






Е.А. Киришбаев<sup>1</sup> , Ә.Е. Оразбаев<sup>1</sup> , С.К. Турашева<sup>1</sup> ,  
Г.А. Байсеитова<sup>2</sup> , Э.Н. Турдығалиева<sup>1</sup> , Д.А. Байсейтов<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: er\_biol@mail.ru

## ҚАНТ ҚҰМАЙЫ (*SORGHUM SACCHARATUM* (L.) PERS.) СОРТТАРЫНЫҢ ТҰЗДАНУҒА ТӨЗІМДІЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Қарастырылып отырған мақалада қоршаған ортаның стресс факторларының бірі NaCl тұзының өсімдіктерге улы әсерін және тұздануға өсімдіктердің сезімталдылығының жауабы ретіндегі бөлінетін стресстік активті заттарды (пролин) зерттеуге бағытталған. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей өну-өсу барысында Ресейлік Ларец және қазақстандық Қазақстан-20 сортының біршама жақсы өсіп-дамитындығы анықталды. Ал, қытайлық Құлжа сортының тұздануға сезімталдылығы жоғары екендігі байқалады. Салыстырмалы зерттеу барысында тұздануға төзімділік Ларец және Қазақстан-20 сортынан анықталды. Ал, стресстік активті заттардың синтезінің жоғары мөлшері тұзға сезімтал Құлжа сортында болатындығы белгілі болды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей құмай дақылының тұздануға төзімділігі деп алынған көрсеткіші, яғни, жер үсті биомасса жинақтауымен пролин синтезі арасында ешқандай да байланысы сақталмайтындығы белгілі болды. Өсімдіктерде жер үсті биомассасы тұздың концентрациясы жоғарылаған сайын басқа сорттармен салыстырғанда Қазақстан-20 сортында біршама жоғары (78,22-ден 69,82 %) болған кезде пролин мөлшері де біршама жоғарылап келіп, ең жоғары концентрация әсерінен күрт төмендеген. Ал Ларец сортында да жақсы биомасса жинақтауымен пролин синтезі керісінше бірден төмендей бергендігі анықталды. Тәжірибе нәтижелері көрсеткендей ең сезімтал Құлжа сортында сабағының биомассасы төмендеген сайын пролин синтезі керісінше артып отырды. Бұл пролин мөлшерінің құмай дақылы үшін төзімділіктің механизміне жауап бере алмайтындығын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** NaCl, тұздану, пролин, құмай, стресс, шаперон, биомасса, төзімділік.

Ye.A. Kirshibayev<sup>1\*</sup>, A.Ye. Orazbayev<sup>1</sup>, S.K. Turasheva<sup>1</sup>,  
G.A. Baiseitova<sup>2</sup>, E.N. Turdygaliyeva<sup>1</sup>, D.A. Baiseitov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: er\_biol@mail.ru

### Peculiarities of salt tolerance of sugar sorghum (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) varieties

This article is devoted to the study of the toxic effect of NaCl on sorghum plants, as one of the environmental stress factors and the release of stress-active substance (proline), as one of sensitive response of plant to salinity. The results of the study showed that the Russian variety Larets and the Kazakh variety Kazakhstan-20 germinate and grow well on saline soils. In a comparative study of sorghum varieties, a high degree of salt tolerance was determined in varieties Larets and Kazakhstan-20 and a high sensitivity to salinity of the Chinese variety Kulzha. It was found that the salt-sensitive cultivar Kulzha had a high level of synthesis of stress-active substances. The research results showed that the synthesis of proline, as one of the indicators of resistance to salinity, is not directly related to the accumulation of aboveground biomass. It was noticed that as the concentration of salt in the soil in the variety Kazakhstan-20 increased, the aboveground biomass was high for some time (from 78.22 to 69.82) and the amount of proline was also high for some time, but due to an increase in the concentration of salt in the soil, the content of proline significantly decreased. On the other hand, in the Larets cultivar, on the contrary, with the accumulation of biomass, the synthesis of proline immediately decreased. In the cultivar Kulzha, which is most sensitive to salinity, as the biomass of the stem decreased, the synthesis of proline, on the contrary, increased. This indicates that proline synthesis is not associated with a stress tolerance response in a crop such as sorghum.

**Key words:** NaCl, salinization, proline, sorghum, stress, chaperone, biomass, tolerance.

Е.А. Киршибаев<sup>1</sup>, А.Е. Оразбаев<sup>1</sup>, С.К. Турашева<sup>1</sup>,  
Г.А. Байсеитова<sup>2</sup>, Э.Н. Турдығалиева<sup>1</sup>, Д.А. Байсейтов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: er\_biol@mail.ru

### Особенности устойчивости к засолению сортов сахарного сорго (*Sorghum Saccharatum L. Pers*)

В статье проводится исследование токсического действия соли NaCl на растения сорго как одного из стрессовых факторов окружающей среды и высвобождение стресс-активного вещества пролина как одной из ответных чувствительных реакций растений на засоление. Результаты исследования показали, что лучше всех прорастают на засоленных почвах российский сорт Ларец и казахстанский сорт Казахстан-20. В сравнительном исследовании сортов сорго определена высокая степень солеустойчивости у сортов Ларец и Казахстан-20 и высокая чувствительность к засолению китайского сорта Кулжа. Установлено, что у солечувствительного сорта Кулжа наблюдался высокий уровень синтеза стресс-активных веществ. Результаты исследований показали, что синтез пролина как одного из показателя устойчивости к засолению напрямую не связан с накоплением надземной биомассы. Было замечено, что по мере увеличения концентрации соли в почве у сорта Казахстан-20 надземная биомасса некоторое время была большой (от 78,22 до 69,82) и количество пролина тоже некоторое время было высоким, но вследствие возрастания концентрации соли в почве содержание пролина резко снижалось. У сорта Ларец, наоборот, при накоплении биомассы синтез пролина сразу снижался. У наиболее чувствительного к засолению сорта Кулжа по мере уменьшения биомассы стебля синтез пролина, наоборот, увеличивался. Это указывает на то, что синтез пролина не связан с ответной реакцией в механизме устойчивости к стрессам у такой культуры, как сорго.

**Ключевые слова:** NaCl, засоление, пролин, сорго, стресс, шаперон, биомасса, толерантность.

#### Мәселенің өзектілігі

Өсімдіктерге қолайлыз факторлардың бірі – тұздану. Біріккен ұлттар ұйымының (БҰҰ) азық-түлік және ауылшаруашылық саласының соңғы мәліметтері бойынша 800 миллион гектардан астам жер тұздануға ұшыраған. Топырақтың хлоридті тұзданудың әсері өсімдік тамырының қоректенуін және гликофиттердің су режимін едәуір бұзады, фотосинтез процесін тежейді, нәтижесінде өсімдіктердің өсуі мен олардың өнімділігі төмендейді [1, 2,3]

Тұздану-сыртқы ортаның маңызды абиотикалық факторларының бірі, тұздануға өсімдік түрлері мен сорттарында сезімталдығы әр түрлі болып келеді [4, 5, 6]. Онтогенездің бастапқы кезеңдерінде өсімдіктердің тұздануға төзімділігі өсу функциясының белсенділігімен анықталады. Тұзға төзімділіктің маңызды критерийі-тұзды топырақтардағы өсімдіктердің өнімділігі. Алайда, дала жағдайында тұзға төзімді формаларды іріктеу тұзды учаскелердің біркелкі бөлінбеуі қиындатады [7, 8, 9]. Сондықтан, бақыланатын зертханалық жағдайда өсімдіктердің тұздануға төзімділігін бағалау тәсілдерін іздеу тоқтатылмайды. Іріктеудің тиімділігін арттыру үшін тұзға төзімділік қалай қалыптасатынын жақсы түсіну қажет. Өсімдіктерге тұздану әсері екі фактормен сезіледі: цитоплазма-

да иондардың жиналуымен байланысты улы компонент және топырақта иондардың артық болуына байланысты судың жетіспеушілігі [10]. Зерттеушілердің басты назары тұздану кезінде иондық гомеостазды қамтамасыз ететін механизмдерді зерттеу қызықтырады [11 12]. Бұл жағдайда осмотикалық компонент улы компоненттің көрінісін жасыратын фактор ретінде қабылданады [8]. Сонымен бірге, бұл компоненттер белгілі бір дәрежеде өзара байланысты: иондар өсімдікке транспирациялық ағынмен енеді, ал олардың жинақталуы су алмасуын бұзады (мысалы, устьицалық аппараттың жұмысы) [13, 14 ]. Устьицалық өткізгіштіктің реттелуі су жетіспеген жағдайда өсімдіктердегі су тепе-теңдігін сақтаудың маңызды механизмдерінің бірі болып табылады [15, 16]. Осыған дейін көптеген авторлар арпа өсімдіктері тіндерінің өсуін қалпына келтіру және тұздану әрекеті кезінде вегетацияны сақтау устьицалардың тез жабылуымен байланысты екенін көрсетті [17, 18]. Бірақ тұздану кезіндегі транспирацияның рөлі туралы әдеби көздер кері тұжырым береді. Устьицалық өткізгіштік тұзға төзімді өсімдіктерде жоғары екендігі туралы мәлімдемелерді кездестіруге болады, сондай-ақ оның тұздануға сезімтал өсімдіктерде жоғары екендігі туралы қарама-қарсы мәлімдемелерді кездестіруге болады [19].

Тұздану кезінде өсімдік жасушаларына тұз иондардың шамадан тыс түсуі ондағы жоғары молекулалы заттардың құрылымы мен қызметін бұзады, гомеостазын туғызып оттегінің белсенді түрлерінің (ОБФ) шамадан тыс синтезіне алып келеді [20]. Алайда, тікелей ұйтты әсерден басқа, тұздану өсімдіктерде осмотикалық стрессті тудырады, бұл өсімдіктің тамыр жүйесінің су потенциалының күрт төмендеуіне алып келеді [21,22].

Өсімдіктегі бейорганикалық иондар мен су тепе-теңдігінің бұзылуына жауап ретінде бірқатар антистрессті механизмдер қосылады, оларға өсімдіктегі су ағынын қалпына келтіру үшін ортадан тұздардың сіңуін белсендіру және осы процеспен бірге үйлесімді осмолиттердің жасушаларында жинақтау кіреді. Ең көп таралған және маңызды осмолиттердің бірі-имино қышқылы, яғни пролин (Про). Алайда, қазіргі уақытта гликофиттердің осмотикалық функциясы (про) жиі орындалмайды. Бірқатар зерттеушілер Про-ның осмолит ретінде жұмыс істеуі туралы идеяны сынға алады [23, 24, 26].

Мұның бәрі топырақтың тұздану барысында өсімдіктердің зат алмасудың реттелуі мәселесін жеткіліксіз білетіндігімізді көрсетеді. Жұмыстың мақсаты – өсімдіктердің тұзға төзімділігін қалыптастырудағы өсу-даму үдерісінің реттелуі мен стресстік факторларға жауап ретіндегі активті заттардың (пролин) рөлін анықтау. Ол үшін тұзданудың құрғақшылыққа төзімділігімен ерекшеленетін өсімдіктер, яғни Құмай дақылының үш сортының өсімдіктеріне әсері зерттелді. Бұл сорттарды таңдау олардың тұзданудың осмотикалық компонентіне өсуде барысындағы реакциясы бойынша ерекшеленуі мүмкін деген болжамға байланысты болды, бұл активті заттар реакциясы ерекшеліктері мен тұзға төзімділік арасындағы байланысы болуы мүмкін. Зерттеуге алынған сорттар әр елдің топырақ-климат жағдайларына бейімделген, құмайдың қантты түрлерінің сорттары болып табылады.

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу материалы ретінде Қант құмайының жергілікті және шетелдік сорттары алынды. «Құлжа», «Ларец» және «Қазақстан 20».

Зерттеу жұмысында қант құмайы өсімдігінің «Құлжа» және «Боратала» сорттарының өну белсенділігіне хлорлы натрий тұзының түрлі концентрациясының (0,1 % NaCl, 0,2 % NaCl, 0,3 % NaCl) тигізетін әсері зерттелді.

Құмай тұқымдырын петри табақшаларына егу алдында, өнімді жаңа тұқымдарын сұрыптап алып, алдын ала стерильді жағдайдан өткен ыдыстарда  $KMnO_4$  ерітіндісінде 2-3 минутқа қойып, дистельденген сумен шайылды. Құмай өсімдігінің сорттарының тұқымдарын әр түрлі концентрациялы тұз ерітіндісі құйылған петри табақшаларына 30 данадан салып, үш қайталама жасалды. Құмай сорттарының тұқымдарын екен күннен бастап 3 күн құмайдың өну көрсеткіштерін есептеп отырылды. Үшінші күні құмай өсімдік линияларын әр түрлі концентрациялы (0,1%, 0,2%, 0,3%) тұз ерітіндісі құйылған ыдыстарға ауыстырылды. Құмайдың өсу қарқынын күтіп баптау жұмыстары жүргізіліп, тұзды жағдайда өсірілді.

Құмайдың өсу параметрлері: құмайдың жер-үсті мүшелері және тамырдың ұзарып өсуі, (см); құрғақ биомассаларының жинақталуы, (мг) 3-6-шы және 9 тәуліктен кейін есептеп анықталынды.

Өсімдік ұлпасындағы пролиннің мөлшері нингидрин реакциясы арқылы Симонян А.В., Саламатов А.А. [27] әдістері арқылы анықталды.

### Зерттеу нәтижелері мен талқылаулар

Құмай дақылының тұздануға төзімділігі зерханалық жағдайда жүргізілді. Ол үшін алдынала дайындалған ыдыстарға өсімдік дәндері отырғызылып өсімдік сорттарының дәнінің өну барысынан бастап тұзданудың әсері бақыланды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей тұздану өсімдік сорттарының алғашқы өну барысынан бастап өз әсерін көрсететіндігі анықталды (1-кесте).

Бірінші кесте нәтижелері көрсеткендей тұзданудың мөлшері артқан сайын өсімдіктердің дәнінің өну көрсеткіші керісінше төмендейтіндігі анықталды. Тек, Ресейлік Ларец және Қазақстандық Қазақстан-20 сорттарның төменгі мөлшердегі тұздың әсеріне керісінше оң әсерленгендігі байқалады. Ал, Қытайлық Құлжа сорты тек 6-шы күндік өну барысындағы дәндер санының 1 пайызға ғана артып қалған күндері ешқандай оң әсерленбегендігі байқалады. Дәнің өну барысы сорттар арасында аса қатты айырмашылықтың орын алмайтындығын көрсетіп отыр. Мысалы, Құлжа сорты бастапқы 3 күндікте бақылаумен салыстырғанда 71,54 пайызға төмендесе Ларец 62,93 пайызға ал, Қазақстан-20 сорты 71,83 пайызды көретті. Өсімдік дәндерінің өну энергетикасы тұз концентрациясына тәуелді бірақ уақыт өткен сайын өнгіштік артатындығын байқатты. Тұздың әлсіз концентрациясы дәнің өну барысын 6-шы

күндері керісінше оң әсер беретіндігі белгілі болды. Ал тұздану мөлшері жоғарылағанда кері әсері байқала береді. Дегенмен, өсімдіктер дәнінің өну көрсеткіші сорттар арасында аса қатты ауытқушылықтың болмағанын аңғартады. Тәжірибе нәтижелері көрсеткендей Құлжа сорты тәжірибенің 6-9-шы күндері 81,2-78,94 пайыз мөлшерінде болса, Ларецте бұл көрсеткіш 81,3-79,05 аралығын сақтаса Қазақстан-20 сортында да 82,4-81,71 мөлшерін көрсетті. Алынған деректерге сүйене отырып Құмай сорттарының дәнінің өнуі хлоры натрий тұзының ластану көрсеткішіне тәуелділігі ұқсас екендігін аңғаруға

болады. Орташа есеппен қарайтын болсақ Құмай сорттарының дәнінің өнгіштігі тәжірибеде жуық мөлшермен 20 пайыздай төмендейтіндігі байқалады. Бұл алынған мәлімет сорттардың тұзға төзімділіген анықтай алмағанымен тәжірибе жалғастырылғанда өсімдіктердің ары қарай өсіп дамуы барысында біршама ауытқушылықтардың орын алатындығы белгілі болы. Ондай көрсеткіштердің бірі өсімдіктердің тұзды ортада ұзара өсуі. Жалпы тұзды ортада өсімдіктердің тамыр және жер үсті бөлігінің ұзара өсуі тұздың концентрациясына тәуелді аса сезімталдылық байқатты (2-кесте).

**1-кесте** – Қант құмайы сорттарының NaCl тұзының әр түрлі концентрациясындағы дәндерінің өну энергиясы және өнгіштігі

№	NaCl конц-ры	Бастап-қы дән саны	3 күнде өнген дәндер саны	%	6 күнде өнген дәндер саны	%	9 күнде өнген дәндер саны	%
<b>Құлжа</b>								
1	Бақылау	30	24,6±1,55	100	25,0±1,33	100	26,6±0,22	100
2	0,1%		23,0±1,00	93,49	25,3±0,22	101,2	25,6±0,11	96,24
3	0,2%		20,0±0,33	81,80	24,3±0,22	97,2	25,0±0,00	93,98
4	0,3%		17,6±0,44	71,54	20,3±0,11	81,2	21,0±0,33	78,94
<b>Ларец</b>								
1	Бақылау	30	14,3±0,22	100	24,6±0,11	100	25,3±0,22	100
2	0,1%		13,6±0,88	95,10	25,0±0,00	101,6	25,6±0,11	101,2
3	0,2%		13,3±1,11	93,00	23,3±0,22	94,71	23,7±0,11	93,67
4	0,3%		9,0±1,00	62,93	20,0±0,33	81,30	20,0±0,33	79,05
<b>Қазақстан-20</b>								
1	Бақылау	30	21,3±0,22	100	25,0±1,33	100	25,7±1,1	100
2	0,1%		23,0±1,00	108	26,6±0,11	106,4	26,6±0,11	103,5
3	0,2%		19,0±2,33	89,20	23,0±0,67	92,00	24,0±0,67	93,38
4	0,3%		15,3±0,11	71,83	20,6±0,55	82,4	21,0±0,33	81,71

**2-кесте** – NaCl-дың әр түрлі концентрацияларында өскен қант құмайы сорттарының биопараметірлік көрсеткіштері (1-өсімдікке шаққандағы өсу көрсеткіші)

	NaCl конц-лары	Тамыр ұзындығы	%	Жер үсті бөлігінің ұзындығы	%
1	<b>Құлжа</b>				
	Бақылау	9,44±0,10	100	14,22±0,51	100
	0,1 %	7,43±0,91	78,70	12,74±0,12	89,59
	0,2 %	4,32±0,76	45,76	11,14±0,22	78,34
	0,3 %	0,43±0,03	4,55	3,6±0,07	25,31
2	<b>Ларец</b>				
	Бақылау	15,06±1,65	100	15,43±0,09	100
	0,1 %	17,02±0,20	113,01	15,84±0,18	102,65

	NaCl конц-лары	Тамыр ұзындығы	%	Жер үсті бөлігінің ұзындығы	%
	0,2 %	12,97±0,71	86,12	13,49±0,35	87,42
	0,3 %	10,48±0,02	69,58	2,13±0,01	13,80
3	Қазақстан-20				
	Бақылау	10,35±0,09	100	12,07±0,17	100
	0,1 %	4,85±2,45	46,85	10,35±0,31	85,74
	0,2 %	3,73±0,42	36,03	9,26±0,03	76,71
	0,3 %	2,52±0,3	24,34	8,02±0,30	66,44

Екінші кестеде нәтижелері көрсетіп тұрғандай Құмай сорттарының NaCl тұзының концентрациясы арта түскенде өсімдіктердің өсуі де керісінше төмендейтіндігін көрсетті. Тәжірибедегі сорттардың өсуі діннің өну көрсеткішіндей емес сорттар арасында өзіндік біршама сезімталдылығы бар екендігін байқатты. Мысалы, Құлжа сорттының тамырының өсуі ең жоғары концентрацияда 4,55 пайызды ғана құраса, сабағының да өсу көрсеткіші 25,31 пайыз мөлшерінде қалған. Ал, Ларец сорттын тамырының өсуі бақылау вариантымен салыстырғанда төменгі концентрацияда 13,01 пайызға керісінше жақсы өссе, тұздың концентрациясы артқанда бұл көрсеткіште төмендей берді 69,58 пайыз мөлшеріне дейін. Ал сабағы да бастапқы төменгі концентрацияда 2,65 пайызға жақсы өскенімен NaCl-дың мөлшері артқанда тіпті 13,80 пайызға дейін төмендеп кетті. Сорттар арасында Қазақстан-20 сорты біршама төзімділігімен ерекшеленді деуге негіз

бар. Себебі, өсімдіктің тамырының өсу барысы төменгі концентрацияларда ешқандай оң әсерленбегенімен жоғары концентрацияларда тамырдың өсуі 36,03-24,34 пайыз мөлшерінде сақталса, жер үсті мүшелерінің өсуі 66,44 % мөлшерінде ұзара өсуі сақталып қалған. Бұл көрсеткіш бойынша тәжірибедегі барлық сорттарда жоғары тұрғандығын көрсетеді. Тәжірибеден алынған нәтижелерге қарай отырып сорттар арасында мынанда тізім жасауға болады. Тамырдың өсуі бойынша: Ларец> Қазақстан-20> Құлжа, Ал, сабақтың өсуі бойынша Қазақстан-20 >Құлжа >Ларец. Осы алынған мәліметтерді нақтылай түсу үшін өсімдіктің өсу барысында қанша масса жинай алатындығы негізгі көрсеткішті нақтылай алары сөссіз. Себебі, өсімдіктің өсіп дамуының негізгі көрсеткіші оның барлық масса құрауында жатыр. Сондықтан, тәжірибедегі өсімдіктердің жалпы биомасса жинақтау көрсеткішіне де назар аударуға кеткен жөн (3-кесте).

**3-кесте** – NaCl-дың әр түрлі концентрацияларында өскен қант құмайы сорттарының 10 күндік өскіндерінің сабағы мен тамырының құрғақ салмақтары (мг)

<i>Құлжа</i>				
Варианттар	Сабақтың құрғақ салмағы	%	Тамырдың құрғақ салм	%
Бақылау	7,86± 0,18	100	2,24± 0,04	100
0,1 %	6,33±0,14	80,53	2,25± 0,08	100,44
0,2 %	6,16± 0,04	78,37	1,23± 0,01	54,91
0,3 %	3,86± 0,14	49,10	0,39±0,00	17,41
<i>Ларец</i>				
Бақылау	9,07±0,01	100	2,53±0,01	100
0,1 %	8,16±0,38	89,96	2,26±0,17	89,32
0,2 %	7,04±0,36	77,61	2,23±0,15	88,14
0,3 %	6,83±0,04	75,30	2,13±0,11	84,18

<i>Қазақстан-20</i>				
Бақылау	6,43±0,05	100	2,71±0,05	100
0,1 %	5,05±0,01	78,53	1,47±0,01	54,24
0,2 %	5,03±0,01	78,22	1,36±0,12	50,18
0,3 %	4,49±0,04	69,82	1,16±0,00	42,87

Үшінші кесте нәтижелерінен байқалып тұрғандай тәжірибедегі Құмай сорттарының құрғақ биомасса жинау көрсеткіштері өсімдіктердің ұзара өсу көрсеткішімен сәйкестігі аса қатты байқала қоймайды. Бұл сорттардың өзіндік биологиялық ерекшелігенде болуы мүмкін. Дегенмен, алынға нәтижелер Құлжа сортының тұздануға тәжірибедегі басқа сорттармен салыстырғанда біршама сезімтал екендігін байқауға болады. Ал, Ларец сортының тамыр жүйесінің ұзара өсуі оның жақсы биомасса жинауына да жақсы әсер бергендігін байқатады және ол жер үсті мүшесінің де жақсы биомасса жинақтауына өз әсерін бергендігі байқалады. Сорттар арасында Қазақстан-20 сорты өсу мен қатар биомасса жинақтау бойынша да ұқсас көрсеткіш көрсеткендегін аңғаруға болады. Мысалы, хлорлы натрий тұзының ең жоғары концентрациясымен салыстыратын болсақ тамырдың өсуі бойынша 75,30 пайызбен Ларец сорты ең жақсы көрсеткіш көрсетсе, Қазақстан-20 69,82 пайызбен өсу бойынша көрсеткен өз орнында қалды. Ал, 49,10 пайызбен Құлжа сортыда үшінші ретте сақталып тұр. Тәжірибедегі негізгі мүше жер үстінің биомасса жинақтауы бойынша 84,18 пайыздық көрсеткішпен Ларец сорты алғашқы орынды иемденсе 42,87 пайызбен Қазақстан-20, 17,41 пайызбен Құлжа сорты ең соңғы орынға жайғастырылады. Сонда тәжірибедегі сорттардың өсуі мен биомассасы бойынша төзімділік реті Ларец сорты ең төзімді сорт болып есептеледі. Ал Құлжа сорты тұздануға аса сезімтал болды деп айтуға болады. Ал, Қазақстан-20 сорты осы екі сорттың арасынан орын алады. Ларец сортының тамырының жақсы өсуі оның жер үсті биомассасының жақсы биомасса жинақтауына оң әсер бергендігі байқалады. Себебі, Ларец сортының жер үстінің аса биік бойлап өспегендігімен оның бұтақтанып масса жинағандығы байқалады. Ал, Құлжа сортының өсуіде биомасса жинақтауыда тұздануға аса сезімталдылығы тәжірибе көрсеткіштерінен

бірден байқалады. Алынған нәтижелердің сорттар арасындағы өзіндік тұздануға төзімділігінің биологиялық ерекшелігі деп айқындай түсу үшін стресс факторлар әсерінен өсімдіктердегі қорғаныш механизмінің бірі болатын пролин синтезіне әсерімен нақтылай кетуді жөн деп көрдік. Көптеген тұздануға төзімділік пен сезімталдылық бағытында жасалған ғылыми еңбектерде пролин синтезінің артуы төзімділік пен сезімталдылықтың негізі деп көрсетілетін қарама қайшы пікірлерді кездестіруге болады.

Әдеби көздерде әлі күнге дейін клеткаларда шоғырланған натрий мен хлор иондарының концентрациясымен пролин тудыратын NaCl концентрациясының арақатынасына жүйелі талдау жасалмаған. Соңғы жылдары пролин макромолекулалардың құрылымы мен биологиялық белсенділігін сақтай отырып қорғауға қабілетті, химиялық шаперон ретінде айтылып жатыр [25, 26]. Химиялық шаперондар туралы түсініктердің дамуы практикалық маңызы зор, бұл бейімделу процестерін түсіну және медициналық мақсаттар мен химия өнеркәсібі үшін ферменттерді сақтаудың жаңа технологияларын дамытуында жатыр.

Тұздануға жауап ретінде құмайдың барлық сорттарының өсімдік жер үсті бөлігінде пролиннің бос күйінде тез жиналуы орын алды. Бұл әсіресе тұзданудың жоғары концентрациясында байқалады. Сорттар арасында пролиннің ең жоғары концентрациясы Қазақстан-20 сортында байқалады 0,2%-дық концентрацияда 147,14 мг/г. құраған. Бұл сорттың сабағының жақсы өсіп, биомасса жинақтауы пролин мөлшерінің артуымен тура сәйкес келіп отырса. Керісінше, Ларец сортының жақсы өсуі мен ондағы пролин мөлшері керісінше төмендеуіне алып келгендігі байқалады. Ал, сорттар арасындағы сезімтал сорт деп есептелген Құлжа сортының сабағының биомассасы төмендеген сайын керісінше пролин мөлшерінің артып отырғандығы анықталды.

4-кесте – Тұзды ортадағы құмай сорттарының сабағындағы пролиннің мөлшері (мг/г)

Варианттар	Құлжа	%	Ларец	%	Қазақстан-20	%
Бақылау	0,73±0,02	100	0,70±0,03	100	0,70±0,03	100
0,1% NaCl	0,40±0,00	54,79	0,50±0,08	71,42	0,43±0,02	61,42
0,2%	0,50±0,03	68,49	0,36±0,01	51,42	1,03±0,14	147,14
0,3%	0,80±0,13	109,58	0,36±0,01	51,42	0,50±0,00	71,42

Жалпы, қант құмайы сорттарының сабағындағы пролиннің жинақталуы натрий хлоридінің концентрациясына тәуелділігі әлсіз. Тұздануға салыстырмалы түрде төзімді қант құмайының тек екі сортында (Қазақстан-20, Ларец) NaCl концентрациясының ұлғаюына қарай пролин мөлшерінің қарама қайшы көрсеткіште екендігі анықталды.

Осылайша, пролиннің жинақталуы мен өсімдіктердің стресстерге төзімділігі арасында тұрақты корреляциялық байланыстардың жоқтығын айтуға болады. Басқа зерттеушілер де осы бағыттағы ұстанымда екендігі айтылып кеткен.

### Қорытынды

Қорыта келе қоршаған ортаның хлоридті тұздануы өсімдіктерге өсу мен дамудың бастап-

қы кезеңдерінен әсер етеді, өсімдіктердің тұқымдарының өнуін, көшеттердің қалыптасуын, жекеленген мүшелердің арасында биомассаның жинақталуы мен таралу процестерін тежейді. Кейде NaCl-дың әлсіз концентрациясы тұқымның өнуіне және құмайдың кейбір сорттарының жер үсті органдарының биомассасына оң әсер етеді. Натрий мен хлор иондары жапырақтарда фотосинтездік пигменттердің пайда болуын ингибирлеп және жер үсті мүшелерінің мен қант құмайы көшеттерінің сабағындағы пролин синтезін күшейтеді немесе сорттың биологиялық ерекшелігіне қарай керісінше төмендететіндігі анықталды. Бұндай көрсеткіштер құмай дақылының сорттық ерекшелігінде жатқандығы деп есептеледі және сорттардың тұздануға төзімділігін басқада төзімділік механизмдерімен байланыстыра зерттеу қажет екендігін көрсетеді.

### Әдебиеттер

- 1 Flowers T.J. Improving crop salt tolerance // J. Exp. Botany. – 2004. –V. 55. – P. 307-319.
- 2 Nazia Talat. Alleviation of soil salinization and the management of saline soils, climate change, and soil interactions // Climate Change and Soil Interactions. – 2020. – P. 305-329.
- 3 Daliakopoulos I.N., Tsanis I.K., Koutroulis A., Kourgialas N.N., Varouchakis A.E., Karatzas G.P., Ritsemac C.J. The threat of soil salinity: A European scale review // Science of The Total Environment. – 2016. – Vol. 573.- P. 727-739.
- 4 Бабурина О.К., Леонова Т.Г. Динамика содержания Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup> в клетках суспензионной культуры люцерны при высоких концентрациях NaCl // Физиология растений.- 1994. – Т. 41. – С. 460-463.
- 5 Гринин А.Л., Холодова В.П., Кузнецов Вл.В. Сравнительный анализ физиологических механизмов солеустойчивости различных сортов горчицы // Вестник. Агрономия и животноводство. – 2010. – Т. 1. – С. 27-38.
- 6 Triston N. Hooks., Geno A. Picchioni., Brian J.Schutte., Manoj K. Shukla., David L. Daniel. Sodium Chloride Effects on Seed Germination, Growth, and Water Use of *Lepidium alyssoides*, *L. draba*, and *L. latifolium*: Traits of Resistance and Implications for Invasiveness on Saline Soils // Rangel and Ecology & Management. – 2018.- Vol. 71.- P. 433-442.
- 7 Fu T.F., Zhang Y., Gao J.W., Chen G.Q., Liu W.Q., Su Q. Study on spatio-temporal variability of saline soil salinity in the Yellow River Delta Periodical of Ocean University of China. – 2017. – Vol. 47 (10). – P. 50-60.
- 8 Cassel F., Goorahoo D., Sharmasarkar S. Salinization and yield potential of a salt-laden Californian soil: an in situ geophysical analysis // Water Air Soil Pollut.- 2015. – 226 (12). – P. 422.
- 9 Дмитриев А.П. Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс // Физиология растений. – 2003.- Т. 50(3). – С. 465-474.
- 10 Aragüés R., Medina E.T., Zribi W., Clavería I., Álvaro-Fuentes J., Faci J. Soil salinization as a threat to the sustainability of deficit irrigation under present and expected climate change scenarios // Irrigat. Sci. – 2015. – Т. 33(1). – P. 67-79
- 11 Емец А.И., Красиленко Ю.А., Шеремет Я.А., Блюм Я.Б. Реорганизация микротрубочек как ответ на реализацию сигнальных каскадов оксида азота (II) в растительной клетке // Цитология и генетика. – 2009. – Т. 43(1). – С. 3-10.
- 12 Arid J., Environ Soil salinity: a neglected factor in plant ecology and biogeography. – 2013.- Т. 92.- P. 14-25

- 13 Lv N.N., Luo G.P., Ding J.L., Li J.J., Liu L.J. Spatio-temporal variation of soil salinity in wastelands inside and outside of oasis in Manas River Watershed in the context of dripping irrigation // *J. Nat. Resour.* – 2017. – Т. 32 (9). P. 1542-1553.
- 14 Wang Q.H., Lu Y.D., Sai J.M., Li H.H. Characteristics of soil salinity in arid oasis Arid Zone // *Res.* – 2018.-Vol. 35 (3). – P. 503-509.
- 15 Захарин А.А. Быстрая кинетика роста растений при солевом стрессе // *Физиология растений.* – 1994. – Т. 41(1). – С. 101-106.
- 16 Li Pu Han., Wen Hui Wang., A. Egrinya Eneji., Jintong Liu. Phytoremediating coastal saline soils with oats: accumulation and distribution of sodium, potassium, and chloride ions in plant organs // *Journal of Cleaner Production.* – 2015. – Vol. 90. – P. 73-81.
- 17 Шарипова Г. В., Веселов Д. С. Влияние NaCl засоления на реакции сортов ячменя, различающихся по засухоустойчивости // ISSN: 0002-1881 *Агрехимия.* – 2008. – Т. №10. – С. 18-26.
- 18 Xiaobin Li., Chen Zhang Effect of natural and artificial afforestation reclamation on soil properties and vegetation in coastal saline silt soils // *Catena.* – 2021. – Vol. 23. – P. 198.
- 19 Алиева З.М., Юсуфов А.Г. Солеустойчивость изолированных вегетативных органов культурных растений при действии хлорида натрия и сульфата меди // *Агрехимия.* – 2014.- Т. № 3. – С. 69-74.
- 20 Meng Wang., Guangmin Xia. The landscape of molecular mechanisms for salt tolerance in wheat // *The Crop Journal.* – 2018. – Vol. 6.- P. 42-47.
- 21 Francisco Dalton Barreto deOliveira, Rafael de Souza Miranda, Gyedre dos Santos Araújo, Daniel Gomes Coelho, Marina Duarte Pinto Lobo, Stelamaris de Oliveira Paula-Marinho, Lineker de SousaLopes, Ana Cristina Oliveira Monteiro-Moreira, New insights into molecular targets of salt tolerance in sorghum leaves elicited by ammonium nutrition // *Plant Physiology and Biochemistry.* – 2020. – Vol. 154.- P. 723-734.
- 22 Yongxing Zhu., Xinchen J., Jian Zhang., Yang He., Xiongmeng Zhu., Xiaokang Zhou., HaijunGong., Junliang Yin., Yiqing Liu. Silicon confers cucumber resistance to salinity stress through regulation of proline and cytokinins // *Plant Physiology and Biochemistry.* – 2020. – Vol. 156. – P. 209-220.
- 23 Meng Wang., Guangmin Xia. The landscape of molecular mechanisms for salt tolerance in wheat // *The Crop Journal.* – 2018. – Vol. 6. P. 42-47.
- 24 Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance // *Annu. Rev. Plant Biol.* – 2008. – Vol. 59.- P. 651-681.
- 25 Chattopadhyay M. K., Kern R., Mistou M., Dandekar A.M., Uratsu S.L., Richarme G. (2004) The chemical chaperone proline relieves the thermosensitivity of a dnaK deletion mutant at 42 {degrees} // *C. J. Bacteriol.* 2004.- Vol. 186. – P. – 8149-8152.
- 26 Virginia Palchetti M., Mariana Reginato., Analía Llanes., Johann Hornbacher., Jutta Papenbrock., Gloria E.Barboza., Virginia Luna., Juan José Cantero. New insights into the salt tolerance of the extreme halophytic species *Lycium humile* (Lycieae, Solanaceae) // *Plant Phys. and Biochem.* – 2021. – Vol. 163. – P. 166-177.
- 27 Симонян А.В., Саламатов А.А., Покровская Ю.С., Аванесян А.А. Использование нингидриновой реакции для количественного определения α-аминокислот в различных объектах: Методические рекомендации. – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2007. – С. 106.

## References

- 1 Aragüés R., Medina E.T., Zribi W., Clavería I., Álvaro-Fuentes J., Faci J. «Soil salinization as a threat to the sustainability of deficit irrigation under present and expected climate change scenarios» *Irrigat. Sci.*, 33 (1), (2015): 67-79
- 2 Arid J. «Environ Soil salinity: a neglected factor in plant ecology and biogeography» 92 (2013): 14-25
- 3 Aliyeva Z.M., Yusufov A.G. «Soleustoychivost' izolirovannykh vegetativnykh organov kul'turnykh rasteniy pri deystvii khlorida natriya i sul'fata medi» *AGROKIMIYA* 3, (2014): 69-74
- 4 Baburina O.K., Leonova T.G. Dinamika sodержaniya Na<sup>+</sup> i K<sup>+</sup> v kletkakh suspenzionnoy kul'tury lyutserny pri vysokikh kontsentratsiyakh NaCl. *Fiziologiya rasteniy*, 41, (1994): 460-463.
- 5 Cassel F., Goorahoo D., Sharmasarkar S. «Salinization and yield potential of a salt-laden Californian soil: an in situ geophysical analysis» *Water Air Soil Pollut.*, 226 (12) (2015): 422
- 6 Chattopadhyay M. K., Kern R., Mistou M., Dandekar A.M., Uratsu S.L., Richarme G. «The chemical chaperone proline relieves the thermosensitivity of a dnaK deletion mutant at 42 {degrees}». *C. J. Bacteriol.*, 186, (2004): 8149-8152.
- 7 Daliakopoulos I.N., Tsanis I.K., Koutroulis A., Kourgialas A.E., Varouchakis. G.P., Karatzas. C.J., «Ritsemac The threat of soil salinity: A European scale review». *Science of The T N.N.otal Environment*, 573, (2016): 727-739
- 8 Dmitriyev A.P. «Signal'nyye molekuly rasteniy dlya aktivatsii zashchitnykh reaktsiy v otvet na bioticheskiy stress». *Fiziologiya rasteniy*, 50(3), (2003): 465-474.
- 9 Grinin A.L., Kholodova V.P., Kuznetsov V.I.V. «Sravnitel'nyy analiz fiziologicheskikh mekhanizmov soleustoychivsti razlichnykh sortov gorchitsy». *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov, seriya «Agronomiya i zhivotnovodstvo»* 1, (2010): 27— 38.
- 10 Flowers T.J. «Improving crop salt tolerance». *J. Exp. Botany*, 55, (2004): 307-319.
- 11 Francisco Dalton Barreto de Oliveira, Rafael de Souza Miranda, Gyedre dos Santos Araújo, Daniel Gomes Coelho, Marina Duarte Pinto Lobo, Stelamaris de Oliveira Paula-Marinho, Lineker de SousaLopes, Ana Cristina Oliveira Monteiro-Moreira, Humberto Henrique de Carvalho, Enéas Gomes-Filho. «New insights into molecular targets of salt tolerance in sorghum leaves elicited by ammonium nutrition» *Plant Physiology and Biochemistry* 154, (2020): 723-734



- 12 Fu T.F., Zhang Y., Gao J.W., Chen G.Q., Liu W.Q., Su Q. «Study on spatio-temporal variability of saline soil salinity in the Yellow River Delta Periodical of Ocean University of China», 47 (10) (2017): 50-60
- 13 Li Pu Han., Wen Hui Wang., A. Egrinya Eneji., Jintong Liu «Phytoremediating coastal saline soils with oats: accumulation and distribution of sodium, potassium, and chloride ions in plant organs» Journal of Cleaner Production 90, 1 (2015): 73-81
- 14 Lv N.N., Luo G.P., Ding J.L., Li J.J., Liu L.J. «Spatio-temporal variation of soil salinity in wastelands inside and outside of oasis in Manas River Watershed in the context of dripping irrigation» J. Nat. Resour., 32 (9), (2017):1542-1553
- 15 Meng Wang., Guangmin Xia. «The landscape of molecular mechanisms for salt tolerance in wheat» The Crop Journal 6, no 1 (2018): 42-47
- 16 Meng Wang., Guangmin Xia. «The landscape of molecular mechanisms for salt tolerance in wheat» The Crop Journal 6, no 1 (2018): 42-47
- 17 Munns R., Tester M. «Mechanisms of salinity tolerance». Annu. Rev. Plant Biol., 59, (2008): 651-681.
- 18 Nazia Talat. «Alleviation of soil salinization and the management of saline soils, climate change, and soil interactions» Climate Change and Soil Interactions, (2020): 305-329
- 19 Simonyan A.V., Salamatov A.A., Pokrovskaya Yu.S., Avanesyan A.A. «Ispol'zovaniye ningidrinovoy reaktsii dlya kolichestvennogo opredeleniya  $\alpha$ -aminokislot v razlichnyh obyektakh» Metodicheskiye rekomendatsii. VolGMU, (2007): 106.
- 20 Sharipova G. V., Veselov D. S. «Vliyaniye NaCl zasoleniya na reaktsii sortov yachmenya, razlichayushchikhsya po zasukhoustoychivosti» AGROKHIMIYA, 10, (2008): 18-26
- 21 Triston N. Hooks., Geno A. Picchioni., Brian J. Schutte., Manoj K. Shukla., David L. Daniel «Sodium Chloride Effects on Seed Germination, Growth, and Water Use of *Lepidium alyssoides*, *L. draba*, and *L. latifolium*» Traits of Resistance and Implications for Invasiveness on Saline Soils Rangeland Ecology & Management (2018): 433-442
- 22 Virginia Palchetti. M., Mariana Reginato., Analía Llanes., Johann Hornbacher., Jutta Papenbrock., Gloria Barboza E., Virginia Luna., Juan José Cantero. «New insights into the salt tolerance of the extreme halophytic species *Lycium humile* (Lycieae, Solanaceae)» Plant Physiology and Biochemistry 163, (2021): 166-177
- 23 Wang Q.H., Lu Y.D., Sai J.M., Li H.H. «Characteristics of soil salinity in arid oasis» Arid Zone Res., 35 (3) (2018): 503-509
- 24 Xiaobin Li., Chen Zhang «Effect of natural and artificial afforestation reclamation on soil properties and vegetation in coastal saline silt soils» CATENA 198, (2021): 105066
- 25 Yemets A.I., Krasilenko YU.A., Sheremet YA.A., Blyum YA.B. «Reorganizatsiya mikrotrubochek kak otvet na realizatsiyu signal'nykh kaskadov oksida azota (II) v rastitel'noy kletke». Tsitologiya i genetika, 43(1), (2009): 3-10.
- 26 Yongxing Zhu, Xinchun J, Jian Zhang, Yang He, Xiongming Zhu, Xiaokang Zhou, Haijun Gong, Junliang Yin, Yiqing Liu. «Silicon confers cucumber resistance to salinity stress through regulation of proline and cytokinins» Plant Physiology and Biochemistry 156, (2020): 209-220
- 27 Zakharin A.A. «Bystraya kinetika rosta rasteniy pri solevom stresse» Fiziologiya rasteniy, 41(1), (1994): 101-106.