma anına qədər baş verir. Bu molekullar tez bir zamanda mühitdə su və ya hüceyrənin digər kompo-

nentləri ilə reaksiyaya girir. Əgər reaktiv molekullar əmələ gəldikləri nahiyələrdən diffuziya etmək imkanına malik olarlarsa, onlar hədəf molekullarla – strukturlarla qarşılıqlı təsirdə olub sistemin tarazlığının pozulmasına – zədələnməsinə səbəb olar. Nəzərə almalıyıq ki, canlı hüceyrələr tərəfindən SA təsirinə qarşı müdafiə mexanizmini hazırlayırlar. Fikrimizcə, bu da reaktiv molekulların «zibiltoplayıcılarıdır». Həmin «zibiltoplayıcı» molekullar əmələ gələn RM diffuziya olunana qədər zərərsizləşdirərək onların hüceyrə strukturunun pozulmasına və zədələnməsinə səbəb olan təsirlərini aradan qaldırır.

Məlumdur ki, SA təsirindən əmələ gələn reaktiv molekulların mövcudluq müddəti və diffuziya yolu uyğun olaraq sinqlet oksigen üçün $2 \times 10_s^{-6}$ və 82 nm, hidrosil radikalı üçün 10_s^{-7} və 4,5 nm, super oksid radikalı üçün isə 50µ və 320 nm-dir. Göründüyü kimi, RM mövcudluq müddəti və diffuziya yolu olduqca qısadır. Belə olduqda müdafiə sisteminin əmələ gəlmə müddəti ani və reaktiv molekulların zədələyici təsirinin zərərsizləşdirilməsi həmin molekulların əmələ gəldiyi nahiyələrdə baş verməlidir. Deməli hədəf molekullar, RM və onların zibil toplayıcıları bir-birinə olduqca yaxın nahiyələrdə olmalıdırlar. Heç şübhə doğurmur ki, super oksid-radikalın «zibiltoplayıcısı» superoksiddismutazadır. Məlumdur ki, hidrogen peroksid hidrosil radikalının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Sistemdə katalaza və peroksidaza kimi müdafiəedici fermentlərin olması hidrosil radikalının zədələyici təsirini zərərsizləşdirən və aradan qaldıran əsas sistemləridir.

Bununla yanaşı, SA təsirindən müdafiə prosesində fermentlərdən başqa zülali təbiətə malik olmayan müxtəlif antioksidləşdiricilər və antiradikal birləşmələr də iştirak edir.



Təqdim olunan işdə alınan bir sıra nəticələr RM əmələ gəldiyi hüceyrələrdə onlardan müdafiə olunma barədə bütün təsəvvürlərimizi təs-

diq edir. Aparılan təcrübələr nəticəsində tərəfimizdən RM əsasında canlı sistemdə universal təsir mexanizmi ilə inkişaf edən müxtəlif SA sxem üzrə izah edilir.

Beləliklə, müəyyən ədəbiyyat məlumatlarına və tərəfimizdən aparılan təcrübələrdən aldığımız nəticələrə əsasən həmin RM «zibiltoplayıcı» sistemə malik olması sübut olunur. Onların da hesabına RM difuziya və hədəf molekullarla qarşılıqlı təsirləri aradan qalxır.

Belə ki, həmin hədəf molekulların RM tərəfindən zədələnmələri bütövlükdə hüceyrə sisteminin zədələnməsinə səbəb olardı.

ƏDƏBİYYAT

1. Macpherson A.N., Telfer A., Barber J., and Truscott T.G. Direct detection of singlet oxygen from isolated photosystem II reaction centers. *Biochem.Biophys.Acta*, 1993, 1143, 301-309.
2. Asada K. Radical production and scavenging in chloroplast. J: Baker NR (ed) *Photosynthesis and the Environment* 1996, p. 123-150 Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
3. Barry A. Logan, Dmytro Korniyev, Yustin Hardinson Scott Holaday The role of antioxidant enzymes in photoprotection. *Photosynthesis Research* 2006, 88, 119-132.
4. Trebst A., Brigitte Depka, Heike Hollander-Crytco. A specific role for tocopherol and of chemical singlet oxygen, quenchers in the maintenance of photosystem II structure and function in *Chlorella reinhardtii*. *FEBS Letters* 2002, 516, 156-160.
5. Aliyev C.A., Ismayilov M.A., Aliyeva D.R., Aliyeva E.H. Salt stress effects on photosynthesis in *Dunaliella salina* cells: Abstr. 3 rd European Biophysics Congress, Munchen, Sept. 9-13, 2000. // *Eur. Biophys. J.* - 2000. 29, № 4-5. -с.371.
6. Мамедов Т.М. Биохемилюминесценция клеток и тканей. 1992, Баку, Элм, 191 с.
7. Касумов Н.А. Физиолого-биофизические аспекты механизма действия солей на растительный организм. 1983, Баку, Элм, 142 с.
8. Мамедов Ф.Т., Гасанов Р.А. Влияние удаления периферических полипептидов на характер фотоингибирования кислорода выделенных частиц ФС2 шпината. 1993, // *Ж.Биохимия*, Т58, стр.809-814.
9. Mahmudov Z.M., Abdullaev Kh.D., Qasanov R.A. «Photoinhibition of Photosystem II In Vivo During Greening of the Wheat Seedlings». *Turkish journal of botany*. Vol.29, N.2., Tubitak, 2005 , p.77-82.
10. Mahmudov Z.M., Abdullaev Kh.D., Qasanov R.A. «Photoinhibition in vivo of Photosystem II reactions development of the Photosystem wheat seedlings». *J Photosynthesis Research* 2005, p.9-14.
11. Abdullaev X.D., Köçərli N.K., Hümətova S.T. «Fiziki-kimyəvi amillərin maya göbələyi hüceyrələrində narıncı akrininin gecikmiş flüoressensiyasına təsiri». *Bakı Dövlət Universitetinin Xəbərləri. Təbiət elmləri seriyası*, №3, 1999, s.107-113.
12. Рошупкин Д.И., Аносов А.Х., Лордкипанидзе А.Т. Фотопревращение мембранных липидов и его роль в изменении функций виомембран под действием УФ-излучения. // В книге молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения. М, Наука, 1988, стр.79-93.
13. Деев А.И. и др. Уменьшение площади поверхности фосфолипидных мембран при перекисном окислении липидов. *Ж.Биологические мембраны*, 1989, т.6, № 11, стр.1227-1231.

**ФОРМИРОВАНИЕ РЕАКТИВНЫХ МОЛЕКУЛ И МЕХАНИЗМ
ИХ ДЕЙСТВИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗЛИЧНЫХ СТРЕССОВ**

Х.Д.АБДУЛЛАЕВ

РЕЗЮМЕ

В предложенной работе, проведенной на основе многолетних опытов по спонтанной и индуцированной люминесценции клетки живой системы, обсуждается возникновение реактивных молекул в результате действий различных стрессовых факторов, а также механизм защиты клетки, направленный против действия этих стрессовых факторов.

**THE FORMATION OF REACTIVE MOLECULES AS THE RESULT
OF VARIOUS STRESS FACTORS AND THEIR INFLUENCE MECHANISMS**

Kh.D.ABDULLAYEV

SUMMARY

At present work is discussed the formation of reactive molecules under influence of various stress factors, and also protective mechanisms of cells due to the affect of these factors. This work is studied on the bases of carried experiments for many years on investigation of spontaneous and induced luinessence in cells of lively systems.