

ӘОЖ 633.1

Ф.З. Замырбек, А.Қ. Сағынова, А.С. Нурмаханова, С.Д. Атабаева, С.С. Кенжебаева
 Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
 E-mail: fariza-91_91@mail.ru

Мыс иондарының және тұзды жағдайлардың арпа өсімдіктерінің (*Hordeum Vulgare L.*) өсу параметрлеріне және липидтерінің асқын тотығуына әсері

Бұл жұмыста арпаның (*Hordeum vulgare L.*) төзімді және төзімсіз 7 сорты (Арпа, Бастама, Одесская-100, Илек-42, Асем, Инкар, Сәуле) алынды, оларға мыс иондары мен тұзды жағдайлардың өсу параметрлері және биомассасына жеке және бірлескен әсері зерттелді. Зерттеу барысында арпа сорттарының ішінен мыс иондары мен тұзды жағдайлардың бірлескен әсеріне төзімді және төзімсіз сорттар сұрыпталды. Биомасса бойынша төзімді деп танылған Асем және Сәуле сорттарына, төзімсіз Одесская-100 сортына мыс иондары мен тұзды жағдайлардың липидтердің асқын тотығуына жеке және бірлескен әсері зерттелді. Мыс пен тұзды жағдайлардың арпа сорттарының липидтерінің асқын тотығуының ұлғаятындығы байқалды. Төзімсіз сорттарда липидтердің асқын тотығуы төзімді сорттарға қарағанда жоғары болды. Арпа сорттарының төзімділігі мен липидтердің асқын тотығуының арасында корреляция орнатылды.

Түйін сөздер: мыс, тұзды жағдай, биомасса, малон диальдегиді, липидтердің асқын тотығуы.

F.Z. Zamyrbek, A.K. Sagynova, A. S. Nurmahanova, S.D. Atabayeva, S.S. Kenzhebeyeva
The effect of copper and salinity on growth and lipid peroxidation in barley (*Hordeum vulgare L.*) leaves

It was studied the combined effect of copper and salinity on growth of different barley (*Hordeum vulgare L.*) varieties. It was determined the rate of lipid peroxidation in leaves different barley varieties under separate and combined effect of copper and salinity. It was established the most tolerant and sensitive to copper and salinity barley varieties.

Keywords: copper, salinity, biomass, malon dialdehyde, lipid peroxidation.

Ф.З. Замырбек, А.Қ. Сағынова, А.С. Нурмаханова, С.Д. Атабаева, С.С. Кенжебаева
**Влияние иона меди и засоления на рост и перекисное окисление липидов
 в листьях ячменя (*Hordeum vulgare L.*)**

Было исследовано совместное действие ионов меди и засоления на ростовые показатели различных сортов ячменя (*Hordeum vulgare L.*). Определена степень развития окислительного стресса через определение уровня перекисного окисления липидов в листьях ячменя различных сортов при раздельном и совместном действии ионов меди и засоления. Выявлены наиболее устойчивые и неустойчивые сорта.

Ключевые слова: медь, засоление, биомасса, малоновый диальдегид, перекисное окисление липидов.

Соңғы жылдары тұзды топырақтың ауыр металдармен ластануы еліміздің көп аймақтарында өзекті экологиялық проблемалардың бірі болып отыр. Өндіріс пен ауылшаруашылығында қазіргі заманауи технологиялардың дамуы қоршаған ортада ауыр металдардың мөлшерінің қалыпты мөлшерден бірнеше есе қарқынды артуына алып келеді. Топырақ пен сулы аймақтардың көп бөлігі, әсіресе Қазақстанның ірі қалалары мен өндіріс орындары ауыр металдармен ластанған. Шығыс

Қазақстан облысының топырағы Зыряновск, Лениногорск және Өскемендегі металлургиялық комбинаттардың ұзақ уақытты өндірісінің нәтижесінде Zn, Cd, Pb, Cu, Co ауыр металдарымен қатты ластанған. Сондай-ақ «Балхаш мыс» АҚ және «Жезқазған түсті мыс» АҚ сияқты мысты өндіру және өңдеу кәсіпорындарының территориялары мыспен ластанған [1].

Ауыр металдар ішінде қоршаған ортаға мыс металы артық мөлшерде көп әсерін тигізуде. Мыс токсикалығының ауыл шаруашылығына

да, сондай-ақ экологияға да тигізер зардабы көп. Мыспен ластаушылар қатарына тау-кен металлургия, қала, өнеркәсіп және ауылшаруашылық қалдықтары, сонымен қатар агрохимикаттар жатады [2].

Қазақстанның тағы да маңызды экологиялық проблемаларының бірі топырақтың тұздануы болып табылады. Егін өнімділігінің төмендеуі және алдын ала өңделмеген жерді пайдалану шектеулігіне әкеліп соғатын, егістік жерлердің сорлануы азық-түлік өндірісінің негізгі қиыншылықтарының біріне жатады. Егістік жерлердің тұздануы ауылшаруашылық өнімдердің калориясы мен құнарлық потенциалын шектейді. Бұл шектелулер дүниежүзінің инфрақұрылымы жеткіліксіз дамыған және де саясаттағы тұрақсыздық салдарынан азық-түлікпен қамтамасыз ету қиындығы орын алған елдерде едәуір шиеленіскен көрініске ие [3].

Қолайсыз жағдайлардың, ауыр металдардың әсерінен өсімдік организмінде болатын көптеген маңызды процестердің зақымдануы тотығу стресін туындатады. Бос радикалдар протеиндерді, аминқышқылдары мен нуклеин қышқылдарын зақымдап, липидтердің асқын тотығуына әкеледі. Ауыр металдар әсер еткенде липидтердің пероксидациялану индексі, тотығу стресінің дамуын көрсететін тиобарбитур қышқылы (ТБК) реакциясы өнімдері болып келеді. Мембрана липидтердің асқын тотығуы олардың функциясын және бүтіндігін бұза отырып, клетка функциясын қайтымсыз зақымдайды. Мембрананың дегенерациялануы себебі мыс әсерінен туындаған липидтердің асқын тотығуы болады. Органың өзгерісіне клетка функционалдық белсенділігін модификациялау, бейімделу арқылы білдіреді [4].

Макромолекулаларды зақымдайтын факторларға оттегінің активті түрлері жатады: синглеттік оттегі, супероксид-радикал, гидроксил-радикал, оттегінің асқын тотығы. Олардың концентрациясы құрғақшылық пен тұзды жағдайда көбейеді. Бұл жағдайда токсикалық эффектері иондардың тікелей әсерілермен байланыссыз. Олар екінші ретті процестермен байланысты – биополимерлер оттегінің активті түрлерімен байланысып, клетканы зақымдайды [5].

Осы мақсатпен біздің зерттеу жұмысымыз арпаның әртүрлі сорттарының мыс иондарының және тұзды жағдайлардың жеке және бірлескен әсеріне физиологиялық, биохимиялық жауап

реакцияларын идентификациялау болып табылады. Қазіргі таңда ауыр металл иондары мен тұздықтың бірлескен әсеріне өсімдіктің тұрақтылығының физиологиялық және биохимиялық механизмдерінің теоретикалық аспектілері толық зерттелмеген. Әсіресе бұл көріністер ауыл шаруашылық дақылдарына қатысты аз зерттелген. Зерттеу нәтижесінде мыс пен тұзды жағдайларға аса төзімді арпа сорттары анықталады және олардағы мыс пен тұзды жағдайларда тотығу стресінің даму деңгейлері айқындалды.

Зерттеу материалдары және әдістері

Зерттеу материалдары

Зерттеу объектілері ретінде арпаның Арна, Бастама, Одесская-100, Илек-42, Асем, Инкар, Сәуле сорттары пайдаланылды.

Зерттеу әдістері

Арпа сорттарының биометриялық параметрлеріне талдау жасау.

Ең алдымен, арпаның 7 түрлі сортын алып, $KMnO_4$ әлсіз ерітіндісімен 10 минут өңделді. Өңделген арпа дәндерін дистильденген суда 4 күнге өнуге қойып, 5-ші күні келесі нұсқалар бойынша ерітінділерге отырғызылды: бақылау; $NaCl$ – 50 мМ; $CuSO_4$ - 0,25 мМ; 50 мМ $NaCl+0,25$ мМ $CuSO_4$. Осы ерітінділерде 7 күн өсіріп, өсіп шыққан арпа өсімдігіне скрининг жүргізілді және сабағы мен тамырында биомасса жинақталуы анықталды. Арпа өсімдігінің әрқайсысының сабағының және тамырының ұзындықтарын және биомассасын анықтау үшін сабағы мен тамырының ылғал және құрғақ күйдегі салмақтары өлшенді. Құрғақ салмағын өлшеу үшін 3 сағатқа $105^{\circ}C$ термостатқа өсімдік мүшелері қойылды.

Липидтердің асқын тотығын 2-тиобарбитур қышқылы қатысында анықтау. Липидтердің асқын тотығын анықтауы 2-тиобарбитур қышқылы реакциясы нәтижесінде түзілетін малон диальдегидінің санын анықтау әдісіне негізделген. Малон диальдегидінің мөлшері шикі (сырой) массаның моль/г-на тең.

Малон диальдегиді мөлшері келесі формула бойынша есептеледі: $C=OP \cdot V \cdot \gamma / \varepsilon$, мұндағы, OP – оптикалық тығыздық, V – кювета сыйымдылығы, γ – сұйылту, ε – экстинкция коэффициенті $0,155$ мкМ/см² [6].

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Мыс пен тұзды жағдайдың арпа өсімдігінің өсу параметрлеріне бірлескен әсері

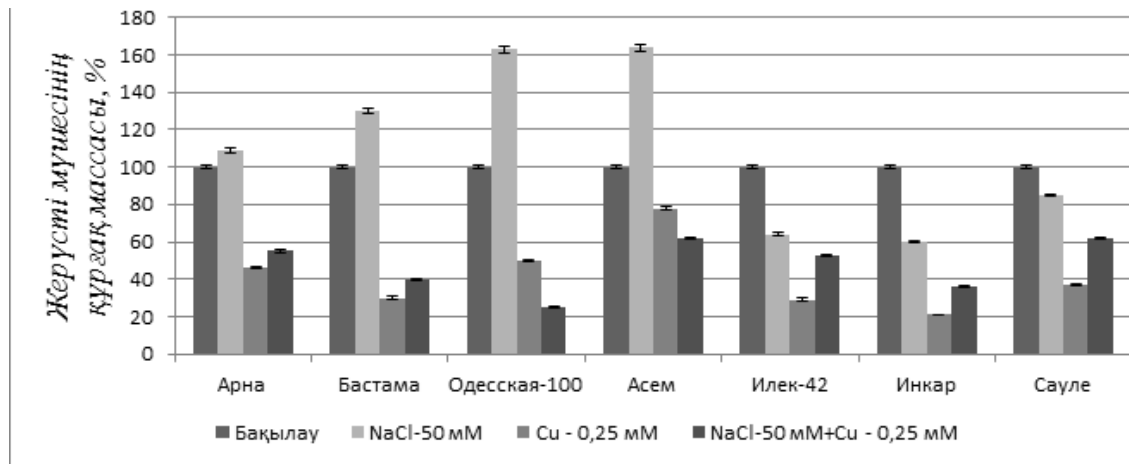
Тұзды жағдай (NaCl - 50 мМ) мен мыстың (0,25 мМ) бірлескен әсерінде өсімдіктің өсуі екі стрестің жеке әсерімен салыстырғанда азынаулақ ерекшеленді. Жерүсті мүшесінің өсуі деңгейі бойынша Сәуле (52%) мен Илек-42 (57%) сорттары төзімді болды. Инкар мен Арна сорттарының жерүсті мүшесінің өсуі жоғары деңгейде тежелді (67%-ға).

Зерттеуге алынған арпа сорттарының жерүсті мүшесінің төзімділік қатарын келесідей орналастыруға болады: Илек-42 (57%) > Сауле (52%) > Асем (47%) > Бастама (43%) > Одесская 100 (39%) > Инкар (33%) = Арна (33%).

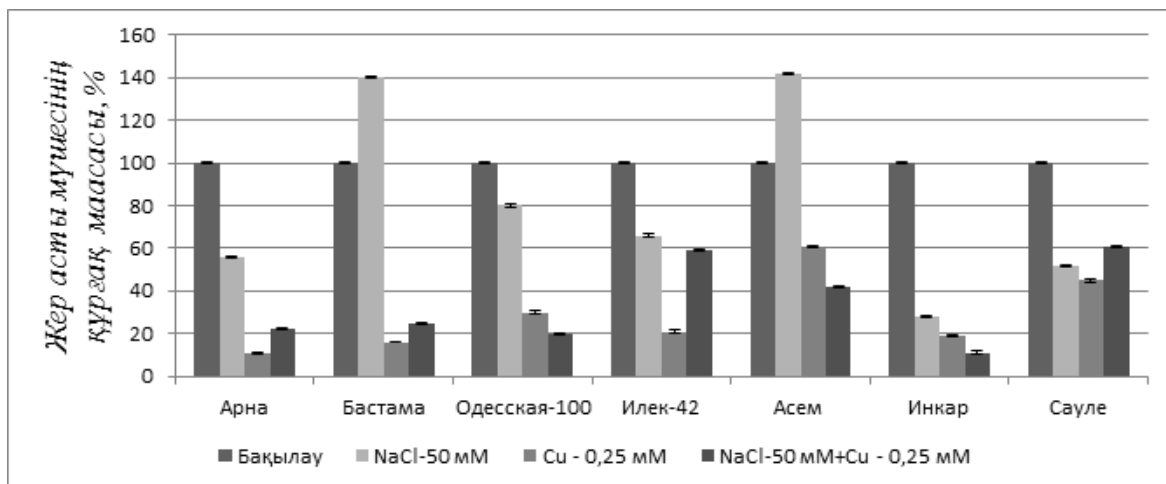
Арпа сорттары жерүсті мүшесінің биомасса жинақталуы бойынша келесі қатарда көрініс тапты: Асем (62%) = Сауле (62%) > Арна (55%) > Илек-42 (53%) > Бастама (40%) > Инкар (36%) > Одесская -100 (25%) (сурет 1).

Зерттеуге алынған арпа сорттары тамыр ұзындығы бойынша келесідей қатарда ажыратылды: Сауле (97%) > Илек-42 (81%) > Бастама (36%) > Одесская-100 (29%) > Инкар (16%) = Арна (16%) = Асем (16%).

Ал арпа сорттарының тамырының биомасса жинақталуын пайыздық мөлшеріне қарай келесі қатармен орналастырамыз: Сауле (61%) > Илек-42 (59%) = Асем (42%) > Арна (22%) > Бастама (25%) = Одесская -100 (20%) > Инкар (11%) (2-сурет).



1-сурет – Мыс пен NaCl-дың 7 күндік арпа өскіндерінің жерүсті мүшесінің биомассасына бірлескен әсері



2-сурет – Мыс пен NaCl-дың 7 күндік арпа өскіндерінің тамыр мүшесінің биомассасына бірлескен әсері

Осылайша, арпаның әртүрлі сорттарының өсу көрсеткіштеріне тұзды жағдай мен мыс иондарының бірлескен әсеріне скрининг жүргізу нәтижесінде Асем мен Сәуле сорттары төзімді, ал Инкар мен Одесская -100 сорттары төзімсіз болып шықты. Атап кету керек, Арна, Бастама, Илек-42, Инкар, Сәуле сорттарында тұзды жағдай мен мыстың бірлескен әсері мыстың жеке әсерінің тежеуін төмендетеді (1-сурет). Тек Одесская-100 сортында стрессорлардың бірлескен әсерінде өсудің тежелуі мыстың жеке әсерімен салыстырғанда ұлғаяды.

Липидтердің асқын тотығуына мыс иондары мен тұзды жағдайдың жеке және бірлескен әсері

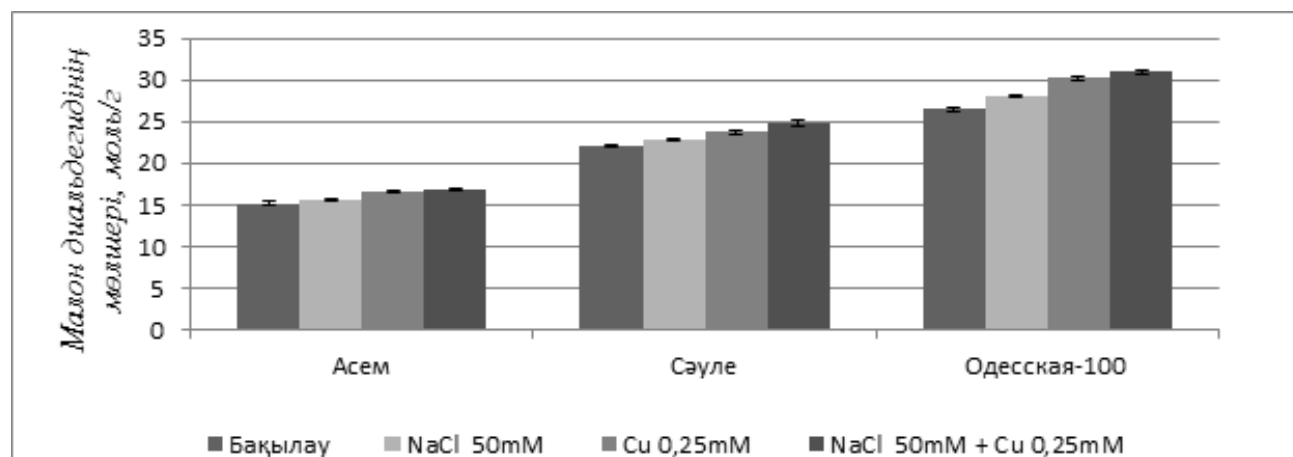
Биомасса бойынша төзімді деп танылған Асем және Сәуле сорттарына, төзімсіз деп танылған Одесская-100 сортына мыс пен тұзды

жағдайлардың липидтердің асқын тотығуына (ЛАТ) жеке және бірлескен әсері зерттелді.

Жұмыс нәтижесі бойынша NaCl-50 мМ концентрацияда бақылаумен салыстырмалы липидтердің асқын тотығы Одесская-100 сортында 6%-ға жоғарылады. Ал Асем сортында липидтердің асқын тотығының деңгейі тек 2%-ға жоғарылады. Оны мына қатардан байқауға болады: Одесская-100 (106%) > Сәуле (104%) > Асем (102%) (сурет 3).

3-суретте көрсетілгендей, мыс әсерінен (0,25 мМ) арпа сорттары липидтерінің асқын тотығу деңгейі бойынша келесідей қатармен орналасады: Одесская-100 (114%) > Асем (108%) > Сәуле (107%).

Ал, мыс иондары мен тұздың бірлескен әсерінде (50 мМ NaCl + 0,25 мМ Cu) ең сезімтал Одесская-100 сорты болды. Бұл қатарды келесідей орналастыруға болады: Одесская-100 (117%) > Сәуле (112%) > Асем (111%) (сурет 3).



3-сурет – Арпа сорттарындағы липидтердің асқын тотығуына тұзды жағдай мен мыс ионының жеке және бірлескен әсері

Сөйтіп, зерттеу нәтижесіне қарағанда ЛАТ бойынша ең төзімді Асем сорты болды. Онда ЛАТ тұзды жағдай мен мыстың бірлескен әсерінде 111%-ға көтерілді. Ал төзімсіз Одесская-100 сортында сол вариантта 117%-ға жоғарылады.

ЛАТ тотығу стрестің дамуын көрсетеді. Мембрана липидтердің асқын тотығуы олардың функциясын және бүтіндігін бұза отырып, клетка функциясын қайтымсыз зақымдайды. [6]. Басқа авторлардың зерттеулері бойынша, мыстың арпа өсімдігінің жерүсті мүшелерінің

липидтің асқын тотығуына әсері зерттелген. Ортада металдың концентрациясына байланысты мыс әсерінде ЛАТ деңгейі жоғарылаған. Кадмий әсеріне салыстырғанда мыстың ЛАТ деңгейінің айтарлықтай қатты жоғарылауына әсерін мыстың реактивті тотыққан қосындылардың түзілуін қамтамасыз ететін редокс-металл екендігімен түсіндіріледі [7-8]. Төзімді сорттарда тотығу стресске қарсы антиоксиданттық жүйе жақсы істейді. Антиоксиданттық жүйеге жататын ферменттердің (пероксидаза, каталаза, супероксид

сидисмутаза) активтігі төзімді өсімдіктерде ұлғаяды. Аскорбат және глутатион сияқты антиоксидантты қорғаныш жүйесінің басқа да компоненттері стресс жағдайында жоғарылайды [9].

Қорытынды

Мыс пен тұздықтың арпа өсімдігінің өсу параметрлеріне бірлескен әсері зерттелді, арпа сорттарының стрестік факторларға тұрақтылығына скрининг жүргізілді. Төзімді және төзімсіз арпа сорттары анықталды.

Әрбір стрестік факторлар арпа сорттарының өсу параметрлеріне әркілі әсер етті. Өсімдіктің жерүсті және тамыр мүшелері мыс әсеріне қатты сезімтал болды. Тұзды жағдайдың әсерінен тамырға қарағанда жерүсті мүшелерінің өсуі жоғары деңгейде тежелді. Мыс пен тұзды жағдайдың бірлескен әсері тура сол

концентрациялардың жеке әсерінің кері эффектісін одан сайын тереңдетті.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, NaCl мен мыс иондарының жеке және бірлескен әсерінде арпа сорттарының жерүсті және тамыр мүшелерінің өсуі мен биомасса жинақталуы тежелді. Сонымен, зерттеуге алынған стрестік факторларға барынша төзімді болған - Сәуле және Асем сорттары, ал сезімтал сорттар – Бастама және Одесская-100 болды. Орташа деңгейде тұрақтылық көрсеткен сорттарға Илек-42, Инкар мен Арна сорттарын жатқызуға болады.

Сондай-ақ биомасса бойынша төзімді Асем және Сәуле сорттарында малон диальдегидінің мөлшері төмен болды, ал Одесская-100 сорты төзімсіз болғандықтан малон диальдегидінің мөлшері жоғары болды. Бұл көрсеткіш арпа сорттарының стрестік әсерлерге қаншалықты мөлшерде ұшырағандығын көрсетеді.

Әдебиеттер

- 1 Пендиас К., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. Пер с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
- 2 Школьник М.Я. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. – АН СССР, 1950. – С. 43 – 44.
- 3 Blumwald E., Aharon G.S., Apse M.P. sodium transport in plant cells. – 2000. – P. 140 – 151.
- 4 Серегин И. В., Иванов В. Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. – 2001. – Т 48. – №4. – С. 606 – 630.
- 5 Ueda J., Shimazu Y., Ozawa T. Oxidative damage induced by Cu(II) – oligopeptide complexes and hydrogen peroxide // Biochem. Mol. Biol. Int. – 1994. – 34. – P. 801-808.
- 6 Атабаева С.Д., Сарсенбаева Б.А. Физиолого – биохимические основы металлоустойчивости растений: Монография.– Алматы: ТОО «TST – company» 7 – 2010. – С. 21 – 68.
- 7 Smirnov N. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation // New Phytol.
- 8 Курганова Л.И., Веселов А.П. Гончарова Т. А. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах при тепловом шоке // Физиология растений. – 2001. – Vol. 44 – С. 725 – 730.
- 9 Dixit V., Pandey V., Shyam R. Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum* L., cv Azad) // J. Exp. Botany. – 2001. – Vol.52. – №358. – P. 1101 – 1109.

References

- 1 Pendias K., Pendias H. Microelements in ground and plants. – trans. from eng. – M.: Mir, 1989. – P. 437.
- 2 Shkolnik M.Y. Importance of microelements in life of plant and in husbandry. – AN USSR, 1950. – P. 43 – 44.
- 3 Blumwald E., Aharon G.S., Apse M.P. Sodium transport in plant cells. – 2000. – P. 140 – 151.
- 4 Seregin I.V., Ivanov V.B. Physiological aspects of toxic actions of cadmium and lead on high plants // Physiology of plants. 2001. – Vol. 48. – №4. – P. 606 – 630.
- 5 Ueda J., Shimazu Y., Ozawa T. Oxidative damage induced by Cu(II) – oligopeptide complexes and hydrogen peroxide // Biochem. Mol. Biol. Int. – 1994. – 34. – P. 801–808.
- 6 Atabayeva S.D., Sarsenbayeva B.A. Physiological – biochemical bases of metal tolerant of plants: Monograph.–Almaty: «TST – company», 2010. – P. 21 – 68.
- 7 Smirnov N. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation // New Phytol.
- 8 Kurganova L.I., Veselov A.P., Goncharova T. A. Peroxide oxidation of lipid and antioxidant system of protection in chloroplast at heat shock // Physiology of plants. – 2001. – Vol. 44 – P. 725 – 730.
- 9 Dixit V., Pandey V., Shyam R. Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum* L., cv Azad) // J. Exp. Botany. – 2001. – Vol.52. – №358. – P. 1101 – 1109.