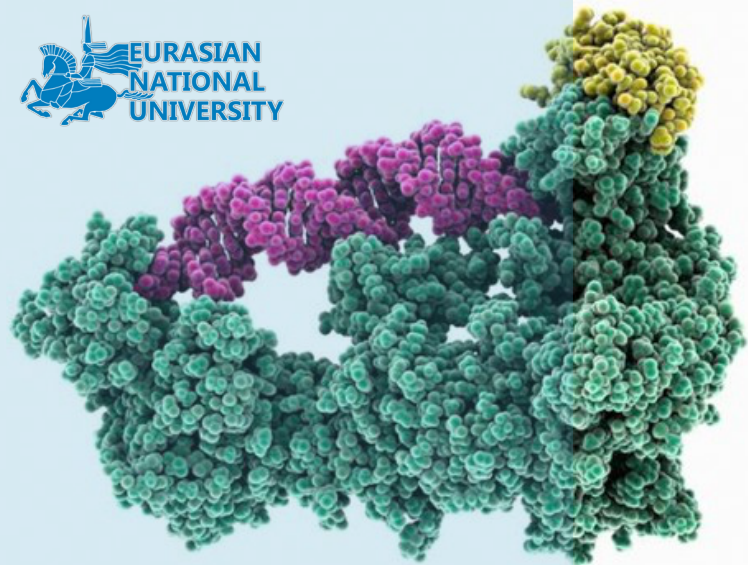


ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ



Л. Н. ГУМИЛЕВА АТЫНДАҒЫ  
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Л. Н. ГУМИЛЕВА

АСТАНА, ҚАЗАҚСТАН  
11 СӘУІР 2024 ЖЫЛ

АСТАНА, КАЗАХСТАН  
11 АПРЕЛЯ 2024 ГОД

"ОМАРОВ ОҚУЛАРЫ: ХХІ  
ҒАСЫРДЫҢ БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ  
БИОТЕХНОЛОГИЯСЫ" АТТЫ  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ  
ФОРУМНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО  
ФОРУМА "ОМАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ:  
БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ  
ХХІ ВЕКА"

**УДК 57 (063)**  
**ББК 28.0**  
**Ж 66**

Жалпы редакцияны басқарған т.ғ.д., профессор Е.Б. Сыдықов  
Под редакцией д.и.н., профессора Е.Б. Сыдыкова

**Редакция алқасы:**  
**Редакционная коллегия:**

Ж.К. Масалимов, А.Б. Курманбаева, Ж.А.Нурбекова, Н.Н. Иқсат.

«Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» халықаралық ғылыми форумының баяндамалар жинағы. – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2024. – 284 б., қазақша, орысша, ағылшынша.

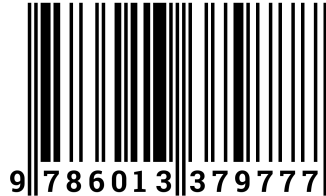
Сборник материалов международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». – Астана. Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2024. – 284 с., казахский, русский, английский.

ISBN 978-601-337-977-7

Жинақ «Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» атты халықаралық ғылыми форумна қатысушылардың баяндамаларымен құрастырылған. Бұл басылымда биология, биотехнология, молекулалық биология және генетиканың маңызды мәселелері қарастырылған. Жинақ ғылыми қызметкерлерге, PhD докторанттарға, магистранттарға, сәйкес мамандықтағы студенттерге арналған.

Сборник составлен по материалам, представленным участниками международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». Издание освещает актуальные вопросы биологии, биотехнологии, молекулярной биологии и генетики. Сборник рассчитан на научных работников, PhD докторантов, магистрантов, студентов соответствующих специальностей.

ISBN 978-601-337-977-7



**УДК 57**  
**ББК 28**  
**О-58**

©Коллектив авторов, 2024  
©Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2024

## СЕКЦИЯ 2: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ

УДК 578

### Жоғары температура кезінде антиоксиданттық қорғаныс жүйесіне әдебиеттік шолу

*Қабдраш Инжу Жанатқызы*

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Жратылыстану ғылымдары факультетінің 2 курс магистранты, Астана, Қазақстан

[inzhu.kabdrash@bk.ru](mailto:inzhu.kabdrash@bk.ru)

Ғылыми жетекші-Масалимов Жаксылық Каирбекович, PhD доцент

Қалыпты мөлшерден жоғары температура қалыпты жасушалық гомеостазды бұзатын жылу стрессі (КО) деп аталады, бұл өсу мен дамудың кешеуілдеуіне, тіпті төтенше жағдайларда өлімге әкеледі. Отырықшы организмдер ретінде өсімдіктер үнемі температураның өзгеруіне және басқа абиотикалық факторларға ұшырайды. Жоғары температуралық стресс-бұл бірнеше себептерге байланысты өсімдіктердің өнімділігін шектейтін негізгі абиотикалық стресстердің бірі [1]. Оңтайлы өсу жағдайларынан кемінде 5°C жоғары артық ыстыққа ұшыраған жоғары сатыдағы өсімдіктер жоғары температура жағдайында Өсімдіктердің өмір сүруі үшін қажетті жасушалық және метаболикалық реакциялардың тән жиынтығын көрсетеді. Бұл әсерлерге органеллалар мен цитоскелетті қоса алғанда, жасуша құрылымдарының ұйымдастырылуындағы өзгерістер және қалыпты ақуыздар синтезінің төмендеуімен және жылу соққысы ақуыздарының (HSP) транскрипциясы мен трансляциясының үдеуімен бірге жүретін мембраналық функциялар, абсциз қышқылы (АВА) сияқты фитогормондардың, сондай-ақ антиоксиданттар мен басқа қорғаныс молекулаларының өндірісі жатады [2]. Жоғары температура мембрананың сұйықтығын өзгертеді, бұл мембрананың липидтік құрамы мен қанығу деңгейін липидтермен өзгертіп қана қоймайды, сонымен қатар ROS (оттегінің белсенді түрлері) түзеді. Тікелей немесе жанама түрде ол мембранада локализацияланған кальций арналарын белсендіреді, бұл  $Ca^{2+}/CaM$ -мен байланысқан киназалармен, фосфатазалармен және транскрипция факторларымен байланысты белсенділікті белсендіруде немесе басуда рөл атқаратын цитоплазмалық кальций деңгейінің жоғарылауына әкеледі [3]. Оттегінің белсенді түрлері негізінен митохондриялық электронды тасымалдау тізбегінен (СТС) алынған жоғары реактивті молекулалар болып табылады. Барлық дерлік жасушалар мен тіндер молекулалық оттегінің бір валентті тотықсыздануы арқылы молекулалық оттегінің аз бөлігін супероксид анионына үздіксіз түрлендіреді. ROS басқа жолдармен де жасалады, соның ішінде белсендірілген фагоциттерде пайда болатын тыныс алу жарылысы, иондаушы сәулеленудің жасуша мембраналарының компоненттеріне зиянды әсері, сондай-ақ NADPH оксидазасы (Nox), ксантиноксидаза (ХО) сияқты бірқатар жасушалық ферменттердің жанама өнімдері ретінде. және азот оксидінің байланыспаған эндотелий синтазасы (eNOS) [4].

ROS өндіру жылдамдығы электронды тасымалдау жылдамдығына кері пропорционалды. Электрондарды тасымалдау тізбегінің белсенділігін бәсеңдету электрондардың АТФ синтазасына жетпей мембрана арқылы қайта ағып кету ықтималдығын арттырады. Қалыпты жағдайда электронды тасымалдау тізбегінің жылдамдығы АТФ тұтынуымен бақыланады, энергияны пайдаланудың жоғары қарқыны тізбектің белсенділігіне әкеледі. Керісінше, АТФ қабылдауды тежейтін немесе электронды тасымалдау тізбегінің компоненттерін зақымдайтын факторлар тасымалдауды баяулатады және ROS өндірісін арттырады [5]. Көптеген зиянды әсерлер оттегінің белсенді түрлерінің (ROS), соның ішінде бос радикалдардың (супероксид-анион,  $O_2^{\cdot-}$  ;

гидропероксильный радикал,  $\text{HO}_2^\cdot$ ; алкокси-радикал,  $\text{RO}^\cdot$ ; и гидроксильный радикал,  $^\cdot\text{OH}$ ) және радикалды емес молекулалар (сутегі асқын тотығы  $\text{H}_2\text{O}_2$  және жалғыз оттегі  $^1\text{O}_2$ ) [6].

Антиоксидантты қорғаныс жүйесі екі топтан тұрады: (i) супероксид дисмутаза (SOD), каталаза (CAT), аскорбат пероксидаза (APX), жалпы пероксидазалар (PRX) (мысалы, гуаяколпероксидаза GPX), глутатионредуктаза (мысалы, гуаяколпероксидаза GPX). GR), монодегидроаскорбатредуктаза (MDHAR) және дегидроаскорбатредуктаза (DHAR); (ii) аскорбин қышқылы (АК), төмендетілген глутатион (GSH),  $\alpha$ -токоферол, каротиноидтар, пластохинон/убихинон және флавоноидтар сияқты ферментативті емес антиоксиданттар. Метаболиттер мен ферменттердің бұл екі тобы ROS жоюдың негізгі мақсатымен бірге жұмыс істейді, сонымен қатар өсімдіктердің сигнализациясын, иммундық реакциясын және өсімдіктердің өсуі мен дамуын анықтайды [7].

Абиотикалық стресс, жылу стрессі қажетсіз және зиянды ROS жиналуын тудыратын ферменттер мен метаболиттік жолдарды ажырата алады, көбінесе жалғыз оттегі ( $^1\text{O}_2$ ), супероксид радикалы ( $\text{O}_2^\cdot^-$ ), сутегі асқын тотығы ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) және гидроксил радикалы ( $\text{OH}^\cdot$ ) тотығу стрессіне жауап береді. Хлоропласттардағы PSI және psii реакция орталықтары ROS түзілуінің негізгі орындары болып табылады, дегенмен ROS басқа органеллаларда да түзіледі, атап айтқанда, пероксисомалар және митохондриялар. PSII максималды тиімділігі мен жинақталған ROS арасында сызықтық байланыс бар. Мұндай ВТ-да фотосистемалардың термиялық зақымдануына байланысты фотондардың аз сіңуі жүреді деп болжануда. Мұндай стресстік жағдайларда, егер фотондардың қарқындылығын PSI және PSII сіңірсе, олардың артық мөлшері  $\text{CO}_2$  ассимиляциясы үшін қажет болса, ROS көзі ретінде қызмет ететін қосымша электрондар болып саналады. ROS арасында  $\text{O}_2^\cdot^-$  фото тотығу реакциялары (флавопротеин, тотығу-тотықсыздану циклі), Хлоропласттардағы мелер реакциясы, ЭТЦ және глиоксисомалық фотодеманың митохондриялық реакциялары, плазмалық мембраналардағы NADPH оксидазасы, ксантиноксидаза және мембраналық полипептидтер нәтижесінде түзіледі. Гидроксил радикалы  $\text{H}_2\text{O}_2$  ден  $\text{O}_2^\cdot^-$  (Хабер-Вейс реакциясы),  $\text{H}_2\text{O}_2$  реакциясы  $\text{Fe}^{2+}$  (Фентон реакциясы) және апопласт кеңістігінде  $\text{O}_3$  ыдырауы нәтижесінде түзіледі. Синглетті оттегі фотоингибирлеу және хлоропласттардағы Фс II электрон тасымалдау реакциялары кезінде түзіледі. Гидроксил радикалы сигналдық функцияны орындамайды деп саналады, дегенмен оның реакцияларының өнімдері сигналдық реакцияларды тудыруы мүмкін және жасушалар каталитикалық металдарды металл шаперондармен байланыстырады,  $\text{OH}^\cdot$  ны тиімді болдырмайды [8].

Супероксид дисмутаза, каталаза, пероксидаза, аскорбат пероксидаза және глутатион редуктаза сияқты антиоксидантты ферменттер супероксид пен  $\text{H}_2\text{O}_2$  детоксикациясына қатысады. Антиоксидантты ферменттердің температуралық стресстегі қорғаныс рөлі бұрын бірқатар өсімдіктер үшін хабарланған. Глутатион, аскорбин қышқылы, токоферол және каротиноидтар сияқты антиоксидантты метаболиттер де өсімдіктерді тотығу стрессінен қорғайды. Сондай-ақ, температураның жоғарылауы иондардың ағып кетуіне әкелетіні туралы хабарланды және бұл генотиптерді жылу стрессіне қарсы скрининг үшін көрсеткіш ретінде пайдаланылуы мүмкін. Антиоксидантты ферменттер арасында SOD және APOX төзімділікте маңызды рөл атқарады, ал GR және Рах қатыспайды. Каталаза төзімді сорттардағы  $\text{H}_2\text{O}_2$  детоксикациясына қатысты. Антиоксидантты ферменттерден басқа, төзімділікке аскорбат және каротиноидтар сияқты басқа антиоксиданттар да қатысады. Жоғары температураның зақымдануынан қорғау химиялық заттармен алдын-ала өңдеумен қамтамасыз етілді [9]. Бұл ферменттер жасушалардың әртүрлі компоненттерін зақымданудан қорғап қана қоймайды, сонымен қатар митоз, жасушалардың ұзаруы, қартаю және жасуша өлімі сияқты жасушалық-жасушалық процестерді модуляциялау арқылы өсімдіктердің өсуі мен дамуында маңызды рөл атқарады және жасушалардың дифференциациясы, жасушалардың өсуі / бөлінуі,

қартаюды реттеу сияқты көптеген процестерге қатысады және тасымалдау, ксенобиотиктерді детоксикациялау, метаболиттердің конъюгациясы, ферментативті белсенділікті реттеу, белоктар мен нуклеотидтердің, фитохелатиндердің синтезі және стресске жауап беретін гендердің экспрессиясы. Антиоксидантты қорғаныс жүйесі қанықпаған мембраналық липидтерді, нуклеин қышқылдарын, ферменттерді және басқа жасушалық құрылымдарды бос радикалдардың теріс әсерінен қорғайды [10]. SOD, SOD, APX және CAT-антиоксидантты қорғаныс жүйесін құрайтын негізгі ферменттер. Ферментативті жүйеде СОД өсімдіктің ферментативті антиоксиданттық жүйесін қорғаудың бірінші желісі ретінде екі  $O_2$  молекуласының дисмутация реакциясын катализдей алады  $-H_2O_2$  және  $O_2$  түзеді, содан кейін  $H_2O_2$  катализденеді CAT, POD, APX және басқа антиоксидантты ферменттер ROS жою мақсатында  $H_2O$  генерациясы үшін [11]. Өсімдіктерде каталазаның үш түрі кездеседі: Cu / Zn-СОД, Mn-СОД және Fe-СОД. Соңғы екеуінде ұқсас аминқышқылдарының тізбегі бар. СОД изоформалары көптеген жасушаішілік бөлімдерде кездеседі (сутегі асқын тотығы пероксисомалар мен глиоксисомаларда кездесетін CAT әсерінен суға дейін ыдырайды). Хлоропласттарда бұл функцияны цитозолдық изоформасы бар аскорбат орындайды. Өсімдіктерде көп мөлшерде антиоксиданттардан басқа маңызды функцияларды орындай алады, ал аскорбат супероксидпен де, жалғыз оттегімен де ферментативті емес реакцияға қабілетті. Екінші топта GSH және аскорбат антиоксидантты қалпына келтіруге байланысты реакциялардың негізгі ойыншылары болып табылады. APX қатысатын реакцияда mdha радикалы негізгі өнім болып табылады және аскорбатқа дейін тотықсыздану арқылы NAD(P)H-тәуелді монодегидроаскорбатредуктазамен (MDHAR) әрекеттеседі. Немесе аскорбат пен дегидроаскорбат (DHA) екі mdha молекуласы арасындағы ферментативті емес реакция арқылы жасалуы мүмкін, содан кейін аскорбат GSH арқылы DHA тотықсыздануы арқылы түзіледі және Dhaг ферменті реакцияны катализдейді, екінші өнім тотығады. ГШ (ГССГ). NADP-тәуелді GR содан кейін тотыққан GSH-ді GSH-ге дейін қалпына келтіре алады. Хлоропласттарда бұл реакциялар, кейде Холливелл-Асада циклі деп аталады, фотосинтез нәтижесінде пайда болатын тотықсыздандырғыштың (NADPH) әсерінен сутегі асқын тотығының суға түсуінің жарыққа тәуелді реакциясының катализіне әкеледі. Бұл циклдің негізгі ойыншылары аскорбат және GSH олардың изоформаларымен бірге (GR, DHAR және MDHAR) хлоропласттарда, сондай-ақ басқа жасушаішілік бөлімдерде көп мөлшерде кездеседі. Тотығу GSH бассейндері, олар сонымен қатар ферменттердің сульфгидрил топтарын төмендетілген формаларда ұстау үшін қажет [12]. Жасушадағы ROS оңтайлы деңгейін ұстап тұру дұрыс тотығу-тотықсыздану биологиялық реакцияларын жүргізуге және өсімдіктерге қажетті өсу мен даму сияқты көптеген процестерді реттеуге мүмкіндік береді [13]. Супероксиддисмутаза - металлофермент және өсімдік жасушасын ROS уыттылығынан антиоксиданттық қорғау жүйесінің ең тиімді компоненттерінің бірі. Ол  $O_2^{\cdot -}$  және  $H_2O_2$  түрленуін катализдейді [12].

Супероксид дисмутазалары (СОД) жасушадағы ең маңызды антиоксиданттардың бірі болып табылады. Олар супероксидтердің дисмутациясын оттегі мен сутегі асқын тотығына катализдейді. Супероксидтер жасуша ішінде бірнеше жерде өндіріледі. Сондықтан СОД бірнеше жерлерде локализацияланған: митохондриялар, хлоропластар, глиоксисомалар, пероксисомалар, цитозол және т. б. [14]. Жасушаішілік және жасушадан тыс  $O_2^{\cdot -}$  плазмалық мембранамен байланысқан НАДФН оксидазасы (NOX) арқылы өндіріледі. СОД1 және СОД2 жасушаішілік супероксидті  $H_2O_2$  және оттегі молекулаларына айналдырады, ал СОД3 жасушадан тыс супероксидті  $H_2O_2$  және оттегі молекулаларына айналдырады. Жасушадан тыс  $H_2O_2$  жасушаларға аквапорин арнасы (AQP) арқылы тасымалданады және каталаза (CAT), пероксидаза (PRX) және глутатион пероксидаза (GPX) арқылы суға айналады [15].

Қорытындылай келе, абиотикалық стресстер бүкіл әлемде өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсер ететін негізгі шектеуші факторлар екені анық. Осылайша, абиотикалық

стресс пен төзімділікке реакциялардың физиологиялық, биохимиялық, молекулалық және жасушалық механизмдерін декодтауға және тұрақты ауылшаруашылық өндірісін арттыратын ықтимал азайту әдістерін енгізуге қызығушылық артып келеді. Абиотикалық стресстер ROS жиналуына әкеледі, бұл өсімдіктердің тотығу зақымдануының көзі болуы мүмкін. Бастапқыда ROS бірнеше жасушаішілік бөлімдерде кездесетін улы Молекулалар және аэробты метаболизм өнімдері ретінде қарастырылды. ROS метаболизмі стресстік жағдайларда дақылдардың өсуі, дамуы, бейімделуі және өмір сүруі үшін өте маңызды. ROS өндіру және жою өсімдіктерді қорғау процестерінің маңызды факторлары болып табылады және кейбір абиотикалық стресстерге төзімділікті арттыру үшін ROS детоксикация ферменттерін кодтайтын кандидат гендерінің модуляциясы мен шамадан тыс экспрессиясы кеңінен қолданылады [16].

**Қаржыландыру.** Бұл жұмыс ҚР БЖЖҒМ BR21882269 «Экономикалық маңызы бар дақылдық өсімдіктердің өнімділігін арттыру үшін геномдық редакциялау технологиясын пайдалану» бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру шеңберінде жүзеге асырылды.

#### **Пайдаланылған әдебиеттер**

1. Sonal Mathur, Divya Agrawal, Anjana Jajoo, Photosynthesis: Response to high temperature stress, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, Volume 137, 2014, Pages 116-126, ISSN 1011-1344, <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2014.01.010>
2. Bitá Craita, Gerats Tom, Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops, *Frontiers in Plant Science*, 4, 2013 <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2013.00273> DOI=10.3389/fpls.2013.00273 ISSN=1664-462X
3. Kan Y., Lin H.X. Molecular regulation and genetic control of rice thermal response. *The Crop J.* 2021;9(3):497–505]
4. W. Dröge, “Free radicals in the physiological control of cell function,” *Physiological Reviews*, vol. 82, no. 1, pp. 47–95, 2002.
5. Iqbal, M.; Pumford, N.R.; Tang, Z.X.; Lassiter, K.; Ojano-Dirain, C.; Wing, T.; Cooper, M.; Bottje, W. Compromised liver mitochondrial function and complex activity in low feed efficient broilers are associated with higher oxidative stress and differential protein expression. *Poult. Sci.* 2005, 84, 933–941.
6. Mehla N., Sindhi V., Josula D., Bisht P., Wani S.H. An introduction to antioxidants and their roles in plant stress tolerance. In: Khan M.I.R., Khan N.A., editors. *Reactive Oxygen Species and Antioxidant Systems in Plants: Role and Regulation under Abiotic Stress*. Springer; Singapore: 2017. pp. 1–23.
7. García-Caparrós, P., DeFilippis, L., Gul, A. et al. Oxidative Stress and Antioxidant Metabolism under Adverse Environmental Conditions: a Review. *Bot. Rev.* 87, 421–466 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12229-020-09231-1>
8. Hasanuzzaman M, Nahar K, Alam MM, Roychowdhury R, Fujita M. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *Int J Mol Sci.* 2013 May 3;14(5):9643-84. doi: 10.3390/ijms14059643. PMID: 23644891; PMCID: PMC3676804.
9. Usha Chakraborty & Deepti Pradhan (2011) High temperature-induced oxidative stress in *Lens culinaris*, role of antioxidants and amelioration of stress by chemical pre-treatments, *Journal of Plant Interactions*, 6:1, 43-52, DOI: 10.1080/17429145.2010.513484
10. Rajput VD, Harish, Singh RK, Verma KK, Sharma L, Quiroz-Figueroa FR, Meena M, Gour VS, Minkina T, Sushkova S, et al. Recent Developments in Enzymatic Antioxidant Defence Mechanism in Plants with Special Reference to Abiotic Stress. *Biology.* 2021; 10(4):267. <https://doi.org/10.3390/biology10040267>
11. Finkel T. Signal transduction by reactive oxygen species. *J. Cell Biol.* 2011;194:7–15. doi: 10.1083/jcb.201102095. Mhamdi A., Queval G., Chaouch S., Vanderauwera S., Van Breusegem F., Noctor G. Catalase function in plants: A focus on Arabidopsis mutants as stress-mimic models. *J. Exp. Bot.* 2010;61:4197–4220. doi: 10.1093/jxb/erq282.

12. Kusvuran, S., Kiran, S., & Ellialtioglu, S. S. (2016). Antioxidant Enzyme Activities and Abiotic Stress Tolerance Relationship in Vegetable Crops. InTech. doi: 10.5772/62235
13. Mittler R. ROS are good. Trends Plant Sci. 2017;22:11–19. doi: 10.1016/j.tplants.2016.08.002.
14. Shraboni Ghosh, Manoj Majee, Chapter Fifteen - Protein l-isoAspartyl Methyltransferase (PIMT) and antioxidants in plants, Editor(s): Gerald Litwack, Vitamins and Hormones, Academic Press, Volume 121, 2023, Pages 413-432, ISSN 0083-6729, ISBN 9780443157684, <https://doi.org/10.1016/bs.vh.2022.10.005>
15. Wu C., Xu D., Ge M., Luo J., Chen L., Chen Z., You Y., Zhu Y.-X., Lin H., Shi J. Blocking glutathione regeneration: Inorganic NADPH oxidase nanozyme catalyst potentiates tumoral ferroptosis. Nano Today. 2022;46:101574. doi: 10.1016/j.nantod.2022.101574.
16. Hasanuzzaman M, Bhuyan MHMB, Zulfiqar F, Raza A, Mohsin SM, Mahmud JA, Fujita M, Fotopoulos V. Reactive Oxygen Species and Antioxidant Defense in Plants under Abiotic Stress: Revisiting the Crucial Role of a Universal Defense Regulator. Antioxidants (Basel). 2020 Jul 29;9(8):681. doi: 10.3390/antiox9080681. PMID: 32751256; PMCID: PMC7465626.

UDC577

### **Solid-phase synthesis of oligonucleotides, purification and their application**

*Auganov Almas<sup>1,2</sup>, Tynysbekov Bekbolat<sup>1,2</sup>, Kasenova Aigul<sup>1</sup>, Akhmetollaev Ilyas<sup>2</sup>*

L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan<sup>1</sup>

National Center for Biotechnology, Astana, Kazakhstan<sup>2</sup>

#### **Introduction**

Advances in molecular biology have led to the development of oligonucleotides – short sequences of both DNA or RNA molecules, which have identified numerous applications not only in research areas, but also in therapeutical and forensic sciences[1]. The solid-phase supported technique is a widely used method for manufacturing DNA oligonucleotides. The synthesis proceeds in the 3' → 5' direction, in contrast to biosynthesis. Preparation of such molecules incorporates a number of steps, including detritylation, coupling, oxidation and capping processes[2]. Automated solid-phase oligodeoxynucleotide synthesizers employ 5'-protected deoxynucleosides linked to a controlled pore glass, known as CPG, that support at the 3' end via a chemically cleavable linker. The phosphoramidite or solid-phase approach uses deoxynucleosides (dA, dC, dG and dT), ribonucleosides (A, C, G and U), modified nucleosides as building blocks in the synthesis. This technique is commonly utilized in modern laboratory operations due to its great efficiency and low cost of production of oligomers with defined structure.