

ӘОЖ 581

А.С. Нурмаханова*, С.Ж. Атабаева, С.С. Айдосова, Г. Қалдыбекқызы,
С.С. Кенжебаева, С.Ш. Асрандина, А. Жардамалиева

Әл-Фараби ағындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*E-mail: akmaral_1976@mail.ru

Бидай сорттарының биомассасы мен липидтерінің асқын тотығу мөлшеріне тұздану және мыс иондарының бірлескен әсері

Аңдатпа. Бұл мақалада липидтердің асқын тотығын анықтау үшін мыс иондары мен тұзды жағдайдың бірлескен әсерінде биомасса бойынша төзімділік көрсеткен бидай сорттары (Казахстанская-3, Казахстанская ранняя, Шағала) алынды. Зерттеу жұмысы барысында мыс иондары мен тұзды жағдайдың бірлескен әсері бидай сорттарында липидтердің асқын тотығының деңгейін жоғарылататындығы байқалды. Сонымен қатар мыс иондары мен тұзды жағдайдың бірлескен әсерінде биомасса бойынша төзімділік сорттарында липидтердің асқын тотығы төмен деңгейде, ал төзімсіз сортында жоғары деңгейде болатындығы анықталды.

Түйін сөздер: протеиндер, аминқышқылдар, нуклеин қышқылдар, липидтердің асқын тотығы.

XX ғасырдың екінші жартысында өнеркәсіптің қарқынды дамуына байланысты қоршаған орта ластанып, жер шарының экологиялық ақуалы тез нашарлады. Көптеген ластаушылар ішінде ең улысы пестицидтер болса, одан кейінгі орынды қазір ауыр металдар тұр. Шамадан тыс автокөліктер санының артуы, жылу-энергетика станциялары, мұнай өндіру орындары, ядролық-сынақ жүргізілген орындар, ірі өндіріс орталықтары қоршаған ортаны ластаушыларға жатады. Қазіргі уақытта ауыр металдардың жоғарғы концентрациясы сол маңдағы топырақта, суда, ауада көп мөлшерде жинақталған. Ауыл шаруашылығына тиімді жерлер мен мал жайылымдарының ауыр металдармен ластануына байланысты оларды пайдалану қауіпсіз деп айтуға болмайды [1].

Қазақстан облыстарындағы ірі өндіріс орталықтары маңында топырақтағы ауыр металдардың мөлшері (мысалы, Cd, Pb, Cu, Co, Zn, Cr) қалыпты жағдаймен салыстырғанда бірнеше есеге жоғарылаған. Мысалы, Шымкент қорғасын зауыты маңындағы топырақтағы қорғасын мөлшері шекті мүмкін концентрация-

дан (ШМК) 36 есе, мырыш 1,3 есе, мыс 2,1 есе, кадмий 14,7 есе артқан. Өскемен, Риддер, Зыряновск қалалары топырақтарында қорғасын ШМК-дан 10 – 100 есе, кадмий мен мырыш 8 – 14 есе, мыс – 10 есе артқандығы байқалады [2].

Біздің зерттеуге алып отырған ең кең таралған және тиолды улар болып есептелетін ауыр металдарға кадмий және мыс жатады. Олардың жыл сайын биогеохимиялық айналымда жүретін мөлшері мысалы, мыс-жүздеген тонна, кадмий мыңдаған тоннаға жетеді [3].

Қазір еліміздің көптеген аймақтары өндіріс қалдықтарымен ластануда. Қазіргі уақытта Балқаш көлі бассейніндегі экологиялық жағдайға су ресурстарының, атмосфералық ауаның ластануы, улы және қауіпті қалдықтардың жинақталуын жатқызуға болады, сонымен бірге көл жағалауының топырағы тұзды болып келеді. Олар Балқаш көлінің азаюына ғана емес сапасының күрт төмендеуіне, флорасы мен фаунасының кедейленуіне, биологиялық әртүрліліктің жойылуына себеп болады. Көл суының негізгі ластану себебі, ірі металлургиялық комбинаттардың болуы.

Комбинаттың қатты қалдықтар сақтайтын қоймасы аса экологиялық қауіп туғызуда.

Мыс белокты қосылыстардың құрамына құрылымдық компонент ретінде кіреді, сонымен бірге полифенолоксидаза ферментін түзеді. Бұл фермент ең бірінші рет картоп түйнектерінен табылған болатын, ал кейінірек көптеген өсімдіктердің құрамынан табылған. Бұл фермент тек нақты фенолды қосылыстарды тотықтырады, бірақ өсімдіктерде оксидазамен бірге пирокатехин немесе ортохинонның болуы полифенолоксидазаға көптеген органикалық қосылыстардың тотықтыруына көмектеседі. Мыс өсімдіктердің құрамында темір бар ферменттерді синтездеуге қатысады, соның ішінде пероксидаза [4]. Бидай, арпа, сұлы, алмұрт, алма, қара өрік, шырынды, жемісті өсімдіктер мыстың тапшылығына көбірек сезімталдау келеді. Астық дақылдардың жапырақтары ағарып, ұштары курап қалады. Жас жапырақтар дұрыс жайылып өспей, тез солады. Өсімдіктерге мыс иондары негізінен топырақтан тамыр жүйесі арқылы түседі [5].

Тамырдың өсуі өркеннің өсуіне қарағанда ауыр металдарға өте сезімталдығы олардың ауыр металдарды көп жинақтауына негізделген. Көптеген зерттеушілердің пікірінше тамырдың өсуі мен тамыр түктері саны, тамыр биомассасының азаюы байқалған. Ауыр металдардың тамырға әсерінен ең алдымен меристема аймағы содан соң, тамыр түктері түзілетін клетканың созылу аймағы бұзылады. Нәтижесінде тамырдың жалпы көлемі мен жалпы және жұмысшы адсорбциялық беті азаяды. Тамыр арқылы қоректік заттарды сіңіру қабілетінің төмендеуіне байланысты өсу, дамудың тежелуіне және өсімдіктің өліміне әкеледі [7].

Кадмий және мыс иондары тамыр морфологиясын өзгертеді. Егер металл концентрациясы айтарлықтай жоғары болмаса жанама тамырлардың саны негізгі тамыр ұзындығына қарағанда аз мөлшерде азаюына байланысты тамыр жүйесі ауқымды түрге ие болған. Жанама тамырлардың түзілуі ауыр металдарға өте төзімді болып келеді. Ол эндодерманың барьерлік роліне және орталық цилиндр клеткаларының құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты болуы мүмкін. Өсімдіктердің созыла өсу кезеңі ауыр металдарға өте сезімтал келеді [8].

Өсімдік клеткасына ауыр металдардың түсуі клетка мембранасы арқылы жүзеге асады. Клетка

мембранасы ауыр металдардың әсеріне алғашқы душар болатын нысана. Клетка мембранасы өткізгіштігінің өзгерісі – мембрана құрылымдық қайта құрылуға ұшырайтын, сыртқы факторға өсімдіктердің жауап беру реакцияларының бірі. Ол өз кезегінде ортаның қолайсыз жағдайларына төтеп беретін өсімдіктердің мүмкіндік механизмдерін анықтайды [9].

Қолайсыз жағдайлардың, ауыр металдардың әсерінен өсімдік организмінде болатын көптеген маңызды процестердің зақымдануы тотығу стресін туындатады. Бос радикалдар протеиндер, аминқышқылдары мен нуклеин қышқылдарын зақымдап, липидтердің асқын тотығуына әкеледі. Ауыр металдар липидтердің пероксидациялану индексі, сәйкесінше тотығу стресі болатын тиобарбитур қышқылы (ТБК) реакциясы өнімдерінің артуын қамтамасыз етеді. Мембрана липидтердің асқын тотығуы олардың функциясын және бүтіндігін бұза отырып, клетка функциясын қайтымсыз зақымдайды. Мембрананың дегенерациялануы себебі, мыс әсерінен туындаған липидтердің асқын тотығуынан болады. Ортаның өзгерісіне клетка функционалдық белсенділігін модификациялау, бейімделу арқылы білдіреді [10].

Жоғарыда айтылғандай, ортаның қолайсыз сыртқы әсеріне алғашқы жауап беретін өсімдік клеткасының сыртқы мембранасы – плазмалемма деңгейінде жүзеге асады. Кез-келген стресс әсерінен туындаған клетка мембранасының спецификалық емес шапшаң реакцияларының біріне мембрана липидтерінің асқын тотығуының артуы жатады. Қолайсыз жағдайлардың әсерінен липидтердің асқын тотығу жылдамдығы күшейеді, ол кезде антиоксиданттардың мөлшері азаяды, ал асқын тотыққан қосылыстар артады. Өсімдіктерде ауыр металдарға төзімділігінің бірқатар механизмдері бар. Бұл механизмдерді екі топқа бөлуге болады: 1) өсімдікке және цитозольге ауыр металдардың түсуін шектеу; 2) клетка метаболизмінің өзгерісі, металдардың улы әсерін төмендетуге және өсімдік организмнен шығаруға бағытталуы. Металл иондарын заласыздандырудың тиімді жолдары органикалық қышқылдар және цитоплазмадағы тиолдармен байланысуы және пайда болған кешендердің вакуольге шығарылуы. Өсімдік клеткасындағы SH топтарын анықтау ауыр металдардың әсеріне жауап реакциясының интегралды көрсеткіші болып табылады [11].

Зерттеу материалдары және әдістері

Зерттеу жұмысында зерттеу объектілері ретінде бидайдың Шағала, Казахстанская ранняя, Казахстанская-3 сорттары қолданылды. Ең алдымен бидайдың төзімді және сезімтал сорттары алынды. Өңделген бидай дәндерін дистильденген суда 3 күнге өнуге қойып, келесі күні төмендегі нұсқалар бойынша отырғыздық:

1. Бақылау.
2. NaCl-100мМ.
3. CuSO₄-0,25мМ.
4. CuSO₄-0,5мМ.
5. NaCl 50мМ + CuSO₄ 0,25мМ.

Зерттеуге алынған бидайдың Шағала, Казахстанская ранняя, Казахстанская-3 сорттарының липидтердің асқын тотығын 2-тиобарбитур қышқылы қатысында анықтау әдістері қолданылды.

Липидтердің асқын тотығын 2-тиобарбитур қышқылы қатысында анықтау

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

Бидай өсімдігінің сабақ бөлігінен 1г алып, салқындатылған 4мл Трис-НСL буферімен (рН-7,6) еземіз де капрон фильтр арқылы фильтрлейміз. Фильтратты 20 минут 8000 айн/мин центрифугалайды. Центрифугаттан 2 мл гомогенат құйып алып, 0,5 мл дистильденген су және 2,5 мл 0,5% 2-тиобарбитур қышқылын 20% ТХУ араластырып құямыз. Үлгіні 30 минут су моншасында инкубациялайды және салқындатады. Содан соң 20 минут 7000 айн/мин центрифугалайды. Центрифугатты таза пробиркаларға құйып алып, 532 нм толқын ұзындығында спектрофотометрде өлшейді. Малон диальдегиді мөлшерін келесі формула бойынша есептелінеді:

$$C=OP \cdot V \cdot \gamma / \varepsilon,$$

мұндағы, ОП – оптикалық тығыздық;

V – кювета сыйымдылығы;

γ – сұйылту;

ε – экстинкция коэффициенті 0,155 мкМ/см² [6].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Кейбір зерттеу жұмыстардың нәтижесі бойынша, тұзды жағдай мен ауыр металл ион-

дарының жеке және бірлескен әсерінің биомасса жинақталуына әсері анықталған. Алынған мәліметтер бойынша CuSO₄ бар ортада өскен өсімдік биомасса жинақталуы толық ингибириленіп, некрозды дақтардың пайда болуы, тургорды жоғалту өте жоғары дәрежеде жүрді. Ал NaCl мен CuSO₄ бірлескен әсері өсімдіктің олардың жекелеген әсеріне қарағанда биомасса жинақталуы жоғары болғандығы анықталған [12].

Қолайсыз жағдайлардың, ауыр металдардың әсерінен өсімдік организмінде болатын көптеген маңызды процестердің зақымдануы тотығу стресін туындатады. Бос радикалдар протейндер, аминқышқылдары мен нуклеин қышқылдарын зақымдап, липидтердің асқын тотығуына әкеледі [13,14,15].

Жоғарыда айтылғандай, ортаның қолайсыз сыртқы әсеріне алғашқы жауап беретін өсімдік клеткасының сыртқы мембранасы – плазмалемма деңгейінде жүзеге асады. Кез-келген стресс әсерінен туындаған клетка мембранасының спецификалық емес шапшаң реакцияларының біріне мембрана липидтерінің асқын тотығуының артуы жатады. Қолайсыз жағдайлардың әсерінен липидтердің асқын тотығу жылдамдығы күшейеді, ол кезде антиоксиданттардың мөлшері азаяды, ал асқын тотыққан қосылыстар артады [9].

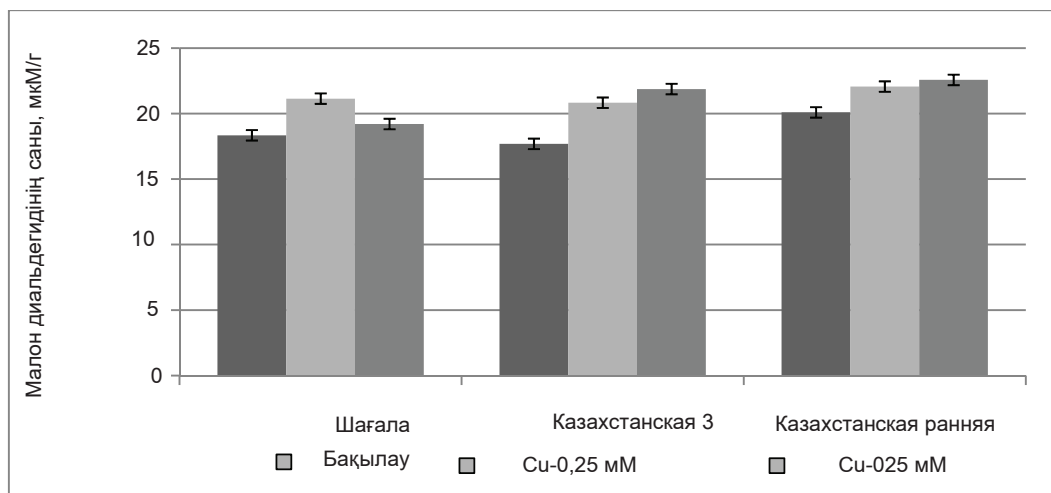
Біздің жүргізген зерттеулер нәтижесінде бидай сорттарының жер асты мүшесінің биомассасы бойынша төзімді және сезімтал түрлері алынды. Зерттеуге алынған бірнеше бидай сорттарының ішінде Казахстанская ранняя мен Казахстанская-3 сорттары төзімді, ал Шағала сорты сезімтал екендігі байқалды. Осы алынған төзімді және сезімтал сорттарындағы липидтердің асқын тотығуына мыс иондары мен тұздың бірлескен әсерін анықтадық.

Зерттеу нәтижесінен мыстың жоғары концентрациясында Cu-0,5 мМ бақылаумен салыстырғанда бидай сорттарында малон диальдегидінің саны мкмоль/г көрсеткіштерінің жоғарлағанын көреміз. Оны келесі қатар бойымен орналастыруға болады: Казахстанская-3 (124%) > Казахстанская ранняя (112,34%) > Шағала (105%).

Ал мыстың төменгі Cu-0,25 мМ концентрациясында бидай сорттарын бақылаумен салыстыра отырып мынадай қатарға орналастырамыз: Казахстанская-3 (118%) > Шағала (115%) > Казахстанская ранняя (110%) қатарын көрсетті (сурет 1). Осы алынған мыстың екі концентрациясын қарайтын болсақ, онда мыстың жоғарғы концентрациясында липидтердің асқын

тотығының жоғарлағанын байқаймыз. Яғни, жағымсыз факторлардың әсерінен липидтердің асқын тотығы бірден жоғарлайды. Себебі, асқын тотығуы клетканың бүтіндей мембранасына және қызметіне әсер етеді. Мыс иондарының әсері өсімдіктің мембрана құрылымына, хлоро-

пластарға, фотосинтез процесіне және биомассаға әсер етіп, өнім беру қабілетін төмендетеді. Өсімдіктердегі липидтердің асқын тотығының жоғары болуы өсімдік бойындағы процестің қалыпты өтуіне жағдай жасайды, жағымсыз факторларға қарсы тұрады.



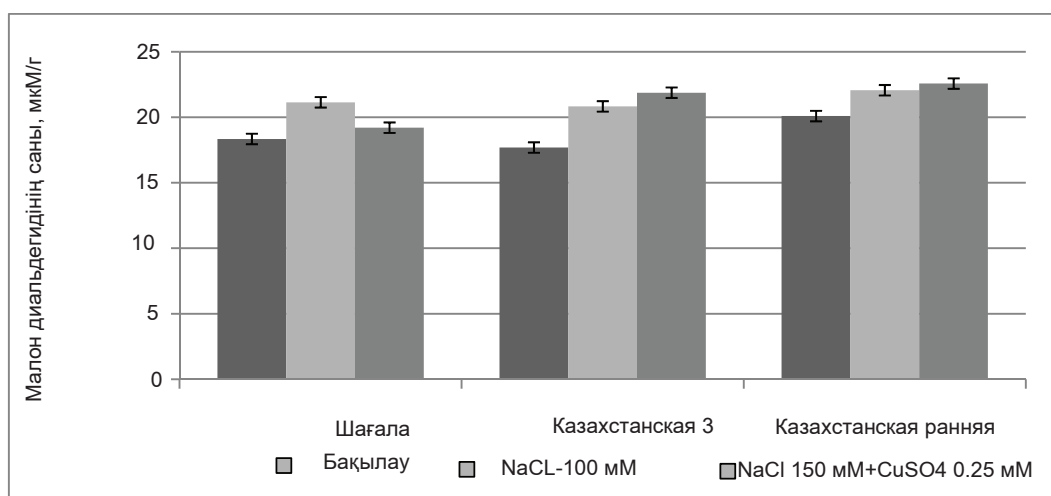
1-сурет – Бидай сорттарына мыс иондарымен әсер еткендегі липидтердің асқын тотығы

Сонымен, Казахстанская-3 сортының сезімтал, Казахстанская ранняя сортының төзімді екенін көруге болады.

Кейбір зерттеулерге сүйенетін болсақ, липидтердің асқын тотығуы деңгейі тұзды жағдайда (100 mM NaCl концентрация) әртүрлі болды.

Яғни біздің жүргізген ең сезімтал Казахстанская ранняя сорты, ал төзімділік көрсеткен Казахстанская-3 мен Шағала сорты.

Оны келесі қатардан көруге болады: Казахстанская-3 (112%) > Шағала (111%) > Казахстанская ранняя (109%).



2-сурет – Бидай сорттарындағы липидтердің асқын тотығуына тұзды жағдай мен мыс ионының бірлескен әсері

Ал, мыс иондары мен тұздың бірлескен әсерінде (NaCl 50 мМ + CuSO₄ 0,25 мМ) керісінше ең сезімтал Қазақстанская ранья сорты болды. Бұл қатарды келесідей орналастыруға болады: Шағала (149,5%) > Қазақстанская-3 (128%) > Қазақстанская ранняя (115%).

Зерттеу жұмысын қорытындылай келе ауыр металдардың әсері бидай сорттарында липидтердің асқын тотығуының деңгейін жоғарлатады. Мыс иондарының әсерінен Қазақстанская-3 сортында липидтердің асқын тотығуының деңгейі жоғары болды, Қазақстанская ранья сортында төменгі деңгейде болды.

Ауыр металл иондары мен тұзды жағдайдың бірлескен әсері бидай сорттарында липидтердің асқын тотығуының деңгейін жоғарылатады. Мыс иондары мен тұзды жағдайдың бірлескен әсерінде биомасса бойынша төзімділік көрсеткен Шағала және Қазақстанская ранняя сорттарында липидтердің асқын тотығуы жоғарғы деңгейде, ал Қазақстанская-3 сортында төмен деңгей екендігі анықталды.

Әдебиеттер

1 Панин М.С. Химическая экология: учебник для вузов // под ред. С.Е. Кудайбергенова. – Семипалатинск, 2002. – С. 852-856.

2 Фурсов В.И. Экологические проблемы окружающей среды. – Алматы, 1991. – С.23-64.

3 Gimeno-Garcia E., Andreu V., Boluda R. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils // Environ. Pollut. – 1996. – Vol. 92. – P.19-25.

4 Чернавская Н.М. Физиология растительных организмов и роль металлов. – М.: МГУ, 1989. – С. 156.

5 Атабаева С.Д., Сарсенбаев Б.А. Физиология устойчивости растений к ионам тяжелых металлов и фиторемедиация загрязненных почв // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – 1999. – №5-6. – С.25-34.

6 Атабаева С.Д., Сарсенбаева Б.А. Физиоло-

го-биохимические основы металлоустойчивости растений: –Алматы: ТОО «TST-company», 2010. – С. 165

7 Добровольский В.В. Роль органического вещества в миграции тяжелых металлов // Природа. – 2004. – №7. – С.35-39.

8. Добровольский В.В. Роль органического вещества в миграции тяжелых металлов // Природа. – 2004. – №7. – С.35-39.

9 Атабаева С.Д., Кенжебаева Ш.К., Ертаева Г.Е., Сарсенбаев Б.А., Тулегенова Б.Т. Изменение свойств клеточных мембран у растений в условиях загрязнения среды тяжелыми металлами // Известия НАН РК. – 2005. – №3. – С.27-32.

10. Балахнина Т.И., Иванов А.А., Гинс М.С. Влияние кадмия на активность фотосинтетического аппарата и уровень антиоксидантных ферментов в листьях *Pisum sativum* L. // 5 Межд. симпозиум “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”. – Пушкино, 2003.– Т.3. – С.11-14.

11. Ю.Ю. Дубинина, Г.Г. Дульцева, С.В. Плесский, Г.И. Скубневская Изучение химической природы защитной реакции растений на избыточное содержание кадмия в почве // Экологическая химия. – 2003. – №12. – С.41-46.

12. Kholodova V.P., Neto D.S. Meshcheryakov A.B. et al. Can stress-induced CAM provide for performing the developmental program in Mesembryanthemum crystallinum plants? // Russian J. Plant Physiol. – 2002. – 49. – P. 367–384.

13.Foyer C.H., Lopez-Delgado H., Dat J.F. Scott I.M. Hydrogen peroxide and glutathione- associated mechanisms of acclamatory stress tolerance and signaling// Physiol.Plant. – 1997. – Vol.100. – P. 41-254.

14. Michelet B., Boutry M. The plasma membrane H⁺ ATPase –a highly regulated enzyme with multiple physiological functions // Physiol. Plant,1995. – Vol.108. – P. 16-21.

15. Палладина Т.А. Роль протонных насосов плазмалеммы и тонопласт в устойчивости растений к солевому стрессу // Усп. совр. биологии. – 1999. – Т.111. – С.451-461.

А.С. Нурмаханова, С.Ж. Атабаева, С.С. Айдосова, Г. Қалдыбекқызы,
С.С. Кенжебаева, С.Ш. Асрандина, А. Жардамалиева
**Совместное влияние ионов меди и соли на измерение перекисного окисления
липидов и биомассу сортов пшеницы**

В данной статье приводятся данные по изучению устойчивых к совместному действию ионам меди и соли сортов пшеницы (Казахстанская-3, Казахстанская ранняя, Шагала), по их биомассе было определено перекисное окисление липидов. В результате исследований выявлены повышенный уровень перекисного окисления липидов у различных сортов пшеницы, устойчивых к совместному действию ионам меди и соли. Таким образом, низкий уровень перекисного окисления липидов по биомассе показали устойчивые к совместному действию ионам меди и соли сорта, а не устойчивые сорта показали повышенный уровень перекисного окисления липидов.

A.S. Nurmahanova, S.D. Atabaeva, S.S. Aidosova, G. Kaldibekkizi,
S.S. Kenzhebayeva, S.S. Asrandina, A. Zhardamalieva
Joint influence of copper salts for measuring lipid peroxidation and biomass of wheat varieties

This article presents data on the resistance to the combined action of copper ions and salts of wheat (Kazakhstanskaya 3, Kazakhstan ranya, Shagala) and their biomass was determined by lipid peroxidation. The studies revealed elevated levels of lipid peroxidation in different wheat varieties resistant to sharing deychtviyu copper ions and salts. Thus low levels of lipid peroxidation in biomass showed resistance to the combined action of copper ions and salt varieties, not resistant varieties have shown elevated levels of lipid peroxidation.