

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

2. Phytodrugs, analysis of russian federation pharmaceutical market. (2017). Research Result. Medicine and Pharmacy, 3(4). <https://doi.org/10.18413/2313-8955-2017-3-4-30-38>
3. Технология лекарств промышленного производства: учебник для студ. высш. учеб. завед.: перевод с укр.: в 2 ч. Ч.1; перевод с укр. яз. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко и др. Винница: Новая Книга, 2014, С. 525-526.
4. Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Ягольник Е.А., Музафаров Е.Н. Взаимодействия флавоноидов с мембранами: участие комплексов флавоноид-металл в передаче сигналов рафта. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes, vol. 1838, нет. 5, стр. 1235–1246, 2014.
5. Г. Хуссейн, Л. Чжан, А. Расул и др., «Роль флавоноидов растительного происхождения и их механизм в ослаблении болезней Альцгеймера и Паркинсона: обновление последних данных», Molecules, vol. 23, нет. 4, стр. 1–26, 2018.
6. Chaves, J. O., de Souza, M. C., da Silva, L. C., & Lachos-Perez, D. (2020). Extraction of Flavonoids From Natural Sources Using Modern Techniques. Frontiers in Chemistry, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2020.507887>
7. Rodríguez De Luna, S. L., Ramírez-Garza, R. E., & Serna Saldívar, S. O. (2020). Environmentally Friendly Methods for Flavonoid Extraction from Plant Material: Impact of Their Operating Conditions on Yield and Antioxidant Properties. The Scientific World Journal, 2020, 6792069. <https://doi.org/10.1155/2020/6792069>
8. Alara, O. R., Abdurahman, N. H. & Ukaegbu, C. I. Soxhlet extraction of phenolic compounds from Vernonia cinerea leaves and its antioxidant activity. J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants 11, 12–17 (2018).
9. F. Santi, C. Obem, V. Caetano et al., “Analysis of polyphenols in brewer’s spent grain and its comparison with corn silage and cereal brans commonly used for animal nutrition,” Food Chem, vol. 239, pp. 385–401, 2018.
10. Karak P. Biological activities of flavonoids: An overview //Int. J. Pharm. Sci. Res. – 2019. – Т. 10. – №. 4. – С. 1567-1574.

ӘОЖ 578

ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ФОТОСИНТЕТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРҒА ӘСЕРІ

Қабдраш Инжу Жанатқызы

inzhu.kabdrash@bk.ru

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

Ғылыми жетекші- Масалимов Жаксылық Каирбекович, PhD доцент

Жапырақ фотосинтезіне өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсер ететін НТ стрессі қатты әсер етеді. Хлоропласт ішінде тилакоидты мембраналарда болатын II фотосистема ГТ-ға өте сезімтал, ал тилакоидты мембрананың зақымдануы электрондардың фотосинтетикалық тасымалдануын, аденозинтрифосфат фосфатының синтезін және фотохимиялық реакциялардың өзгеруін төмендетеді. Сонымен қатар, ГТ оттегінің белсенді түрлерінің (ROS) өндірісін арттырады, соның ішінде супероксид радикалы (O_2^-), сутегі асқын тотығы (H_2O_2), және липидтердің асқын тотығуы, бұл мембраналық зақымданудың жоғарылауына әкеледі. Жоғары температуралық стресс сонымен қатар тилакоидты мембраналардың ісінуі мен тығыздығын тудырады, бұл хлорофилл II жарық жинайтын кешеннің II фотосистеманың негізгі кешенінен физикалық бөлінуіне әкеледі [1]. Жоғары сатыдағы өсімдіктер қозғалмайтын болғандықтан, жоғары немесе төмен температура, су стрессі, тұздану, металдардың уыттылығы және т.б. сияқты бірқатар стресстерден қорғаудың үлкен

қажеттілігін сезінеді. Ең көп зерттелген осындай стресстердің бірі-фотосинтетикалық аппаратқа қатты зақым келтіретін жоғары температура. Фотосинтез ыстыққа сезімтал процестердің бірі екені белгілі және басқа стресс белгілері анықталғанға дейін жоғары температурамен толығымен тежелуі мүмкін [2].

Фотожүйе (PSI және PSII), фотосинтетикалық пигменттер, CO₂ қалпына келтіру жолы және электронды тасымалдау тізбегі Фотосинтездің маңызды компоненттері болып табылады және кез келген бөліктің зақымдануы бүкіл фотосинтезге әсер етеді [5]. Олардың ішінде Фотосистема II (PSII) фотосинтетикалық аппараттың ең ыстыққа сезімтал компоненті ретінде сипатталған [3].

Қолайсыз жарық пен температура жағдайында ең көп зардап шеккен жасушалық бөлімдер хлоропластар болып табылады. Стресстік жағдайлар фотосинтетикалық электронды тасымалдау тізбегінің (FEC) өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. II (PSII) фотосистемада артық энергия хлорофиллдің үштік күйін тудыруы мүмкін, ол O₂ қозу энергиясын ¹O₂ түзе алады. Абиотикалық стрессте I (PSI) фотосистемасының шамадан тыс қалпына келуі де орын алады, нәтижесінде O₂⁻ содан кейін H₂O₂ пайда болады. H₂O₂ болуы OH пайда болуына әкеледі радикалды нүктеол. Артық мөлшерде пайда болған ROS хлоропласттардың ішіндегі немесе хлоропласттардан H₂O₂ енетін цитозолдағы липидтер мен басқа молекулаларды тотықтыруға қабілетті. ROS генерациясы өсімдіктердің метаболизміне екі жолмен әсер етеді: тотығу-тотықсыздану сигнал беру жолдары арқылы немесе ROS жинақталуының экстремалды деңгейінде жасуша компоненттерінің аз спецификалық цитотоксикалық зақымдануы арқылы. Әдістердің әрқайсысы трансдукцияны және кейінгі физиологиялық реакцияны анықтайды. Бұл реакциялар стресстің түріне, оның қарқындылығына, ұзақтығына, сондай-ақ түрге және оның өмірлік стратегиясына байланысты өзгереді [4].

Жоғары температура өсімдіктердің қалыпты өсуін шектейді, бұл өсімдіктердің морфологиясында, анатомиясында, физиологиясында, биохимиясында және фенологиясында бірқатар өзгерістер тудырады. Өсімдіктер жоғары температурада фотоингибилизацияға бейім. Жоғары температурадағы стресс электрондардың фотосинтетикалық тасымалдануына және жапырақтардағы фотосинтетикалық фосфорлануға әсер етіп қана қоймай, сонымен қатар фотосинтетикалық аппаратты зақымдады [6].

Хлорофилл фотосинтез үшін жарық түсіруде шешуші рөл атқарады. Хлорофилл а мен хлорофилл в арақатынасы стресс кезінде өзгеріп, өсімдіктің жарық түсіру қабілетіне әсер етуі мүмкін. Пигмент қатынасындағы бұл өзгерістер жалпы фотосинтезге теріс әсер етеді. Тотығу стрессі, электронды тасымалдау тізбегінің бұзылуы, пигменттердің деградациясы, ферменттер белсенділігінің өзгеруі және энергетикалық теңгерімсіздік, сайып келгенде, құрғақшылық пен жоғары температура жағдайында Өсімдіктердің өсуіне, өнімділігіне және жалпы өсімдік денсаулығына әсер етеді. Стресс кезінде оттегінің белсенді түрлерінің (ROS) жасушаішілік деңгейінің жоғарылауы мембраналық липидтердің асқын тотығуына және мембраналардың күйіп кетуіне әкелуі мүмкін. Біріктірілген стресс нәтижесінде липидтердің асқын тотығуы электролиттердің ағуы арқылы мембрананың зақымдалуына әкеледі. Азот алмасуына қатысатын ферменттердің белсенділігі жылу мен құрғақшылықтың аралас әсеріне байланысты айтарлықтай төмендеді. Еритін ақуыз қоректік зат ретінде ғана емес, сонымен қатар маңызды осмостық реттеуші ретінде де әрекет етеді. Оның жиналуы жасушалардың суды ұстап тұру қабілетін тиімді арттыра алады. Хуссейн (2019) және басқалардың айтуынша, құрғақшылық, жылу және аралас құрғақшылық пен жылу стрессі жағдайында еритін ақуыз концентрациясы төмендеді. Құрғақшылық пен жоғары температуралық стресс сонымен қатар сіңіргіш көздің тепе-теңдігін бұзады, қартаюды және жапырақтар мен репродуктивті мүшелердің түсуін тездетеді [7].

PSII-ден айырмашылығы, бұрынғы зерттеулер PSI қараңғыда жылу стрессі жағдайында тұрақты екенін көрсетті. Сонымен қатар, бірқатар хабарламалар хлоропласт ұйымының жылу зақымдануы және psii фотохимиясының тежелуі орын алатын температура диапазонындағы оқшауланған хлоропластарда PSI арқылы жүретін электронды тасымалдау реакцияларының айқын және айтарлықтай жоғарылауын көрсетті [8].

Фотосистема II (PSII) әдетте фотосинтетикалық мембраналардың термиялық инактивациясының негізгі мақсаты болып саналады. Шынында да, бірқатар *in vitro* зерттеулер PSII фотохимиялық белсенділігінің айтарлықтай тежелуін және хлоропласт мембраналарында және әртүрлі PSII препараттарында жылу әсерінен оттегінің бөлінуін көрсетті. Бұл әсерлер PSII донорындағы /немесе акцепторлық жағындағы жоғары температураға тәуелді өзгерістерге байланысты болды. Қыздырудан туындаған ұқсас psii инактивация процестері зақымдалмаған жапырақтарда да орын алатыны хабарланды, дегенмен PSII термиялық тұрақтылығы және қыздырудан туындаған PSI зақымдануының ауырлығы өсімдік генотипіне қатты тәуелді болуы мүмкін. Жылу стрессі жағдайында PSII донорлық жағының зақымдануы синглетті оттегінің пайда болуымен байланысты болуы мүмкін деген болжам жасалды [9].

Фотожүйе II (FSII)-үлкен пигмент-акуыз кешені. Цианобактерияларда, балдырларда және өсімдіктерде тилакоидты мембраналарда 25-тен астам суббірліктер, соның ішінде реакция орталықтары (PQ), оттегі бөлетін кешен (ОЖЖ) және жарық жинайтын хлорофилл a/b антенна кешені (БАК). Сонымен қатар, FSII кешенінің маңызды ерекшелігі-көптеген молекулалық салмағы 15 кДа-дан төмен көптеген төмен молекулалық (НМ) акуыздардың болуы. Бұл шағын молекулалы акуыздар димеризацияға, жинақтауға, электронды тасымалдауға және PSII акуыздарының фосфорлануы [10]. Фотосинтетикалық реакциялардың қозғаушы күші болып табылатын жарық энергиясы фотосинтетикалық қабілеттен асып кетсе, фотоингибиру деп аталатын ФСII фотохимиялық белсенділігінің жарық индукцияланған төмендеуі орын алады. Энергия берудегі және электронды тасымалдаудағы шектеулер ROS түзілуіне әкеледі. Энергияның берілуін шектеу FSII антенна кешенінде хлорофилл сіңірген артық энергия зарядтарды бөлу арқылы FSII реакция орталығында толық пайдаланылмаған кезде пайда болады. Бұл жағдайда жалғыз хлорофилл зиянды триплет хлорофилліне айналуы мүмкін. Үштік хлорофиллдің пайда болуын болдырмау үшін синглетті хлорофиллді қыздыру арқылы сөндіруге тікелей ксантофилдер немесе жанама түрде Psbs көмегімен lhcb акуызын қайта құру арқылы қолдау көрсетіледі [11]. FSII акцепторлық жағы жылудың зақымдануының негізгі орны болып табылады, FSII донорлық жағындағы оттегі шығаратын кешен (ОЕС) бидайдағы FSII -нің ең сезімтал құрамдас бөлігі ретінде анықталды. Дегенмен, FSII тікелей жылу зақымдануының нақты маңыздылығы жиі күмән тудырады, өйткені ол салыстырмалы түрде жоғары температурада болады. Рубиско белсенділігінің қайтымды төмендеуі, жоғарыда аталған басқа қайтымды процестермен бірге, әдетте, орташа жылу стрессінен туындаған таза ассимиляция жылдамдығының төмендеуін жақсы түсіндіре алады. Сондықтан фотосинтездің қараңғы фазасы сезімтал болып саналады, ал тилакоидты мембраналарда жүретін процестер орташа жоғары температураға төзімді. Алайда, бұл жоғары температураның әсер ету механизміне өте үстірт көзқарас. Кем дегенде, рубисконың инактивациясы температура көтерілген кезде H^+ үшін тилакоидты мембраналардың өткізгіштігін арттыру арқылы АТФ синтезінің төмендеуінің нәтижесі болуы мүмкін екендігі көрсетілген. Сонымен қатар, Кальвин-Бенсон циклінің ферменттерінің белсенділігі НАДФ + /НАДФН қатынасымен және тиоредоксин/ферредоксин жүйесі арқылы реттеледі, сондықтан ферменттердің активтенуі тилакоидты компоненттердің тотығу-тотықсыздану күйіне қатты тәуелді. Сонымен қатар, фотосинтетикалық электронды тасымалдау тізбегі, егер ол жақсы реттелмеген болса, бүкіл жасуша үшін теріс салдары бар белсенді оттегі түрлерінің маңызды көзі бола алады. Сондықтан тилакоидтық реакцияларға баса назар аудару өте орынды және өсімдіктердің ыстыққа төзімділігін түсіну үшін маңызды ақпарат бере алады [12].

Қорыта келе, өсімдіктер фотосинтезді жарық энергиясын CO_2 бекіту үшін қолданылатын химиялық энергияға айналдыру үшін пайдаланады. Алайда, артық жарық энергиясы I және II (FSI және FSII) фотосистемалардың фотоингибилизациясын тудыруы мүмкін. Қалыпты өсу температурасында PSI әдетте жабайы типтегі өсімдіктерде тұрақты, жарқын жарықта фотоингибируге төзімді. Дегенмен, табиғи далада жапырақтар әдетте айнымалы жарыққа ұшырайды. Жарық қарқындылығының тез төмендеуі фотоингибирусіз CO_2 бекіту жылдамдығын төмендетеді. Жарық қарқындылығының кенеттен жоғарылауымен FSII-ден FSI-ге электрондар ағыны тез өсті Нәтижесінде FSII -ден FSII-ге тасымалданатын

электрондарды бастапқы метаболизм кезінде бірден пайдалану мүмкін емес, бұл FSI электронды тасымалдаушыларының шамадан тыс азаюына әкеледі. FSI-де түзілген супероксид пен жалғыз оттегі FSI перифериялық компонентіне шабуыл жасайды және осылайша FSI фотоингибируін тудырады [13].

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Djanaguiraman, M., Narayanan, S., Erdayani, E. et al. Effects of high temperature stress during anthesis and grain filling periods on photosynthesis, lipids and grain yield in wheat. *BMC Plant Biol* 20, 268 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02479-0>
2. Daymi Camejo, Pedro Rodríguez, M Angeles Morales, José Miguel Dell'Amico, Arturo Torrecillas, Juan José Alarcón, High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility, *Journal of Plant Physiology*, Volume 162, Issue 3, 2005, Pages 281-2893, ISSN 0176-1617, <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.07.014>.
3. Berry J, Bjorkman O: Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher-plants. *Annu Rev Plant Physiol*. 1980, 31: 491-543. 10.1146/annurev.pp.31.060180.002423.
4. Renata Szymańska, Ireneusz Ślesak, Aleksandra Orzechowska, Jerzy Kruk, Physiological and biochemical responses to high light and temperature stress in plants, *Environmental and Experimental Botany*, Volume 139, 2017, Pages 165-177, ISSN 0098-8472, <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.05.002>.
5. Zhu, J.K. Abiotic Stress Signaling and Responses in Plants. *Cell* **2016**, 67, 313–324.
6. Ji W, Luo H, Song Y, Hong E, Li Z, Lin B, Fan C, Wang H, Song X, Jin S, et al. Changes in Photosynthetic Characteristics of *Paeonia suffruticosa* under High Temperature Stress. *Agronomy*. 2022; 12(5):1203. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051203>
7. Kathirvel, A.K., Karuppasami, K.M., Dhashnamurthi, V. et al. Enhancement of grain yield in rice under combined drought and high-temperature stress conditions by maintaining photosynthesis through antioxidant enzyme activities by melatonin. *Plant Physiol. Rep.* (2024). <https://doi.org/10.1007/s40502-023-00773-1>
8. Yan K, Chen P, Shao H, Shao C, Zhao S, Brestic M (2013) Dissection of photosynthetic electron transport process in sweet sorghum under heat stress. *PLoS ONE* 8:e62100
9. Ivanov, A.G., Velitchkova, M.Y., Allakhverdiev, S.I. et al. Heat stress-induced effects of photosystem I: an overview of structural and functional responses. *Photosynth Res* **133**, 17–30 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11120-017-0383-x>
10. Yang-Er Chen, Chao-Ming Zhang, Yan-Qiu Su, Jie Ma, Zhong-Wei Zhang, Ming Yuan, Huai-Yu Zhang, Shu Yuan, Responses of photosystem II and antioxidative systems to high light and high temperature co-stress in wheat, *Environmental and Experimental Botany*, Volume 135, 2017, Pages 45-55, ISSN 0098-8472, <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.12.001>.
11. Ruban, A. V., Johnson, M. P., and Duffy, C. D. P. (2012). The photoprotective molecular switch in the photosystem II antenna. *Biochim. Biophys. Acta* 1817, 167–181. doi: 10.1016/j.bbabi.2011.04.007
12. Brestic, M., Zivcak, M., Kunderlikova, K. et al. High temperature specifically affects the photoprotective responses of chlorophyll b-deficient wheat mutant lines. *Photosynth Res* **130**, 251–266 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11120-016-0249-7>
13. Tan, SL., Yang, YJ. & Huang, W. Moderate heat stress accelerates photoinhibition of photosystem I under fluctuating light in tobacco young leaves. *Photosynth Res* **144**, 373–382 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11120-020-00754-7>