

Атабаева С.Д., Нурмаханова А.С., Утешова С., Домакбаева А., Кенжебаева Ш.К.,
Асрандина С.Ш., Алыбаева Р.А.

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
Қазақстан, Алматы қ.

*E-mail:akmaral.nurmahanova@gmail.com

ТҰЗДЫ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ (NaCl) СОЯ ӨСІМДІГІНІҢ (*GLYCINE MAX*) ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ЖӘНЕ САЛЫСТЫРМАЛЫ СУ МӨЛШЕРІМЕН ЖАПЫРАҚТАРЫНЫҢ ФОТОСИНТЕЗ ПИГМЕНТТЕРІНІҢ МӨЛШЕРІНЕ ӘСЕРІ

Мақалада тұзды жағдайлардың соя өсімдігінің (*Glycine max*) өсу параметрлеріне және салыстырмалы су мөлшерімен фотосинтез пигменттерінің мөлшеріне әсері зерттелді. Зерттеу нысаны ретінде сояның 3 сорты Алматы, Вита, Ласточка алынды. Соя дәндерін келесі варианттар бойынша бақылау, 0,01% NaCl, 0,1% NaCl ерітіндісі қосылған топырақта 14 күн өсірілді. Жер үсті мүшелердің ұзындығы 0,1% NaCl концентрацияда Алматы сортында 17%-ға, Вита сортында 19%-ға төмендеген, ал Ласточка сортында 28%-ға. Жер үсті мүшелерінің ұзындығы бойынша 0,1% NaCl жоғарғы концентрациясына Алматы және Вита сорттары төзімді, ал Ласточка сорттар сезімтал болып табылды. Тұздың жоғарғы концентрациясының әсерінен соя сорттары тамырының құрғақ салмағы бақылау деңгейімен салыстырғанда Вита сорты 32%-ға жоғарылаған, ал Ласточка және Алматы сорттары 9% -ға және 19% -ға төмендеген. Ал тұздың жоғары 0,1% NaCl концентрациясында судың салыстырмалы (RWC) мөлшері Вита сортында 5%-ға, Алматы сортында 8%-ға, Ласточка сортында 15%-ға төмендеген. Фотосинтездік пигменттерінің мөлшерінің өзгеруін анықтау өсу процестерінің тежелу механизмдерін зерттеуіне мүмкіндік береді. Хлорофилл *a* пигменті мөлшері тұздың жоғарғы концентрациясында (0,1% NaCl) Вита және Алматы сорттары 10%-ға және 13%-ға, ал Ласточка сорты 14%-ға бақылау деңгейімен салыстырғанда біршама төмендеген. Хлорофилл *b* пигменттің жинақталуы мөлшері Вита сорты 92%, Ласточка сорты 90%, Алматы сорты 89% бақылауға қарағанда көрсеткішке ие болғандығы анықталды. Сояның Вита сортында 21%-ға, ал Алматы және Ласточка сорттарында 16%-ға каротиноидтардың жинақталуы мөлшері жоғарылағандығы байқалды. Осы стрестердің әсерінен төзімді соя сорттарында фотосинтездік пигменттер мөлшерінің төмендеуімен, олардың өсу деңгейі бойынша төзімділігімен өзара байланыстың бар екендігі байқалды.

Түйін сөздер: соя, тұзды жағдайлар, фотосинтез, хлорофилл, каротиноид, сорт, төзімділік.

Нурмаханова А.С., Утешова С., Домакбаева А., Кенжебаева Ш.К., Атабаева С.Д.,
Асрандина С.Ш., Алыбаева Р.А.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

*E-mail:akmaral.nurmahanova@gmail.com

Влияние засоления (NaCl) на ростовые параметры и относительное содержание воды и на фотосинтетических пигментов в листьях растений сои (*Glycine max*)

Изучено влияние засоления (NaCl) на содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений сои (*Glycine max*). Объектами исследования явились 3 сорта сои Алматы, Вита и Ласточка. Растения выращивали в почве при следующих концентрациях NaCl - 0 (контроль), 0,01%, 0,1% в почве в течение 14 дней. Длина надземных органов при концентрации 0,1% NaCl у сорта Алматы снижалась 17%, у сорта Вита – на 19%, в то время как у сорта Ласточка - на 28%. При действии 0,1% NaCl сухая биомасса надземных органов

снижалась у всех сортов. В наименьшей степени данный показатель снижался у сорта Вита на 17%, а у остальных сортов Ласточка и Алматы – на 24%. При данной концентрации сухая масса корней увеличивалась только у сорта Вита на 32%, а у остальных сортов снижалась. У сорта Ласточка сухая масса корней снижалась на 9% у сорта Алматы - на 19%. Относительное содержание воды (RWC) снижалось у всех сортов при действии засоления. При действии 0,1% NaCl у сорта Вита данный показатель снижался в наименьшей степени – на 5%, у сорта Алматы – на 8%, у сорта Ласточка – на 15%. Фотосинтез играет ключевую роль в процессе роста и накопления биомассы растениями. По результатам исследования содержание хлорофилла *a* снижалось при концентрации 0,1% NaCl у сорта Вита и Алматы на 10% и 13%, а у сорта Ласточка - на 14% соответственно. Содержание хлорофилла *b* снижалось в меньшей степени по сравнению с хлорофиллом *a* - у сорта Вита данный показатель был равен 92%, у сорта Ласточка - 90%, у сорта Алматы – 89%. При максимальной концентрации 0,1% NaCl наблюдалось увеличение концентрации каротиноидов у сорта Вита на 21%, а у сортов Алматы и Ласточка - на 16%. Таким образом, количество хлорофилла *a* и *b* уменьшилось у сортов сои под действием засоления. Показано, что у устойчивого сорта содержание хлорофилла уменьшалось в меньшей степени по сравнению с неустойчивыми.

Ключевые слова: соя, засоление, фотосинтез, хлорофилл, каротиноид, сорт, устойчивость

Nurmahanova A.S., Uteshova S., Domakbayeva A., Kenzhebayeva Sh.R., Atabayeva S.D.,
Asrandina S., Alybayeva R.A.

Al-Farabi Kazhak national university

*E-mail:akmaral.nurmahanova@gmail.com

The effect of salinity (NaCl) on growth parameters and the relative water content, on the content of photosynthetic pigments in the leaves of soybean (*Glycine max*)

It was studied by NaCl in the content of in the leaves of soybean plants (*Glycine max*). The objects of research were 3 varieties of soybean plants - Almaty, Vita and Lastochka. The plants were grown in the soils with different concentration of NaCl - 0 (control), 0.01%, 0.1% for 14 days. Photosynthesis plays a key role in the process of growth and biomass accumulation. The length of the above-ground organs at a concentration of 0.1% NaCl in the Almaty variety decreased by 17%, in the Vita variety - by 19%, while in the Lastochka variety - by 28%. At a given concentration, the root length of varieties Lastochka and Vita increased by 20% and 14%, respectively. With the action of 0.1% NaCl, the dry biomass of the aerial organs was reduced in all varieties. To a lesser extent, this indicator decreased in the Vita variety - by 17%, while in the other varieties Lastochka and Almaty - by 24%. At this concentration, the dry mass of the roots only increased in the Vita variety by 32%, while in the other varieties it decreased. In the Lastochka variety, the dry mass of roots decreased by 9% , in Almaty variety - by 19%. The relative water content (RWC) decreased in all varieties under the action of salinity. With the action of 0.1% NaCl in Vita variety, this indicator decreased in the least degree - by 5%, in Almaty variety - by 8%, in Lastochka variety - by 15%. According to the results of research at concentration 0.1% NaCl, chlorophyll content was decrease in Vita and Almaty variety by 10% and 13%, respectively, and in Lastochka variety - by 14%. Content of chlorophyll *b* pigment content it was found to be 92% to control for Vita, 90% - for Lastochka and 89% - for Almaty variety. At 0.1% NaCl concentration, the concentration of carotenoids in Vita variety increased by 21%, while in Almaty and Lastochka varieties - by 16%. Thus, the amount of chlorophyll *a* and *b* has declined in the soybean varieties under salinity stress. It was shown that the chlorophyll content in a resistant Vita variety has diminished to a minor degree in comparison with the other varieties.

Key words: soybean, salinity, photosynthesis, chlorophyll, carotenoid, variety, resistance

Кіріспе

Тұздану – су жағалауында орналасқан дүние жүзінің ауылшаруашылықпен айналысатын аймақтарының үлкен проблемасы.

Көптеген құрғақ және жартылай құрғақ жерлерде топырақтың тұздылығы табиғи процесстерден немесе егістіктерді тұзды сумен суғаруға байланысты туындаған [1]. Біріккен Ұлттар Ұйымының (БҰҰ) қоршаған орта жөніндегі бағдарламасында ауылшаруашылық жерлердің дүние жүзі бойынша 20%-ы тұзданған деп тұжырымдама жасаған [2,3].

Тұзды топырақтар жер шарындағы мемлекеттердің көптеген аймақтарын алып жатыр. Тұзды топырақтардың көп бөлігі негізінен, Орта Азия мемлекеттерінде орын алып отыр. Осы мемлекеттердің суармалы аймақтары шамамен 65% азды – көпті тұзды топырақтардан тұрады деп айтуға болады. Соның ішінде Түрікменстанда 89%, Өзбекстанда 70%, Қазақстанда 65%, Тәжікстанда 30%, Қырғызстанда 25% үлесінде. Топырақтың тұздылығы әр түрлі жағдайларға байланысты қалыптасады. Қуаңшылық, шөлді дала аймақтарда тұздану көп орын алады. Себебі, ондай аймақтарда ауа райының ыстықтығынан, желдің күштілігінен, жер бетінен судың булануы өте қарқынды жүреді. Соған байланысты жер қабаттарындағы топырақ ерітіндісі буланып жоғары көтерілген сайын құрамындағы еріген тұздар да жоғары көтеріліп, топырақтың үстіңгі бетіне келгенде іріктеліп жиналып қалады. Егістіктерді суару нәтижесінде де, топырақтың үстіңгі бетіндегі тұздардың концентрациясы көбейеді, өсімдік өсуіне кері әсерін тигізеді. Сол себептенде қазіргі таңда өсімдіктердің тұзға төзімділігін зерттеу маңызды болып табылады. Тұздардың әсерінен өсімдіктердің сыртқы ортаға реакциялары да өзгереді [4].

Жердің бетінде 1/15 бөлігі тұзды жерлер болып саналады. Егер бейорганикалық иондардың өлшемі 0,2% аспаса, ондай жерлерді тұзсыз деп санайды. Соныменен 0,2 - 0,4 % - аз тұзды; 0,4-0,7% - орташа тұзды, 0,7-1,0% - қатты-күшті тұзды жерлер деп аталады. Бейорганикалық иондардың мөлшері 1,0%-тен көп болса, оларды солончактар деп атайды. Тұзды топырақта әдетте катиондардан Na көп кездеседі, бірақ Mg^{2+} мен Ca^{2+} -да кездестіруге болады [5].

Тұзды жерлерде гликофиттерде судың және иондардың гомеостазы клетка және өсімдік деңгейінде бұзылады. Ол токсикалық әсер береді, биополимерлерді зақымдайды, өсуін баяулатады [6].

Тұздылыққа бейімделу оларда кейбір физиологиялық механизмдерінде иондарды таңдаулы сіңіруін орындауда байқалады. Мысалы, улы натрий калийға қарағанда аз сіңіріледі. Тұздардың артықшылығы лептесіктерден бөліну арқылы белсенді бөлініп азаяды, сондықтан да астыңғы эпидермис тұзды қабыршықпен жабылған болады. Бұл тұздар басқадан қонған емес, шынымен жапырақтан бөлінгендігін интактілі жапырақты шайғаннан кейін тұзды қабыршықтың қайта пайда болуынан байқауға болады, әсіресе, «желді көлеңкеде» тұзды шаңның қонуы мүмкін емес болғанда байқалған [7].

Тұздардың жоғары концентрациялары өсімдіктің өсуін тежейді. Олар цитокинин гормонының азаюымен және абсцис қышқылының көбеюімен байланысты. Клеткаларда 1-аминоциклопропан-1-карбон қышқылы көбейеді, ол этиленнің алдыңғы қосындысы. Гормондардың мөлшерінің өзгеруі өсімдіктердің тұрақтылығын жоғарлатады. Кейбір зерттеушілер өсімдіктердің өсуінің баялауының себебі тұздың зақымдайтын әсерінен емес, оның себебі адаптациялық гормондардың жауаптармен байланысты. Тұрақтылықтың деңгейі өсудің жылдамдығымен теріс корреляция қатынасында. Баяу өсу қорғаныш реакцияларға керек көп ресурстарды - құрылыс белоктарды, энергияны – босатады [8].

Тұзданудың әсері ауыл шаруашылық дақылдарының жемісінің жетілуіне және гүлденуіне, өсуі мен биомассасының жинақталуы секілді процесстерге кері әсер етеді. Сондықтан ауыл шаруашылық өнімдерінің сапасы мен өнім беруін төмендетеді. Тұздың жоғарғы концентрациясы топырақ ерітіндісіндегі осмотикалық потенциалын төмендетеді, өсімдіктерде су стресін туындатады. Екіншіден, тұздану өсімдіктер организмінде ионды интоксикацияны туғызады. Нәтижесінде тұздану ортасында үйлесімдік,

және клеткадағы ионды гомеостаз бұзылады [9].

Тұздың үлкен концентрациялары және су тапшылығы клетканың бөлінуін және дифференцировка процестерді тежейді. Ол кейбір гендердің экспрессияларымен байланысты. Олар қалыпты жағдайда экспрессияланбайды. Ол гендердің өнімі клетканың бөліну және созылып өсу процестерін тежейді [10].

Тұздану – тұзға төзімді және сезімтал өсімдіктердің де өсуін тежейді. Алайда, олардың арасындағы өсу жылдамдығының айырмашылығын тұздану әсері байқалғаннан кейін бірнеше аптада байқауға болады [11]. Мұны былайша түсіндіруге болады, тұзданудың бірінші сатысында осмотикалық компонент болады, яғни судың жетіспеуіне қарсы реакция байқалады, содан кейін иондардың токсикалық әсерінен өсімдіктердің өзін – өзі қорғау қабілетіндегі айырмашылықтар пайда болады [12]. Тұзды жағдайларда өсу қалпын ұстап тұру су алмасуының реттелуімен, осмотикалық бейімделумен және өсімдік клетка қабықшасының қасиеттерінің өзгеруімен байланысты [13].

Ұлпадағы судың тапшылығы, яғни, тұздың осмотық әсерінің нәтижесінде олардың токсинінің көрінуі, күрделенуі мүмкін, яғни клетка цитоплазмасында жиналады. Бұл жағдайда иондық токсиндердің әсері тура (белок денатурациясы) әсері байқалады. Токсиндік тұздың визуальды көрінісін жапырақтар мен сабақтағы некроздың түзілуімен байланыстыруға болады. Мұндай тұздық эффект ортадағы тұздың концентрациясының кездейсоқ жоғарылаумен жақсы байқалады [14].

Жоғары концентрациялы тұздың әсері цитоплазманың жоғарғы қабығының бұзылуымен байланысты, цитоплазманың өткізгіштік қасиеті жоғары, заттардың таңдамалы жинақталу қабілеттілігі төмендейді. Тұз клеткаға судың транскрипциялық күшімен бірге енеді. Көп жағдайда сортанданған топырақ транскрипция процесінің жоғары қарқындылығымен сипатталатын жазы ыстық аймақтардағы өсімдіктерде кездеседі, нәтижесінде тұздың енуі жоғарылап, өсімдіктің зақымдануы арта түседі. Сонымен қатар тұзды топырақ құрамындағы хлорлы натрийдің жоғары концентрациясы басқа да катиондардың, әсіресе өсімдіктің тіршілігі үшін қажет калий, кальций сияқты элементтердің жинақталуына кедергі жасайды [15].

Хлорлы тұздану жағдайында өсімдіктің өнімділігінің төмендеуі, сыртқы ортаның өзгеруіне өсімдіктің даму процестерінің тежелуімен сипатталады. Өсімдіктің даму процестерінің тежелу деңгейі мен биомассасының төмендеуі субстраттағы тұз концентрациясы мен тұздың әсер ету уақыты арасындағы тікелей коррелятивті тәуелділігі анықталды. Алайда, өсімдіктегі иондардың жинақталуы мен олардың тұзға төзімділік деңгей арасындағы тікелей тәуелділік, өсімдіктің өсуіне тұз жанама әсер етеді. Кейбір авторлардың айтуы бойынша тұздану шағындағы өсімдіктердің өсу процестерінің тежелуі басты себеп ұлпадағы тұз мөлшерінің шамадан тыс артуы емес, тамыр өскіндерінің өсуіне қажетті метаболизм өнімділігінің тасымалдану үрдісі төмендейді. Өсімдік дамуының тежелуі онтогенездің бастапқы сатыларында минералдық элементтердің түзуі азаяды [16].

Тұзданудың жоғары концентрациясы бастапқыда өсімдіктің тамыр жүйесіне әсер етеді. Бұл жағдайда тамырдағы тұз ерітіндісімен байланысатын қажетті клеткалар зақымданады. Топырақтағы натрий хлоридінің концентрациясының кенеттен тыс артуы, тамыр жүйесіндегі иондық өткізгіштіктің секірмелі түрде артуына әкеледі [17]. Тұздың мөлшері шамадан тыс артқан кезде өсімдік тамырының тургорлық қасиеті жоғалып, тамыр қарайып кетеді [18]. Тұздың кері әсері өсімдіктерде негізгі минералдық элементтер мен қоректік заттармен жеткілікті қамтамасыз етілмеген жағдайда арта түседі. Сонымен қатар, зерттеу жұмыстары тамыр жүйесінің сіңіру қасиеті тұздану жағдайында тамырдың жалпы сіңіруші қабілеттілігінің қысқартындығын көрсетті. Өсімдік сабағын зерттеу жұмыстары тұздың клетканың өткізгіш жүйесіне әсері, әсіресе тұз ерітіндісінің жер үсті мүшелеріне тасымалданатынын көрсетті [19]. Хлорлы натрий тұзымен тұздану кезінде өскіндер қысқарып, өсу процесі жылдам тоқтайды. Тұздану процесіне әсіресе өсімдік жапырағы өте сезімтал келеді. Жалпы ауыл шаруашылық дақылдары үшін төменгі жапырақтарының солуды нәтижесін көрсетеді. Мақта, жүгері, күріш өсімдіктерінің өсу деңгейі төмендеген, тұздану –

тұзға төзімді және сезімтал өсімдіктердің де өсуін тежейді. Алайда, олардың арасындағы өсу жылдамдығының айырмашылығын тұздану әсері байқалғаннан кейін бірнеше аптада көруге болады [20,21]. Күріш, жүгері, мақта өсімдіктерде өсу параметрлері төмендегені байқалды [20-22].

Тамырдың аймақтарындағы тұздардың жоғары концентрациясы топырақтағы судың потенциалын азайтады. Демек, өсімдік топырақтан суды еркін сіңіре алмайды және су тапшылығы жасуша деңгейінде дегидратацияға әкеледі [23,24,25].

Тұзды стресс әсерінен сояның өсу көрсеткіштерімен құрылымдық өзгерістері зерттелді. Соя перлит пен вермикулитпен толтырылған пластикалық ыдыстарға отырғызылды. Зерттеу (5 күннен кейін егуден кейін) тұзды стрессік ортада 0.25, 50, 100 Мкм концентрациясы бар NaCl-і ерітіндісін қосу арқылы жүргізілді. Отыз күн өткенен соң өсу көрсеткіштері және анатомиялық өзгерістері зерттелді. Нәтижесінде тұзды стресстің әсерінен тамыр салмағы айтарлықтай төмендегені байқалды, сонымен қатар тұздылықтың кернеуі салдарынан жалпы өсімдік салмағы, өсімдік биіктігі мен жапырақ саны азайды. Бір қызығы, жапырақтың көлемі тұздану стресінен зардап шеккен жоқ. Микроскопиялық зерттеудің негізі көрсеткендей, тұздану стресі эпидермиялық жасушалардағы кутин массасы мен трихома санының айтарлықтай артқандығы байқалған. Екінші жағынан, тұздың жоғарғы концентрациясында өсірілген соя сорттары эпидермис клетка қабығының қалыңдауы тұзды стресс әсерінен жұқарған, ал керісінше ксилема қабығы қалыңдады. Сонымен қатар, стресс әсерінен өсімдікте ксилеманың түзілуімен мен орналасуы өзгерген [26].

Соя өсімдігі ақуызға бай, тұзды стресс әсерінен өнімділігі айтарлықтай төмендейді. Тұз мөлшерінің көбеюі тұқымның өсуіне, түйін құрылымына, агрономдық сипаттамаларына, тұқымдардың сапасы мен санының артуына кері әсер етеді, осыған байланысты сояның өнімділігін төмендетеді. Тұз стресімен күресу үшін соя бірнеше төзімділік деңгейін арттыруы керек, соның ішінде: ион гомеостазын ұстау; осмотикалық стресске жауап ретінде түзету; осмотикалық балансты қалпына келтіру; және басқа метаболизм және құрылымдық бейімделуді арттыру. Жоғары сатыдағы өсімдіктерде абиотикалық стресстік реакциялардың нормативтік желісі *Arabidopsis thaliana* сияқты модельдік өсімдіктерде кеңінен зерттелген. Тұз стресс реакциясына қатысатын кейбір гомологтық компоненттер сояда анықталды. Осы шолуда біз соя жұмысына қатысты жұмыстарды біріктіруге тырыстық және молекулярлық деңгейде тұзды стресс жауаптарын сипаттайтын жұмыс үлгісін ұсындық [27].

Топырақтың тұздылығы әлемнің көптеген аймақтарында бұршақ өнімдерін өсіруге үлкен шектеу болып табылады. Тұқым өнімділігін, сабақ пен тамырдың құрғақ массасын, сондай-ақ жапырақ құрамына тұздың әсерін анықтау үшін осы ортада өсірілген сояның сезімтал сорттары зерттелді. Тұздардың әртүрлі деңгейлеріндегі топырақта сояның Ли, Кокуит және Кларк 63 сорттары отырғызылды. Осы экспериментте пайдаланылған топырақтың электр өткізгіштігі (EC) $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ тең болды. Топырақтың тұздылығы 0.5, 2.5, 4.5, 6.5 және 8.5 dS m^{-1} . Жер асты үлгілерін өңдеу үшін қажетті тұздылық деңгейін алу үшін, EC 15 dS m^{-1} бар дренажды каналдан дренажды су пайдаланылды. Оны отырғызудан 10 күн өткенде өсу пайызы тіркелді. 45 күндік өсімдіктің құрғақ және құрғақ салмағының өлшемдері өлшенді. Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ және Cl⁻нің қоректік концентрациясы анықталды. Тұздылықтың деңгейі көбейген сайын, өсудің пайызы мөлшері біршама төмендеген. Сояның Ли сорты, Кокит пен Кларк 63 сорттарына қарағанда тұздануға төзділік деңгейін жоғарылатты. 8.5 dS m^{-1} кезінде барлық үш сорттада өсу деңгейі айтарлықтай төмендеуі байқалды. Дегенмен, Ли соя сортында басқа екі сортқа қарағанда өсу көрсеткіші жоғары болды. Тұздылықтың күші барлық сорттарда натрий (Na⁺) және хлорид (Cl⁻) жапырақтарының айтарлықтай өсуіне себеп болды. Тұзды стресс зерттелген сорттардың жапырақтарында K⁺, кальцийдің (Ca²⁺) және магнийдің (Mg²⁺) жиналуын азайтты. Бұл зерттеудің нәтижесінде сояның Ли сорты әртүрлі концентрациялы тұзға төзімді және жапырақтардағы макронутриенттердің жиналуы арасындағы байланыс бар екенін көрсетеді [28].

Тұзды стресс дүние жүзінде ауылшаруашылық дақылдарының шығымына кері әсерін тигізуде. Өсімдіктердің тұздылыққа жауап реакциясы клеткадағы гиперосмостық және иондық тепе-теңдікті жеңілдетуге арналған бір-бірімен үйлесімді әрекет ететін көптеген үдерістерден тұрады. Төзімділік пен шығым тұрақтылығы егіннің өнімділігін анықтауға қиындық туғызатын күрделі генетикалық мән болып табылады.

Тұздың токсикалық әсерінің механизмі әлі толық зерттелмеген. Иондардың жоғары концентрациясы клеткалардың өсуін тоқтатады, тыныс алу, фотосинтез процестерінің нашарлауына алып келеді, өсімдікке басқа минералды заттардың сіңірілуін, сонымен қатар клеткада суды сақтап тұру қабілетін нашарлатады. Ең алдымен тұздардың жоғары концентрациясы өсімдіктің мембранасының қызметін нашарлатып, ферменттердің белсенділігін төмендетеді. Иондардың жоғары концентрациясының төмендеуі ион алмастырғыш механизмдер арқылы жүзеге асады. Сонымен судың жоғалтуын болдырмайтын осмостық қорғаныш жүйелері қосылады. Яғни осмолиттер немесе осмопротекторлардың синтезделуі жүреді [29].

Жалпы тұзды әсер – бұл өсімдіктер өсуінің тежелуі. Тұздың концентрациясы белгілі деңгейге дейін жоғарыласа, өсімдіктің өсу үрдісінің жылдамдығы тежеліп, өсімдіктің мүшелері арасындағы қатынастары өзгеріп, тұтас олардың биомассасының біртіндеп төмендеуіне әкеледі. Тұздың әсерінен өсімдіктің дамуы, метаболизмі мен фотосинтездің белсенділігі, сонымен қатар тыныс алу мен фотосинтез процесінің қалыпты жүруі бұзылады. Өсімдіктегі ассимилянттардың тасымалдауы, белок синтезі, гормондық баланс, азот пен күкірттің сіңірілуі тежеледі, көмірсу, фосфор және күкірт алмасуы бұзылады. Сонымен қатар, мембрана мен органеллалардың қызметі мен өткізгіштігі нашарлайды [17]. Жүргізілген зерттеулерге сәйкес, тұздылықтың өсімдік жапырақтарына зиянды әсері концентрацияға байланысты да артады [30-33]. Көптеген зерттеулерде тұздың концентрациясы өсімдіктерге кейде теріс немесе оң әсерін тигізетіндігін көрсетеді [34-40]. Бірнеше зерттеулер тұздандудың биохимиялық процестерге ингибицияланған әсерін растайды, олардың ең маңыздысы фотосинтез болып табылады. Тұздың фотосинтезге әсер етуі, ол фотосинтетикалық пигменттерге де әсер етеді деген сөз. Арнайы зерттеулердің нәтижелерінде тұздың әсері зерттелген өсімдіктерде фотосинтетикалық пигменттің мөлшері азаяды [41-42].

Зерттеу материалдары және әдістері

Зерттеу зерзаты: Соя өсімдігінің 14-күндік өскіндерінің үш сорты - Вита, Алматы, Ласточка. Соя өскіндері 14 күн топырақта (бақылау), 0,01% және 0,1% 0,0 NaCl концентрациясында өсірілді.

Соя сорттарының биометриялық параметрлеріне талдау жасау

Зерттеу жүргізу барысында зерттеу объектісі ретінде сояның Алматы, Ласточка, Вита сорттары алынды. Яғни оны сабынды сумен жуып, KMnO_4 әлсіз ерітіндісімен 10 минут өңдейді. Өңдегеннен кейін оны дистильденген сумен шайып, отырғызуға дайындайды. Соя сорттарының негізгі өсу ортасы топырақта үш нұсқа бойынша: бақылау, NaCl-0,01%, NaCl-0,1% концентрациясында жүргізілді. Осы ерітінділерде арпа сорттарын 14 күн өсіріп, өсіп шыққан соясорттарына скрининг жүргізіледі және сабағы мен тамырында биомасса жинақталуы анықталады. Соя өсімдігінің әрқайсысының сабағының және тамырының ұзындықтарын өлшейді және биомассасын анықтау үшін сабағы мен тамырының ылғал және құрғақ күйдегі салмақтары өлшенеді. Құрғақ салмағын өлшеу үшін 3 сағатқа 105°C термостатқа өсімдік мүшелері қойылады. Соя сорттарының тұздануға төзімділігін анықтау мақсатында жалпы қолданыстағы биометриялық әдісі қолданылды.

Әр түрлі варианттарда өсірілген арпа сорттарының жапырағындағы судың салыстырмалы мөлшерін анықтау

Судың салыстырмалы мөлшерін (RWC) табу үшін өсімдіктің жапырағының ылғалды массасын (FW), тургорлық массасын (TW), құрғақ массасын (DW) анықтау қажет.

Жұмыстың барысы: Алынған сояның 3 сортын петри табакшасында өндіріп аламыз. Өсімдіктің өндіруге 3 күн кетеді. Өнген арпа дәндерін алдын – ала дайындалған

әртүрлі тұз концентрацияларына отырғызамыз. Өсімдіктерді осы концентрацияда 7 күн бойы өсіреміз. Әр варианттың өсімдігінен 5 өскінді алып, олардың массасын өлшеп аламыз. Осы өлшем бізде өсімдіктің ылғалды массасы (FW) болып саналады. Өлшенген өскіндерді 16-18 сағат аралығында дистилденген сумен инкубациялаймыз. Өсімдіктің тургорлық массасын (TW) инкубациядан кейін өлшейді. Көскіндерді өлшеу алдында фильтр қағаздарымен артық ылғалдан арылту үшін кептіріп алады. Көскіндерді 72 сағат 70⁰ C да кептіргіш шкафта кептіреміз. Кептіргеннен кейін өсімдіктің құрғақ массасын (DW) анықтайды.

Барлық өлшемдерді алып болған соң, судың салыстырмалы мөлшерін (RWC) келесі формула бойынша анықтайды:

$$RWC = [(FW-DW)/(TW-DW)] \times 100 \quad (1)$$

RWC- судың салыстырмалы мөлшері, FW- ылғалды масса, TW- тургорлық масса, DW- құрғақ масса [43].

Пигменттердің мөлшерін сандық әдіспен анықтау

Хлорофилл мен каротиноидтар жапырақтағы фотосинтездік аппараттың негізгі компоненттері болып табылады. Жапырақтағы пигменттердің мөлшері организмнің тіршілік әрекетіне және генетикалық табиғатына тәуелді болады. Сондықтан, оны өсімдіктің жас ерекшелігіне, онтогенездік және генетикалық ерекшеліктерді сипаттайтын физиологиялық көрсеткіш ретінде қарастыруға болады. Пигменттердің мөлшері өсімдіктің өніп-өскен жеріне де байланысты болады. Соя өсімдігінің жапырақтарынан 30 мг өлшеп алып, 90% спирт ерітіндісін фарфор келісінде еземіз, яғни экстракциялаймыз. Дайындалған гомогенатты микроцентрифугалық пробиркаға аударамыз. Центрифугалау 7000 айн/мин 10-15 минут аралығында жүргізіледі. Алынған экстракттың құрамындағы пигменттердің концентрациясын спектрофотометрмен анықтаймыз. Бұл пигменттердің мөлшерін өте дәлдікпен сандық әдіспен анықтауға мүмкіндік береді. Пигменттердің концентрациясын спектрофотометрде анықтау фотоэлектроколориметрдегідей оптикалық тығыздығы бойынша анықтайды. Спектрофотометрде анықтау фотоэлектроколориметрдегідей оптикалық тығыздығы бойынша анықтайды. Спектрофотометрде экстрактты оптикалық тығыздығы хлорофиллдің сіңіретін қызыл спектрдегі *a* мен *b* толқын ұзындықтарына және каротиноидтар сіңіретін максимум толқын ұзындықтарына сәйкес өлшенеді. Үш түрлі толқын ұзындығында өлшедік (440,649,665 нм).

Пигменттердің концентрациясын төмендегі теңдеулермен есептейді:

90% спирт ерітіндісі үшін (Ветштейн бойынша):

$$C_{\text{хл.}a} = 11,63 D_{663} - 2,39 D_{649}$$

$$C_{\text{хл.}b} = 20,11 D_{649} - 5,18 D_{665}$$

$$C_{\text{хл.}a} + \text{хл.}b = 6,45 D_{665} + 17,72 D_{649}$$

$$C_{\text{кар}} = 4,695 D_{440,5} - 0,228 C_{\text{хл.}a} + \text{хл.}b$$

Мұндағы, $C_{\text{хл.}a}$, $C_{\text{хл.}b}$, $C_{\text{хл.}a} + \text{хл.}b$, $C_{\text{кар}}$ – сәйкесінше хлорофилл *a*, *b*, мен олардың жалпы мөлшері және каротиноид концентрациялары, мг/л; *D*- толқын ұзындықтарға сәйкес тәжірбиелік оптикалық тығыздықтар.

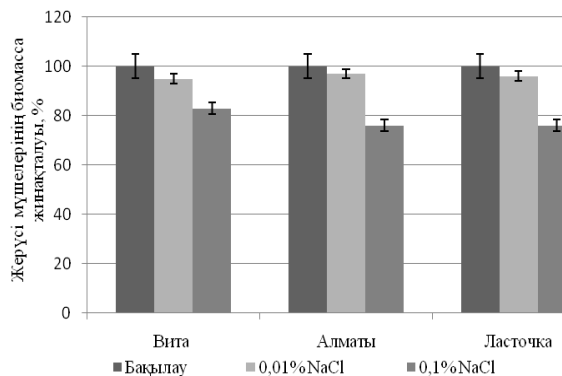
Зерттеу нәтижелері мен талқылау

Қазақстандағы негізгі экологиялық мәселелердің бірі ол - тұздану. Топырақ құрамының мөлшерден тыс тұздануы ауылшаруашылық дақылдарының өнім беру деңгейін төмендетеді. Топырақтың тұздылығы әлемнің көптеген бөліктерінде бұршақ өнімдерін өндірудің негізгі шектеуі болып табылады. Соған байланысты дәннің өну көрсеткіштеріне, жер асты, жер үсті мүшелерінің құрғақ және ылғал массасына, сонымен қатар жапырақтарындағы судың салыстырмалы мөлшерін анықтау үшін сояның тұздылыққа сезімталдылығы зерттелді.

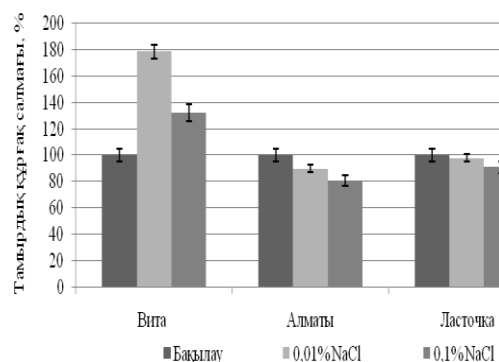
Зерттеу объектілер ретінде 14-күндік сояның (*Glycine max*) өскіндері алынды. Зерттеу жүргізу үшін сояның Вита, Алматы, Ласточка сорттары алынды. Сояның дәндерін келесі варианттар бойынша бақылау, 0,01% NaCl, 0,1% NaCl ерітінді қоспасымен топырақта 7 күн

өсірілді. Жер асты мүшелерінің және тамырларының ұзындығына, ылғал және құрғақ салмақтарына, судың салыстырмалы мөлшеріне тұзды жағдайлардың әсері зерттелді.

Жерүсті мүшелерінің ұзындығы бойынша 0,1% NaCl жоғарғы концентрациясына Алматы және Ласточка сорттары төзімді, ал Вита сорты сезімтал болып табылды. Осы концентрацияда жерүсті мүшелерінің өсуі бақылаумен салыстырғанда Алматы және Вита сорттарында 17% және 19% қысқарса, ал Ласточка сортында 28%-ға тежелген. Зерттеу нәтижесі бойынша, тұздың жоғарғы концентрациясында соя сорттарының жерүсті мүшесінің өсуін келесідегідей қатармен орналастыруға болады: Алматы (83) > Вита (81) > Ласточка (72). Жерүсті мүшелерінде биомасса жинақталуы Вита сортында 17%-ға, ал Ласточка мен Алматы сортында 24%-ға төмендегені байқалды. Биомасса жинақталуы бойынша жерүсті мүшелерінің төзімділік қатарын келесі қатар бойымен орналастырамыз (бақылаудан пайызы %): Вита (83) > Алматы (76) = Ласточка (76). (1-сурет).



1-сурет. Тұзды жағдайдың NaCl соя сорттарының мүшелерінің биомасса жинақталуына әсері



2- сурет.- Тұзды жағдайдың NaCl соя жерүсті сорттарының тамырының биомасса жинақталуына әсері

Соя сорттарының жер үсті мүшелердің ылғал салмағы бойынша зерттеу нәтижелері негізінде бақылау деңгейімен салыстырғанда Вита сорты 11% -ға, ал Ласточка және Алматы сорттары 12% -ға және 25% -ға төмендеген. Жер үсті мүшелердің ылғал салмағы бойынша зерттеу нәтижелеріне келесі қатар бойынан көруге болады (бақылаудан пайызы %): Вита (89%) > Ласточка (88%) > Алматы (75%).

Тұздың жоғарғы концентрациясында соя сорттары тамырының өсуі Вита және Ласточка сорттарына қарағанда Алматы сортының тамыр ұзындығы біршама қысқарған. Алматы сортында тамыр ұзындығы 26%-ға төмендесе, ал Вита және Ласточка сорттарында тамыр ұзындығы бақылаумен салыстырғанда 14%-ға және 20%-ға жоғарылаған.

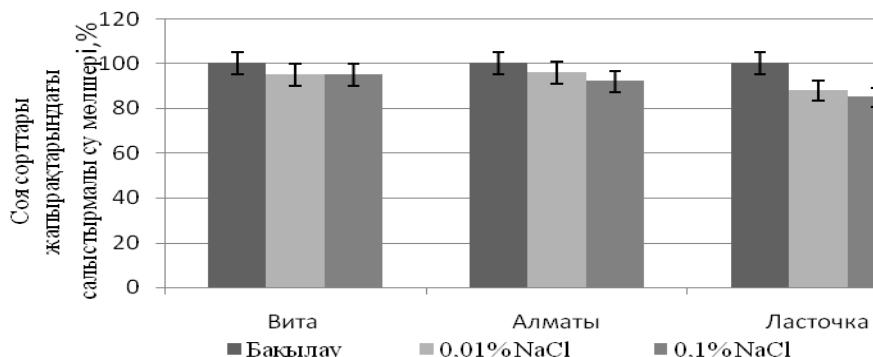
Тамыр ұзындығы бойынша төзімділік қатарын келесідегі қатармен орналастыруға болады (бақылаудан пайызы %): Ласточка (120%) > Вита (114%) > Алматы (74%).

Зерттеу бағыты бойынша тұздың жоғарғы концентрациясының әсерінен соя сорттары тамырының құрғақ салмағы бақылау деңгейімен салыстырғанда Вита сорты 32% -ға жоғарылаған, ал Ласточка және Алматы сорттары 9% -ға және 19% -ға төмендеген.

Тамырдың құрғақ салмағы бойынша алынған көрсеткіштерді келесі тізбекке орналастырамыз (бақылаудан пайызы %): Вита (132%) > Ласточка(91%) > Алматы (81%) (2 сурет). Тұзды жағдайда тамырдың ұзындығы жерүсті мүшелерімен салыстырғанда біршама деңгейде жоғарылаған. Құрғақшылық жағдайында өсімдіктерде стресстен қашу механизмі қосылуы мүмкін, бұл жағдайда тамыр жүйесінің ұзаруы байқалады.

Сонымен жерүсті мүшелерінде биомасса жинақталуы бойынша Алматы және Вита сорттары тұзға төзімді, ал Ласточка сорты сезімтал болып табылды. Тұздың концентрациялары жоғарыланған сайын физиологиялық параметрлері тежелген. Жалпы тұздың әсері бұл өсімдіктер өсуінің тежелуіне әкеледі. Тұздың концентрациясы белгілі деңгейге дейін жоғарыласа, өсімдіктің өсу үрдісінің жылдамдығы тежеліп, өсімдіктің мүшелері арасындағы қатынастары өзгеріп, тұтас олардың биомассасының біртіндеп төмендеуіне әкеледі.

Тұздың әр түрлі концентрациясында өскен соя сорттарында салыстырмалы су мөлшері азайған. Төменгі 0,01% NaCl концентрациясында өскен соя сорттарының жапырақтарындағы салыстырмалы су мөлшері бақылаумен салыстырғанда Алматы сортында 4%-ға, Вита сортында 5%-ға, Ласточка сортында 12%-ға төмендеген. Судың салыстырмалы мөлшері бойынша сорттарды келесідегідей қатарға орналастыруға болады: Алматы (96%) > Вита (95%) > Ласточка (88%).



3-сурет. Тұзды жағдайдың NaCl соя сорттарының салыстырмалы су мөлшеріне (RWC) әсері

Ал тұздың жоғары 0,1% NaCl концентрациясында судың салыстырмалы мөлшері Вита сортында 5%-ға, Алматы сортында 8%-ға, Ласточка сортында 15%-ға төмендеген. Осы көрсеткіш бойынша келесі тізбек бойымен орналастыруға болады: Вита (95%) > Алматы (92%) > Ласточка (85%) (3 сурет).

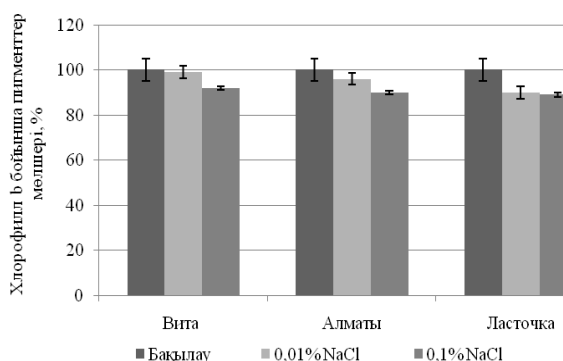
Тұздану процесіне әсіресе өсімдік жапырағы өте сезімтал келеді. Сонымен, тұзды жағдайда судың салыстырмалы мөлшері сезімтал сорттарға қарағанда төзімді сорттарда жоғары болды. Яғни, Вита және Алматы сорттары тұзды жағдайға төзімді болды, ал Ласточка сортында судың салыстырмалы мөлшері сезімталдық танытты. Тұздану әсерінен деградация және осмотикалық стресс пайда болады, сонымен қатар өсімдік ұлпаларындағы су мөлшері төмендейді. Натрий хлоридінің концентрациясының артуымен өсімдік мүшелері суды сақтау қабілеттілігін жоғалтады, ал бұл өз кезегінде өсімдіктің тұзға төзімсіздігін көрсетеді. Бірақ өсімдіктің түрлері өз ұлпаларында су мөлшерін зерттеу қасиетінің әртүрлілігімен сипатталады. Сондықтан өсімдік жапырақтарындағы су мөлшерін анықтау маңызды төзімділік көрсеткіші болып табылады.

Өсімдіктердің өсуінде және биомасса жинақталуында фотосинтездің белсенділігі тікелей әсер етеді. Фотосинтездік аппарат фотосинтез процесінде негізгі рөл атқарады. Сондықтан фотосинтездік пигменттерінің мөлшерінің өзгеруін анықтау өсу процестерінің тежелу механизмдерін зерттеуіне мүмкіндік береді. Тұзды жағдайда соя сорттар арасында фотосинтездік пигменттердің мөлшерінің ерекшеліктері қарастырылды. Зерттеу жүргізу бағытында сояның (*Glycine max*) Вита, Алматы, Ласточка сорттары алынды. Соя сорттарын бақылау, 0,01% NaCl, 0,1% NaCl концентрациясында 14-күн топырақта өсіріліп, соя сорттарының өскіндері алынды. Фотосинтез пигменттерінің мөлшеріне тұзды жағдайлардың әсері зерттелді. Сояның Вита, Алматы және Ласточка сорттары құрамындағы хлорофилл *a*, хлорофилл *b* және каротиноид пигменттерінің мөлшерін спектрофотометрлік әдістер арқылы жүзеге асырылды. Сояның Вита, Алматы, Ласточка сорттарын тұздың төменгі (0,01% NaCl) концентрациясында хлорофилл *a* пигменттерінің мөлшері төмендегені байқалды. Осы аталған тұзды ортаға төзімді Вита және Алматы сорттарының хлорофилл *a* пигменттерінің мөлшері 6%-ға (94% бақылауға) және 7%-ға (93% бақылауға) төмендеген, сезімталдылық танытқан Ласточка сорты 7%-ға төмендеген. Соя сорттарының төменгі тұз концентрациясында хлорофилл *a* пигменттерінің мөлшерінің төмендеу деңгейін келесі қатардан көруге болады (бақылаудан пайызы %): Вита (94%) > Алматы (93%) = Ласточка (93%).

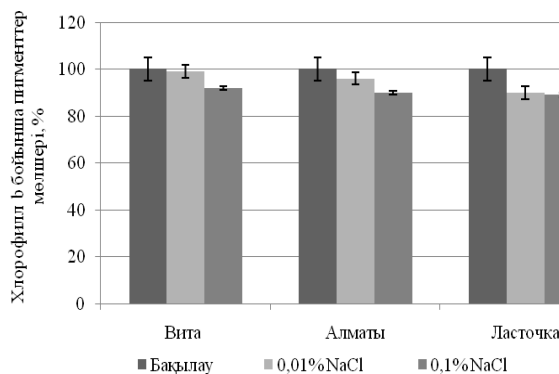
Зерттеу нәтижесі бойынша, хлорофилл *a* пигменті мөлшері тұздың жоғарғы концентрациясында (0,1% NaCl) Вита және Алматы сорттары 10%-ға және 13%-ға, ал Ласточка сорты 14%-ға бақылау деңгейімен салыстырғанда біршама төмендеген. Келесі тізбек қатарынан хлорофилл *a* мөлшерінің жинақталу ретін көруге болады (бақылаудан пайызы %): Вита (90%)> Алматы (87%) > Ласточка (86%) (4 сурет).

Хлорофилл *b* пигментінің жинақталу мөлшері осы толқын ұзындығында 0,01% NaCl концентрациясында Вита сорты бақылау деңгейінен 1%-ға, ал Алматы сорты 4%-ға, Ласточка 10%-ға төмендеген. Келесі тізбек қатарынан хлорофилл *b* мөлшерінің жинақталу ретін көруге болады (бақылаудан пайызы %): Вита (99%)> Алматы (96%) = Ласточка (96%).

Зерттеуге алынған Вита, Алматы, Ласточка сорттарының 0,1% NaCl тұздың жоғарғы концентрациясында хлорофилл *b* пигменті мөлшерінің жинақталуы байқалды. Хлорофилл *b* пигменттің жинақталуы мөлшері Вита сорты 92 % , Ласточка сорты 90%, Алматы сорты 89% бақылауға қарағанда көрсеткішке ие болғандығы анықталды.



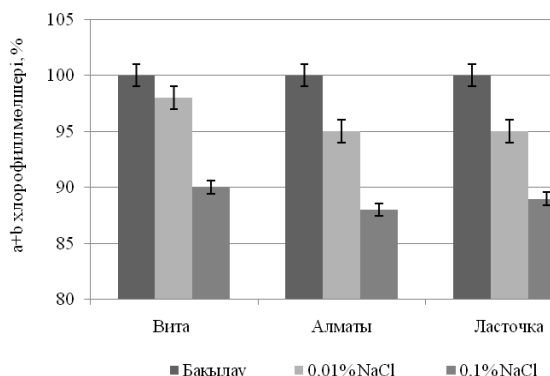
4-сурет. Соя сорттарының хлорофилл *a* пигменттеріне тұз иондарының әсері



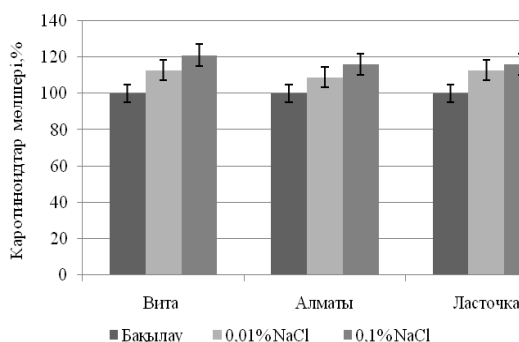
5-сурет. Соя сорттарының хлорофилл *b* пигменттеріне тұз иондарының әсері

Тұзданудың жоғарғы тұздылығының әсерінен хлорофилл *b* пигменті мөлшерінің жинақталу деңгейін келесі қатарға орналастырамыз (бақылаудан пайызы %): Вита (92) > Ласточка (90) > Алматы (89) (5 сурет).

Тұздың 0,01% NaCl төменгі концентрациясында *a+b* хлорофилл мөлшері бақылау деңгейінен Вита сортында 2%-ға, ал Алматы және Ласточка сорттарында хлорофиллдер мөлшері 5%-ға төмендеген.



6-сурет. Соя сорттарының *a+b* хлорофилл қосындысының пигменттеріне тұз иондарының әсері



7-сурет. Соя сорттарының каротиноидтар пигменттеріне тұз иондарының әсері

Тұздың (0,01% NaCl) төменгі концентрациясында *a+b* хлорофилл қосындысының мөлшерінің төмендеу деңгейін келесі тізбектен көреміз (бақылаудан пайызы %): Вита (98) > Алматы (95) = Ласточка (95) (6-сурет).

Тұздың жоғарғы 0,1% NaCl концентрациясынан *a+b* хлорофилл қосындысының мөлшері Вита сортында бақылауға қарағанда 90%, Алматы сортында 88%, Ласточка сортында 89% құрады (3 сурет) . Сондықтан Вита сортында 0,1% NaCl концентрациясында

$a+b$ хлорофилл мөлшері 10%-ға, Ласточка сортында 11%-ға, Алматы сортында 12%-ға төмендеген. Соя сорттарының тұздың (0,1% NaCl) жоғарғы концентрациясында $a+b$ хлорофилл қосындысының мөлшерін келесі қатарға орналасырамыз (бақылаудан пайызы %): Вита (90) > Алматы (88) > Ласточка (89).

Тұздың төменгі 0,01% NaCl концентрациясы әсерінен сояның зерттеуге алынған сорттарында каротиноидтардың жинақталу мөлшері бақылау деңгейімен салыстырғанда Вита және Ласточка сортында 13%-ға, Алматы сортында - 9%-ға жоғарылаған (7-сурет). Тұздың төменгі концентрациясы әсерінен каротиноид мөлшерінің жинақталуын келесі қатар бойына орналастырамыз (бақылаудан пайызы %): Вита (113) = Ласточка (113) > Алматы (109).

Зерттеуге алынған сояның Вита, Алматы, Ласточка сорттары тұздың 0,1% NaCl жоғарғы концентрациясында каротиноидтардың жинақталу мөлшерінде біршама өзгерістердің бар екендігі айқындалды. Сояның Вита сортында 21%-ға, ал Алматы және Ласточка сорттарында 16%-ға каротиноидтардың жинақталуы мөлшері жоғарылағандығы байқалды (4 сурет). Тұздың жоғарғы концентрациясы әсерінен каротиноид мөлшерінің жинақталуын келесі тізбекке орналастырамыз (бақылаудан пайызы %): Вита (121) > Ласточка (116) = Алматы (116).

Демек, тұз иондарының әсерінен зерттеуге алынған соя сорттарында фотосинтездік пигменттердің ішінде хлорофилл a , хлорофилл b , және $a+b$ хлорофилл қосындысының мөлшері сояның Вита және Алматы сорттарында жоғарылаған, ал Ласточка сортында төмендегені байқалды. Ал каротиноид мөлшерінің жинақталуы сояның зерттеуге алынған барлық сорттарында жоғарылаған.

Әдебиеттер

1. Meloni D.A., Gulotta M.R., Martinez C.A., Oliva M.A. «The effects of salt on growth nitrate reduction and proline and glycine-betaine accumulation in Prosopis alba», Braz J Plant Physiol, 16(2004), pp.39-46.
2. Yan L. «Effect of salt stress on seed germination and seedling growth of three salinity plants», Pakistan J Bio Sci, 11(2008), pp.1268-1272.
3. Munns R. «Genes and salt tolerance: bringing them together», New Phytol 167 (2005), pp. 645-663.
4. Иванов Ю.В., Карташов А.В., Савочкин Ю.В. Устойчивость всходов Pinus silvestris и Picea abies к солевому стрессу // Лесной вестник. - 2010. - № 3(72). – С.119–122.
5. Cramer G., Bowman D.C. «Cell elongation control under stress conditions», Pessarakli M. Handbook of plant and crop stress. New York: Marcel Dekker Inc., (1993), pp.303 - 320.
6. Munns R. «Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses», Plant Cell Environ, -1993. -Vol. 16. -pp.15 - 24.
7. Cosgrove D.J., Li Z.C. «Role of expansin in developmental and light of growth and wall extension in oat coleoptiles», Plant. Physiol. - 1993. - Vol. 103. - pp.1321 - 1328.
8. Клышев Л. К. Биохимические и молекулярные аспекты исследования солеустойчивости растений // Проблемы солеустойчивости растений. - 1989. – 195с.
9. Sairam R.K., Tyagi A. «Physiology and Molecular biology of salinity stress tolerance in plants», Current Science.- 2004. - Vol. 86, -pp. 407-421.
10. Аббасова З. И., Алиахвердиев С. Р., Зейналов Э. М., Гучейнова Н. Б. Конформационные изменения митохондрий при солевом стрессе // Третий съезд Всероссийского общества физиологов растений: тезисы докладов, - Санкт-Петербург, - 1993. - 464с.
11. Касумов Н. А. Физиолого-биологические аспекты механизма действия солей на растительный организм. – Баку, 1983. - 142 с.
12. Балконин Ю. В., Строганов Б. П. Значение солевого обмена в солеустойчивости

- растений // Проблемы солеустойчивости растений, - под ред. акад. ВАСХНИЛ Имамалиева А. И., - Ташкент, - изд-во «ФАН» Узбекской ССР, 1989. – С.45-64
13. Федяева Т. Ю., Петров А.А., Спиридонов А. Е. Биометрические показатели у кукурузы при постоянном и прогрессирующем хлоридном засолении // Известия ТСХА. – 1988. – С. 99-103.
 14. Минаев С. В., Солдатов С. Е., Таланова В. В., Титов А. Ф. Исследование реакции проростков огурца и пшеницы на хлоридное засоление// Биологические исследования растительных и животных систем. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1992. – С.17-23.
 15. Шарипханова А.С. Өсімдіктер экологиясы // Оқу құралы. - Өскемен: С. Аманжолов атындағы ШҚМУ баспасы, -2011. – 111 б.
 16. Строганов Б. П. Метаболизм растений в условиях засоления // 33-е Тимирязевское чтение. – М.: 1973. - 51 с.
 17. Полевой В. В. Физиология растений: Учеб.для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1989. –С.428-430.
 18. Михайловская И. С. Строение растений в связи с условиями жизни: учеб. Пособие для студентов-заочников биологических факультетов пединститутов. - изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1977. – С.81-86.
 19. Demirae T., Turkan J. «Exogenous glycinebetaine affects growth and praline accumulation and regards senescence in two rice cultivars under NaCl stress», Environ. Exp. Bot. - 2006. - Vol.56, pp.72-79.
 20. Maggio A., Raimondi G. «Salt stress response in tomato beyond the salinity tolerance threshold.», Environ. Exp. Bot. - 2007. – Vol. 59, - pp. 276-282.
 21. Singh A., Prasad R. «Salt stress effect growth and cell wall bound enzymes in Arachis hypogaea L. seedlings», International journal of integrity biology. - 2009. - Vol.7, - pp. 117-123.
 22. Khan M.S. «Evaluation of soybean genotypes in relation to yield performance, salinity and drought tolerance», Department of Agronomy, Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University (BSMRAU), Gazipur-1706, Bangladesh. (2013).pp. 11-16
 23. Mannan M.A., Karim M.A., Haque M.M., Khaliq Q.A., Higuchi H. «Response of soybean to salinity: II», Growth and yield of some selected genotypes. Trop Agr Develop, 57(2013), pp. 31-41.
 24. Kabir M.A., Karim M.A., Azad M.A. «Effect of potassium on salinity tolerance of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilezek)», J Biol Sci, 4(2004),pp.103-110.
 25. Dolatabadian A., Seyed A., Mohammad D., Modarres S., Faezeh G. «Effect of Salinity on Growth. xylem structure and anatomical characteristics of soybean», Journal Notulae Scientia Biologica.-2011- Vol 3, pp.223-228.
 26. Tsui-Hung P., Guihua Sh., Hon-Ming L. «Salt Tolerance in Soybean», Journal of Integrative», -2008- Vol. 50. – pp.1196–1212.
 27. Баят Ф., Ширан Б., Беляев Д.В. и др. Повышенная устойчивость к засолению растений картофеля, трансформированных геном вакуолярного Na⁺/H⁺-антипортера ячменя HvNHX2 // Физиология растений.- 2010.-Т. 57.- С. 744–755.
 28. L. Raul, O. Andres, L. Armado, M. Bernardo, T. «Enrique Response to salinity of three grain legumes for potential cultivation in arid areas (plant nutrition)», Soil Sci. Plant Nutr., – Vol. 49 (2003), pp. 329-336.
 29. P.B.S. Gama, S. Inanaga, K. Tanaka, R. Nakazawa Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress Afr. J. Biotechnol., – Vol. 6 (2), (2007), pp. 79-88.
 30. Jamil M., Lee C.C., Rehman S.U., Lee D.B., Ashraf M., Rha E.S., «Salinity (NaCl) tolerance of brassica species at germination and early seedling growth». Electronic J. Environ. Agric. Food Chem., Vol. 15, (2005), pp. 121-129.

31. Ha E., Ikhajiagba B., Bamidele J.F., Ogic-odia E. «Salinity effects on young healthy seedling of *kyllingia peruviana* collected from escravos, Delta state Global», J. Environ. Res., Vol. 2, (2008), pp. 74-88.
32. Bayuelo J.S., Debouk D.G., Lynch J.P «Salinity tolerance in phaseolus species during early vegetative growth Crop Si.», J. Agron. Crop Sci., Vol. 7, (2002), pp. 2184-2192.
33. Niaz B.H., Athar M., Salim., MROzema J. «Growth and ionic relations of fodder beet and sea beet under saline CEERS», J. Agron. Crop Sci., 2 (2005), pp. 113-120.
34. Taffouo V.D., Kouamou J.K., Ngalangue L.M., Ndjeudji B.A., Akoa A. « Effects of salinity stress on growth, ions partitioning and yield of some cowpea (*Vigna unguiculata* L., walp) cultivars», International Journal of botany, Vol.5, (2009), pp. 135-143.
35. Memon S.A., Hou X., Wang L.J. «Morphological analysis of salt stress response of pak Choi EJEAFChe», Egyption Journal of Genetics and Citology, Vol.9 (2010), pp. 248-254.
36. Saffan S.E. «Effect of salinity and osmotic stresses on some economic plants» Res. J. Agric. Biol. Sci., Vol.4 (2008), pp. 159-166.
37. Turan M.A., Kalkat V., Taban S. «Salinity-induced stomatal resistance, proline, chlorophyll and Ion concentrations of bean», Int. J. Agric. Res., Vol.2 (2007), pp. 483-488.
38. Saqib M., Zorb C., Schubert S. «Salt resistant and salt-sensitive wheat genotypes show similar biochemical reaction at protein level in the first phase of salt stress» J. Plant Nutr. Soil Sci., Vol.169 (2006), pp. 542-548.
39. Sultana N., Ikeda T., Itoh R. «Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains», Environ. Exp. Bot., Vol.42(2000), pp. 211-220
40. Tort N., Turkyilmaz B. A. «Physiological investigation on the mechanisms of salinity tolerance in some barley culture forms», International Journal of Current reuserch in Boscinces and Plant Biology, Vol.27 (2004), pp. 1-16.
41. Murillo-Amador B., Yamada S., Yamaguch T., Puente E.R., Serrano N.A., Hernandez L.G., Aguilar R.L., Dieguez E.T., Garibay A.N. «Salinity toxicity influence of calcium silicate on growth physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress» J. Agron. Crop Sci., Vol.193 (2007), pp. 413-421.
42. Taffouo V.D., Wamba O.F., Yombi E., Nono G.V., Akoe A. «Growth, yield, water status and ionic distribution response of three bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L.) verdc. landraces grown under saline conditions. Int. J. Bot., Vol.6 (2010), pp. 53-58.
43. Schonfeld M.A., Johnson B.F., Mornhiweg D.W. «Water relations in winter wheat as drought resistance indicator», Crop Sci.- 1988. - Vol. 28. - pp. 526-531.

References

- 1 Abbacova ZI Aliahverdiev CR Zeynalov AB Gucheynova NB Konformatsionnye ismenenia mitohondry pri solevoi stresse. [Consonant changes in mitochondria with a co-operative].Trety cezd Vcerocciyckogo obschectva fiziologov racteny: tezicy dokladov – Cankt. Peterburg. Trety cezd Vcerocciyckogo obschectva fiziologov racteny: tezicy dokladov – Cankt-Peterburg.464. (in Russian)
- 2 Balkonin YV, Ctroganov BP (1989) «Znachenie colevogo obmena in coleuctoychivocti racteny». [The meaning of a co-operative measure in the co-existence of solutions].Problemy coleuctoychivocti racteny. pod red.akad. VACHNIL Imamalieva I. Tashkent.isd-vo «FAN» Uzbekckoy CCR, 45-64. (in Russian)
- 3 Bayuelo J.S., Debouk D.G., Lynch J.P «Salinity tolerance in phaseolus species during early vegetative growth Crop Si.», J. Agron. Crop Sci., Vol. 7, (2002), pp. 2184-2192.
- 4 Bayat F Sheeran B Belyaev DV (2010) SALSUGO Capsicum annum plantis augeri resistentia ad transformed cum de gene vacuolar Na + / H antiporter HvNHX2. [Increased resistance to salinization of potato plants transformed with the vacuolar Na + / H + - antiporter gene of barley HvNHX2]. Fisiologiya rasteniy.57:744-755 (in Russian)
- 5 Cramer G Bowman DC (1993) «Cell elongation control under stress conditions», Pessarakli M. Handbook of plant and crop stress. New York: Marcel Dekker Inc.303 - 320.

- 6 Cosgrove DJ Li ZC (1993) «Role of expansin in developmental and light of growth and wall extension in oat coleoptiles». Plant. Physiol. 103:1321 - 1328.
- 7 Ctroganov BP (1973) Metabolizm racteny in ucloviyah zacoleniya. [Metabolism of separations in the conditions of soltes].33-e Timiryazevckoe chtenie. M.51. (in Russian)
- 8 Demirae T Turkan J (2006)«Exogenous glycinebetaine affects growth and praline accumulation and regards senescence in two rice cultivars under NaCl stress». Environ. Exp. Bot.56:72-79.
- 9 Dolatabadian A Seyed A Mohammad D Modarres S Faezeh G (2011) «Effect of Salinity on Growth. xylem structure and anatomical characteristics of soybean». Journal Notulae Scientia Biologica.3:223-228.
- 10 Gama PB Inanaga S K. Tanaka R (2007) Nakazawa Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress Afr. J. Biotechnol. 6: 79-88.
- 11 Ha E Ikhajiagba B Bamidele JF Ogic-odia E (2008),«Salinity effects on young healthy seedling of *kyllingia peruviana* collected from escravos, Delta state Global», J. Environ. Res. 2:74-88.
- 12 Ivanov Y V Kartashov W Cavochkin V (2010) «Uctoychivost vchodov abies pinus silvestris, et ad colevomu ctrecu», [Stability of the *Pinus silvestris* and *Picea abies* inflows to the co-operative stage].Lecnoy vectnik. N3(72):119-122. (in Russian)
- 13 Jamil M., Lee C.C., Rehman S.U., Lee D.B., Ashraf M., Rha E.S., «Salinity (NaCl) tolerance of brassica species at germination and early seedling growth». Electronic J. Environ. Agric. Food Chem., Vol. 15, (2005), pp. 121-129.
- 14 Fedyaeva C Petrov AA Cpiridonov AE (1988) Biometricheskie pokazateli farre et ad poctoyannom progrecciruyuschem hloridnom zacolenii. [Biometric caterpillars in maize with persistent and permeating chloridation].Izvestiya TCHA. 99-103. (in Russian)
- 15 Klyshev L (1989) Biohimicheskie et molekulyarnye acpekty icclədovaniya coleuctoychivosti racteny. [Biochemical and molecular properties of the use of cohesion resistance].Problemy coleuctoychivosti racteny.195. (in Russian)
- 16 Khan MS (2013) «Evaluation of soybean genotypes in relation to yield performance, salinity and drought». Department of Agronomy. Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University (BSMRAU). Gazipur-1706. Bangladesh.11-16
- 17 Kabir MA Karim MA Azad MA (2004) «Effect of potassium on salinity tolerance of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilezek)». J Biol Sci. 4:103-110.
- 18 Kacumov NA (1983) Fiziologo-biologicheskie acpekty mehanizma deystviya coley na ractitelny organizm. [Consonant changes in mitochondria with a co-operative]. Baku.142. (in Russian)
- 19 Yan L (2008) «Effect of salt stress on seed germination and seedling growth of three salinity plants». Pakistan J Bio Sci.11:1268-1272.
- 20 Munns R (2005) «Genes and salt tolerance: bringing them together». New Phytol 167: 645-663.
- 21 Meloni DA Gulotta MR Martinez CA Oliva MA (2004). «The effects of saltson growth nitrate reduction and proline and glycine-betaine accumulation in *Prosopisalba*». Braz J Plant Physiol. 16:39-46.
- 22 Mihaylovckaya IC(1977) Ctroenie racteny in sviasi c ucloviyami jisni. [The destruction of life in relation to the conditions of life]. Pocobie dla ctudentov-zaocnikov biologicheskikh fakultetov pedinctitotov. isd.2-e. pererab. I dop.-M.:prosveshenie. 81-86. (in Russian)
- 23 Maggio A Raimondi G (2007) «Salt stress rəponce in tomato beyond the salinity tolerance threshold.», Environ. Exp. Bot.59: 276-282.
- 24 Mannan MA Karim MA Haque MM Khaliq QA Higuchi H (2013) «Response of soybean to salinity: II». Growth and yield of some selected genotypes. Trop Agr Develop. 57: 31-41.
- 25 Minaev CV Coldatov CE Talanova BB Titov AF (1992) Icclədovanie motus prorocckov ogurtsa et pshenitsy hloridnoe zacolenie. [The study of the reaction of cucumber and biscuits

- on a chloride seed]. Biologicheskii issledovaniya ractitelnyh i zhivotnyh cistem. Petrozavodck: Karel'sky nauchny tsentr PAN.17-23. (in Russian)
- 26 Munns R (1993) «Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses». *Plant Cell Environ.* 16:15 - 24.
 - 27 Memon SA Hou X Wang LJ (2010) «Morphological analysis of salt stress response of pak Choi EJEAFCh», *Egyptian Journal of Genetics and Cytology.* 9:248-254.
 - 28 Murillo-Amador B Yamada S Yamaguchi T Puente ER Serrano NA Hernandez LG Aguilar RL Dieguez ET Garibay AN (2007) «Salinity toxicity influence of calcium silicate on growth physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress» *J. Agron. Crop Sci.*, 193:413-421.
 - 29 Niaz BH Athar M Salim M Rozema J (2005) «Growth and ionic relations of fodder beet and sea beet under saline CEERS». *J. Agron. Crop Sci.*, 2:113-120.
 - 30 Polevoy VV (1989) *Fiziologiya racteny. [Physiology of plants]. Ucheb.dlya biol. cpets. vuzov. - M.: Vycsh. shk.*428-430. (in Russian)
 - 31 Sairam RK Tyagi A (2004) «Physiology and Molecular biology of salinity stress tolerance in plants». *Current Science.*86:407-421.
 - 32 Schriepshainow AC (2011) *Osindikter ekologiaci. [Ecology of plants]. Oku kuraly. S. Amangolov atindagi ShKMU baspasy.* 111. (in Kazakh)
 - 33 Singh A Prasad R (2009) «Salt stress effect growth and cell wall bound enzymes in *Arachis hypogaea* L. seedlings». *International journal of integraty biology.* 7:117-123.
 - 34 Saffan SE (2008) «Effect of salinity and osmotic stresses on some economic plants» *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 4:159-166.
 - 35 Saqib M Zorb C Schubert S (2006) «Salt resistant and salt-sensitive wheat genotypes show similar biochemical reaction at protein level in the first phase of salt stress» *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169:542-548.
 - 36 Sultana N Ikeda T Itoh R (2000) «Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains». *Environ. Exp. Bot.*, 42:211-220
 - 37 Schonfeld MA Johnson BF Mornhiweg (1988) DW «Water relations in winter wheat as drought resistance indicator», *Crop Sci.*28:526-531.
 - 38 Tsui-Hung P Guihua Sh Hon-Ming L(2008) «Salt Tolerance in Soybean» *Journal of Integrative.* 50:1196–1212.
 - 39 Taffouo VD Kouamou JK Ngalangue LM Ndjeudji BA Akoa A (2009) «Effects of salinity stress on growth, ions partitioning and yield of some cowpea (*Vigna unguiculata* L., walp) cultivars». *International Journal of botany.* 5:135-143.
 - 40 Turan MA V Taban S (2007) «Salinity-induced stomatal resistance, proline, chlorophyll and Ion concentrations of bean». *Int. J. Agric. Res.*2: 483-488.
 - 41 Taffouo VD Wamba OF Yombi E Nono GV Akoe A (2010) «Growth, yield, water status and ionic distribution response of three bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L.) verdc. landraces grown under saline conditions. *Int. J. Bot.*, 6:53-58.
 - 42 Tort N Turkyilmaz B A(2004) «Physiological investigation on the mechanisms of salinity tolerance in some barley culture forms», *International Journal of Current reuserch in Boscinces and Plant Biology.*..27:1-16.
 - 43 Raul L Andres O Armado L Bernardo M (2003) «Enrique Response to salinity of three grain legumes for potential cultivation in arid areas (plant nutrition)». *Soil Sci. Plant Nutr.* 49: 329-336.