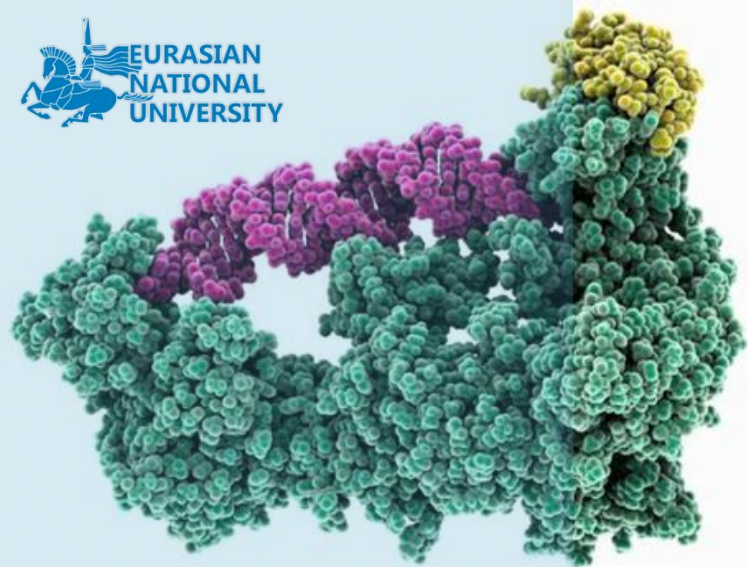


ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ



Л. Н. ГУМИЛЕВА АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Л. Н. ГУМИЛЕВА

АСТАНА, ҚАЗАҚСТАН
14 СӘУІР 2023 ЖЫЛ

АСТАНА, КАЗАХСТАН
14 АПРЕЛЯ 2023 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, А.Ж. Акбасова, С.Б. Жангазин, Н.Н. Иқсат.

«Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» халықаралық ғылыми форумының баяндамалар жинағы. – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2023. – 298 б., қазақша, орысша, ағылшынша.

Сборник материалов международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». – Астана. Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2023. – 298 с., казахский, русский, английский.

ISBN 978-601-337-847-3

Жинақ «Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» атты халықаралық ғылыми форумына 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.



УДК 57
ББК 28
О-58

©Коллектив авторов, 2023
©Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2023

19. Yang J. et al. Prevention of Apoptosis by Bcl-2: Release of Cytochrome c from Mitochondria Blocked // Science. American Association for the Advancement of Science, 1997. Vol. 275, № 5303. P. 1129–1132.
20. Sun A.-Z., Guo F.-Q. Chloroplast Retrograde Regulation of Heat Stress Responses in Plants // Frontiers in Plant Science. 2016. Vol. 7.
21. Ambastha V. et al. Salt induced programmed cell death in rice: evidence from chloroplast proteome signature // Functional Plant Biol. 2021. Vol. 48, № 1. P. 8–27.
22. Bruggeman Q. et al. Chloroplast Activity and 3'phosphadenosine 5'phosphate Signaling Regulate Programmed Cell Death in Arabidopsis // Plant Physiology. 2016. Vol. 170, № 3. P. 1745–1756.
23. Kim C. et al. Chloroplasts of Arabidopsis Are the Source and a Primary Target of a Plant-Specific Programmed Cell Death Signaling Pathway // The Plant Cell. 2012. Vol. 24, № 7. P. 3026–3039.
24. Van Aken O., Van Breusegem F. Licensed to Kill: Mitochondria, Chloroplasts, and Cell Death // Trends in Plant Science. Elsevier, 2015. Vol. 20, № 11. P. 754–766.
25. Zhao Y. et al. Malate transported from chloroplast to mitochondrion triggers production of ROS and PCD in Arabidopsis thaliana // Cell Research. 2018. Vol. 28, № 4. P. 448–461.
26. Gaschler M.M., Stockwell B.R. Lipid peroxidation in cell death // Biochemical and Biophysical Research Communications. 2017. Vol. 482, № 3. P. 419–425.
27. Stockwell B.R. et al. Ferroptosis: A Regulated Cell Death Nexus Linking Metabolism, Redox Biology, and Disease // Cell. Elsevier, 2017. Vol. 171, № 2. P. 273–285.
28. Gao M. et al. Ferroptosis is an autophagic cell death process // Cell Research. 2016. Vol. 26, № 9. P. 1021–1032.
29. Hou W. et al. Autophagy promotes ferroptosis by degradation of ferritin // Autophagy. Taylor & Francis, 2016. Vol. 12, № 8. P. 1425–1428.
30. Riegman M. et al. Ferroptosis occurs through an osmotic mechanism and propagates independently of cell rupture // Nature Cell Biology. 2020. Vol. 22, № 9. P. 1042–1048.

УДК 578

ӨСІМДІКТЕРДІҢ ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӘСЕРІНЕН ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ

Қабдраш Инжу Жанатқызы, Масалимов Жаксылық Каирбекович
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
inzhuzhanatkyzy@gmail.com

Жоғары температура (НТ) стрессі бүкіл әлемдегі өсімдіктердің өсуін, метаболизмін және өнімділігін шектейтін негізгі экологиялық стресс болып табылады. Өсімдіктердің өсуі мен дамуы температураға сезімтал көптеген биохимиялық реакцияларды қамтиды [1]. Температуралық өзгерістерді қабылдау қабілетіне қарай организмдерді осылай бөлінеді: +15°C-тан төмен температурада өмір сүретін және көбейетін психрофилдер, олардың кейбіреулері -20°C-қа дейінгі температурада метаболиттік белсенділікті сақтайды; +15-тен +40°C-қа дейінгі температурада өмір сүруге ыңғайлы мезофилдер; және өздерін жақсы көрсететін термофилдер +50-ден +60°C-қа дейінгі температурада (орташа термофилдер). Гипертермофилдер (немесе экстремалды термофилдер) термині +80°C-тан жоғары оңтайлы өсу қарқыны бар организмдер үшін қолданылады [2].

Сонымен қатар, Vollenweider, P., and Günthardt-Goerg, M. S зерттеуінде жоғары температурада жапырақтар мен сабақтардың күйіп қалуы, жапырақтардың түсуі және қартаюы, тамырдың өсуін тежеу немесе жемістердің зақымдануы сияқты әртүрлі физиологиялық зақымданулар байқалды, бұл кейіннен өсімдік өнімділігінің төмендеуіне әкеледі [3]. Жоғары температурадағы стресс жасушалардың ультрақұрылымына, әсіресе стресс белгілеріне жиі бағаланатын хлоропластарға қатты әсер етеді. Хлоропластардағы тилакоидты мембраналардың кез келген жылу зақымдануы хлорофиллдің жоғалуына әкеледі деп күтілуде [4].

Құрғақшылық ықпал ететін морфоанатомиялық ерекшеліктерге қарамастан, физиологиялық және биохимиялық шектеулер өсімдік өнімділігіне көбірек әсер етуі мүмкін. Құрғақшылық фотосинтезге және тыныс алуға, өсімдіктердің энергия алмасу түйіндеріне теріс әсер етеді. Фотосинтез су стрессіне әсер ететін негізгі процестердің бірі болып табылады, өйткені фотосинтез және транспирация жылдамдығы топырақтың салыстырмалы ылғалдылығының төмендеуімен төмендейді [5]. Температураның жоғарылауымен тыныс алу тез артады және өте төзімді температуранан кейін күрт төмендейді. Фотосинтез тыныс алу процесіне қарағанда салыстырмалы түрде аз сезімтал, бірақ оның төмендеу сипаты тыныс алуға ұқсас. Ферментативті реакциялардың орташа жылдамдығы диапазондағы әрбір 10°C температураның жоғарылауымен екі есе артады. Көптеген ферменттердің құрылымдық тұтастығы мен белсенділігі үшін оңтайлы температура 30-45°C аралығында болады; және ферменттер термофильді организмдерді қоспағанда, 60°C-тан жоғары температурада қайтымсыз денатурацияланады және инактивацияланады. Осылайша, әрбір өмірлік процестің салыстырмалы критикалық немесе өлімге әкелетін температурасы болады, содан кейін ол жүре алмайды және жасуша құрылымдарына қайтымсыз зақым келтіреді, сайып келгенде, жасуша мен өсімдіктің өліміне әкеледі [6].

Өсімдіктердегі ең күрделі физиологиялық процесс ретінде фотосинтез көптеген компоненттерді қамтиды, соның ішінде CO₂ қалпына келтіру жолдары, фотосинтетикалық фотосистемалар және электронды тасымалдау жүйесі [7]. Фотосинтез жапырақ температурасының жоғарылауымен жоғарылайды, оңтайлы температурада максимумға жетеді, содан кейін температураның CO₂ фотосинтетикалық бекітілуіне және фототыныс алу және митохондриялық тыныс алу кезінде CO₂ бөлінуіне әсерін көрсетеді. Алайда, өсу температурасының тұрақты көтерілуінен кейін өсімдіктердің көпшілігі фотосинтетикалық сипаттамаларын реттей алады немесе "бейімдей" алады [8-9]. Жалпы алғанда, фотосинтез-бұл жоғары температураның әртүрлі тәсілдермен әсер етуі немесе өзгеруі мүмкін жоғары термолабильді процесс. Фотосинтездің негізгі температуралық реакциясы жақсы құжатталған және түрлердің немесе биомдардың айырмашылығына негізделген вариацияларды қоспағанда, өсімдіктердің барлық түрлерінде айтарлықтай сақталады. Температураның жоғарылауын сезінгенде, акклиматизация оған жоғары температурада көміртекті тиімдірек бекітуге мүмкіндік береді [10]. Қалыпты өсу жағдайында хлорофиллдің синтезі мен деградациясы тепе-теңдікке жетеді және бұл молекуланың деңгейі тұрақты болып қалады. Керісінше, өсімдіктер экологиялық күйзеліске ұшыраған кезде, соның ішінде жылу, хлорофилл мөлшері азаяды, бұл жапырақтардың қартаюына немесе хлорозға әкеледі [11].

Өсімдіктердің өсуі тыныс алу кезінде фотосинтетикалық ассимиляция CO₂ және CO₂ секрециясы арасындағы қатынаспен анықталады. Өсімдік жасушаларының көміртегі алмасуының модуляциясы фотосинтез бен тыныс алу арасындағы тепе-теңдікке байланысты. Тыныс алу жиілігі тыныс алу өнімдерін (аденозинтрифосфат - АТФ, никотинамид адениндинуклеотид - НАДН) және өсімдіктердің өсуіне ықпал

ететін трикарбон қышқылы циклінің аралық өнімдерін пайдаланатын процестермен реттеледі. Қатты құрғақшылық кезінде фотосинтез толығымен бұзылуы мүмкін болса да, тыныс алу жиілігі жоғарылауы мүмкін [12]. Жылу стрессіндегі өсімдіктер сонымен қатар олардың стресстік реакциясын реттейтін бірнеше гормондардың биосинтезін арттырады. Температураның жоғарылауы сияқты гормондардың биосинтез жолдарын ынталандырады ауксиндер, салицил қышқылы (СК), брассиностероидтар (БР), цитокинин (ЦК), және этилен (ЭТ), бұл өсімдік жасушаларында жоғары жинақталуы жылу стрессіне төзімділігіне әкеледі [13].

Сонымен қатар, жылу стрессіне жауап ретінде әртүрлі физиологиялық модификациялар жасуша мембранасына зақым келтіруі мүмкін. Жылу стрессінің әсері мембраналық ақуыздың денатурациясы және ферменттің инактивациясы нәтижесінде жасуша мембранасына зақым келтіреді, бұл жасуша мембранасының өткізгіштігі мен тұтастығының бұзылуына әкеледі, ион ағынының төмендеуіне, электролиттердің ағып кетуіне, судың салыстырмалы құрамының өзгеруіне, улы қосылыстардың түзілуіне және гомеостаздың бұзылуына әкеледі. бұл жасушалардың өміршеңдігінің төмендеуіне әкеледі. Жасушалардың өміршеңдігінің төмендеуі өсімдіктердің өсуін тоқтатып, жапырақтардың құрап қалуына, жапырақтардың түсуіне және жапырақ аймағының азаюына әкеледі [14].

Биологиялық мембраналар-липидтер мен ақуыздардың құрылымынан тұратын жоғары реттелген құрылымдар. Температураның жоғарылауы липидтердің құрамындағы өзгерістерді және/немесе липидтер мен арнайы мембраналық ақуыздар арасындағы өзара әрекеттесуді қамтитын біртұтас әсердің арқасында осы мембраналардың қасиеттерін, соның ішінде олардың өтімділігі мен өткізгіштігін тікелей және тиімді өзгерте алады. Соңына келгенде, жоғары температура микродомендердің қайта құрылуын өзгерте алады және қоршаған орта сигналдарын төменгі сигналдық жолдарға лезде жібере алады [15]. Жасушалар липидтердің қанығуын және май қышқылдарының ұзындығын нақты уақыт режимінде бақылау арқылы қоршаған орта температурасының өзгеруімен күресу үшін мембраналардың сұйықтығын қалпына келтіреді [16]. Температурамен тығыз байланысты липидті мембрана қос қабаттарының химиялық құрылымы ғана емес, липидтердің молекулалық қозғалысының көптеген түрлері (соның ішінде өз осьтерінің айналасында айналу, моноқабат ішіндегі бүйірлік диффузия және екі моноқабат арасындағы ауысу) мембрананың физикалық қасиеттерімен байланысты температураға да қатты тәуелді [17].

Өсімдіктердегі судың алмасуы, әдетте, қоршаған орта температурасының өзгеруімен ең тұрақсыз болып шығады. Жоғары температура өсімдік тіндерінің сусыздануына әкеліп соқтырады, содан кейін өсімдіктердің өсуі мен дамуын шектейді [18]. Алайда, өтпелі немесе жеңіл жылу соққысы кезінде өсімдіктер судың жоғалуы мен жылу шығынын теңестіру үшін тыныс алу мен транспирация жылдамдығын реттейді. Жасуша ішіндегі осмостық қысымды реттеу үшін жылу соққысы кезінде еритін көмірсулар мен ақуыздардың деңгейі де өзгереді [19]. Жоғары температура жасушадағы судың жоғалуына әкеледі, бұл жасушаның көлемін және қорынтындылай келгенде өсуін азайтады [20-21].

Құрғақшылыққа төзімділік өсімдіктердің құрғақшылықтың стресстік жағдайларынан туындаған қатал жағдайларда өмір сүру немесе өсу қабілетін білдіреді. Бұл қабілет өсімдіктердің өсуі мен дамуы үшін белгілі бір мекендеу орындарына бейімделуіне мүмкіндік беретін әртүрлі деңгейдегі бейімделумен байланысты күрделі қасиет болып табылады [22].

Жалпы алғанда, әртүрлі абиотикалық стресстерге ұшыраған өсімдіктер стресстік жағдайға жауап беру үшін үлкен стресс сигналын сезінеді. Құрғақшылықтан

туындаған негізгі сигнал гиперосмотикалық стресс болып табылады, оны көбінесе жай осмостық стресс деп атайды, ал тұзды стресс жасушаларға осмостық және иондық уытты әсер етеді. Құрғақшылық пен тұзды стресстің қайталама әсерлері күрделі және тотығу стресін қамтиды; мембраналық липидтер, ақуыздар және нуклеин қышқылдары сияқты жасушалық компоненттердің зақымдануы; метаболикалық бұзылулар [23].

Қорындай келе өсімдіктің физиологиялық өзгерістеріне: жоғары температура өсімдіктердің өсуін баяулатады, бұл қашудың ассимиляция жылдамдығына және осылайша өсімдіктің жалпы құрғақ массасына әсер етеді [24] және өсімдіктің фотосинезінің өнімділігіне кері әсерін тигізеді. Сонымен қатар, өсімдіктің минералды қоректік заттар, тыныс алуына талдаулар жасау керек.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. 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. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3676804/#b1-ijms-14-09643>
2. Catarina C. Nievola, Camila P. Carvalho, Victória Carvalho & Edson Rodrigues (2017) Rapid responses of plants to temperature changes, *Temperature*, 4:4, 371-405, DOI: 10.1080/23328940.2017.1377812
3. Vollenweider, P., and Günthardt-Goerg, M. S. (2005). Diagnosis of abiotic and biotic stress factors using the visible symptoms in foliage. *Environ. Pollut.* 137, 455–465.
4. F. Vacha, F. Adamec, J. Valenta, M. Vacha Spatial location of photosystem pigment-protein complexes in thylakoid membranes of chloroplast of *Pisum sativum* studied by chlorophyll fluorescence *Journal of Luminescence*, 122-123 (2007), pp. 301-303
5. Razi, K.; Muneer, S. Drought stress-induced physiological mechanisms, signaling pathways and molecular response of chloroplasts in common vegetable crops. *Crit. Rev. Biotechnol.* 2021, 41, 669–691.
6. Żróbek-Sokolnik A. Temperature stress and responses of plants. In: *Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change.* Ahmad P, Prasad MN V, editors. New York, NY: Springer New York; 2012. p. 113–134
7. Ashraf M, Harris PJC: Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica.* 2013, 51: 163-190. 10.1007/s11099-013-0021-6.
8. Berry J, Bjorkman O. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 31, 491–543.
9. Yamori W, Hikosaka K, Way DA. 2014. Temperature response of photosynthesis in C3, C4, and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. *Photosynthesis Research* 119, 101–117.
10. Bradley C Posch, Buddhima C Kariyawasam, Helen Bramley, Onoriode Coast, Richard A Richards, Matthew P Reynolds, Richard Trethowan, Owen K Atkin, Exploring high temperature responses of photosynthesis and respiration to improve heat tolerance in wheat, *Journal of Experimental Botany*, Volume 70, Issue 19, 1 October 2019, Pages 5051–5069, <https://doi.org/10.1093/jxb/erz257>
11. Hu Shanshan, Ding Yanfei, Zhu Cheng Sensitivity and Responses of Chloroplasts to Heat Stress in Plants, *Journal of Frontiers in Plant Science*, Volume 11, Issue 1664-462X, 2020, DOI=10.3389/fpls.2020.00375
12. Galmés, J.; Medrano, H.; Flexas, J. Photosynthetic limitations in response to water stress and recovery in Mediterranean plants with different growth forms. *New Phytol.* 2007, 175, 81–93.

13. Li, N.; Euring, D.; Cha, J.Y.; Lin, Z.; Lu, M.; Huang, L.J.; Kim, W.Y. Plant hormone-mediated regulation of heat tolerance in response to global climate change. *Front. Plant Sci.* 2021, 11, 2318.
14. Sethi VP, Dubey RK, Dhath AS. Design and evaluation of modified screen net house for off-season vegetable raising in composite climate. *Energy Conversion and Management.* 2009;50(12):3112-3128. DOI: 10.1016/j.enconman.2009.08.001
15. Niu, Y., & Xiang, Y. (2018). An Overview of Biomembrane Functions in Plant Responses to High-Temperature Stress. *Frontiers in plant science*, 9, 915. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00915>
16. Schroda, M., Hemme, D., & Mühlhaus, T. (2015). The Chlamydomonas heat stress response. *The Plant journal: for cell and molecular biology*, 82(3), 466–480. <https://doi.org/10.1111/tpj.12816>
17. Ruelland E., Zachowski A. (2010). How plants sense temperature. *Environ. Exp. Bot.* 69 225–232. 10.1016/j.envexpbot.2010.05.011
18. Atkinson NJ, Urwin PE (2012) The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. *J Exp Bot* 63:3523–3543. doi:10.1093/jxb/ers100
19. Wang L., Ma K.B., Lu Z.G., Ren S.X., Jiang H.R., Cui J.W., Chen G., Teng N.J., Lam H.M., Jin B. Differential physiological, transcriptomic and metabolomic responses of Arabidopsis leaves under prolonged warming and heat shock. *BMC Plant Biol.* 2020;20:86. doi: 10.1186/s12870-020-2292-y.
20. Johkan, M., Oda, M., Maruo, T., & Shinohar, Y. (2011). Crop Production and Global Warming. *Global Warming Impacts - Case Studies on the Economy, Human Health, and on Urban and Natural Environments.*
21. Kumar, S.; Kaur, R.; Kaur, N.; Bhandhari, K.; Kaushal, N.; Gupta, K.; Bains, T.S.; Nayyar, H. Heat-stress induced inhibition in growth and chlorosis in mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) is partly mitigated by ascorbic acid application and is related to reduction in oxidative stress. *Acta Physiol. Plant* 2011, 33, 2091–2101.
22. Larcher, W. Climatic constraints drive the evolution of low temperature resistance in woody plants. *J. Agric. Meteorol.* 2005, 61, 189–202
23. Mathivanan, S. (2021). Abiotic Stress-Induced Molecular and Physiological Changes and Adaptive Mechanisms in Plants. *Abiotic Stress in Plants.* doi: 10.5772/intechopen.93367
24. Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., and Foolad, M. (2007). Heat tolerance in plants: an overview. *Environ. Exp. Bot.* 61, 199–223. doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011

УДК 581.19

АБИОТИКАЛЫҚ СТРЕССТІҢ АРПА ӨСІМДІГІНДЕГІ ҚОРҒАНЫС ЖҮЙЕСІНЕ ӘСЕРІ

Алқуатова Ф.Н., Жангазин С.Б., Курманбаева А.Б.

Л. Н Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
falkuatova@gmail.com

Кіріспе. Арпа – дүние жүзіндегі ең маңызды дәнді дақылдардың бірі, өнеркәсіптің әртүрлі салаларын азық-түлікпен, жеммен және шикізатпен қамтамасыз етеді. Дегенмен, барлық тірі организмдер сияқты, арпа үнемі әртүрлі экологиялық стресс факторларына, соның ішінде температура ауытқуларынан туындаған абиотикалық стресске ұшырайды [1;2]. Температуралық күйзеліс арпаның өнуінен