

## АРАЛ МАҢЫНДАҒЫ ТҰЗДЫ ТОПЫРАҚҚА ТӨЗІМДІ ӨСІМДІКТЕРДІҢ ТҰҚЫМЫН ЖИНАУ ЖӘНЕ ТҰҚЫМ ӨНГІШТІГІН ЗЕРТТЕУ

**Қосанов С.У.**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор  
[samalbek\\_72@mail.ru](mailto:samalbek_72@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3877-7566>  
**Алмас А.Е.**, 7M01517 – Биология БББ-ның 2-ші курс магистранты  
[aigerim.almas03@gmail.com](mailto:aigerim.almas03@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0002-0555-3010>

*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

**Аңдатпа.** Бұл зерттеу Арал маңының тұзданған экологиялық жағдайында өсетін галофит өсімдіктердің (сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*), рихтер соран (шеркез) (*Salsola richteri*), қарабарақ (*Suaeda acuminata*) және сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) секілді) тұқымдық материалдарының өнгіштік қабілетін анықтауға арналған. Арал теңізінің тартылуы нәтижесінде аймақта топырақтың екінші реттік сортаңдануы күшейіп, табиғи өсімдік жамылғысының жұтандауы экологиялық тепе-теңдікке елеулі қауіп төндіріп отыр. Осыған байланысты тұзға бейімделген галофит өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктерін, олардың тұқымдарының тіршілік қабілетін зерттеу аймақтың табиғи экожүйелерін қалпына келтіру үшін маңызды болып табылады.

Зерттеу материалы ретінде Арал маңынан жиналған бес түрлі галофит өсімдіктің тұқымдары пайдаланылды. Тұқымдардың өнгіштігі университет зертханасының жағдайында 3, 5 және 7 тәулік бойынша есептеліп, әр тәжірибе үш рет қайталанды. Алынған деректер тұзды ортаға бейім өсімдіктердің өнгіштік динамикасын сипаттауға, олардың тұқым жағдайын бағалауға мүмкіндік берді.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері өсімдіктердің тұқымдарының өнгіштік деңгейі түрге байланысты айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетті. Алынған мәліметтер Арал маңының тұзданған ландшафтарын фиторемедиациялау, жерді қалпына келтіру және галофиттерді интродукциялау бағытындағы болашақ ғылыми зерттеулерге негіз бола алады.

**Тірек сөздер:** Арал маңы, тұзды топырақ, галофиттер, тұқым өнгіштігі, сексеуіл, фиторемедиация.

**Кіріспе.** Арал өңірі – Қазақстанның ғана емес, бүкіл Орта Азияның ең күрделі экологиялық аймақтарының бірі. XX ғасырдың екінші жартысынан бастап Арал теңізінің қарқынды тартылуы өңір климатына, топырағының физикалық-химиялық қасиеттеріне, өсімдік жамылғысына және жалпы экожүйе тұрақтылығына орасан зор өзгерістер әкелді. Теңіз табанының ашылуымен бірге атмосфераға жыл сайын миллиондаған тонна тұз шаңмен көтеріліп, жақын және алыс аумақтарға таралуы нәтижесінде топырақтың тұздануы бірнеше есе артты. Бұл жағдай табиғи ландшафттардың деградациясын күшейтіп, биологиялық әртүрліліктің төмендеуіне, шөлдену процестерінің жеделдеуіне әкелді [15].

Арал теңізінің тартылуы нәтижесінде бұрынғы теңіз табаны тұзды шөгінділерге айналып, жел эрозиясы арқылы мыңдаған тонна тұз бен шаң атмосфераға таралады. Бұл құбылыс топырақтың тұздануын күшейтіп қана қоймай, аймақтың жалпы экожүйелік тұрақтылығын әлсіретуде. Тұздану деңгейінің артуы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін төмендетіп, жердің деградациясын жылдамдатып, табиғи өсімдік қауымдастықтарының жойылуына әкелуде.

Топырақтың жоғары деңгейде тұздануы көпшілік өсімдік түрлерінің өсуіне кері әсер етеді. Натрий және хлор иондарының артық мөлшері өсімдіктердің жасушалық осмосын бұзып, су алмасуын төмендетеді, метаболизмдік процестерді тежейді және тұқымның өнуін қиындайды [1]. Мұндай қатаң ортада тек галофит өсімдіктері ғана тіршілік ете алады.

Галофиттер – тұз концентрациясы жоғары аймақтарға табиғи бейімделген, физиологиялық және морфологиялық ерекшеліктері арқылы стресс жағдайында тұрақты өсетін өсімдіктер тобы [2]. Олар тұқымдарын да күрделі экологиялық ортаға бейімдеген: тұзды ортада өнгіштігі сақталады, ал кейбір түрлерде тұз тіпті өну мүмкін емес жағдай ретінде қызмет етеді.

Арал маңы флорасында галофиттердің үлесі өте жоғары. Олардың арасында сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*), рихтер соран (шеркез) (*Salsola richteri*), қарабарақ (*Suaeda acuminata*) және сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) сияқты экологиялық маңызы зор өсімдіктер кең таралған. Бұл түрлер табиғи жайылым қалыптастыруда, сорланған топырақтарды бекітуде, шабындық-далалық экожүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз етуде негізгі рөл атқарады [14]. Сонымен қатар олардың тұқымдарының өнгіштік қасиеттерін зерттеу – болашақта топырақты биологиялық жолмен қалпына келтіру (фиторекультивация), бағалы өсімдік ресурстарын сақтау, және ауылшаруашылық селекциясында физиологиялық төзімділікті арттыру сияқты бағыттарда үлкен практикалық маңызға ие [3].

Арал маңындағы өсімдіктердің тұқымын жинау және олардың өнгіштігін зерттеу – қазіргі экологиялық жағдайда өзекті мәселелердің бірі. Себебі тұқым өнгіштігі өсімдіктің табиғи және жасанды ортада таралу қабілетін, өсу стратегиясын, бейімделу механизмін және популяция тұрақтылығын көрсететін негізгі биологиялық көрсеткіштердің бірі болып саналады. Әсіресе стресс жағдайында – жоғары температура, топырақтың тұздануы, ылғалдың тапшылығы – тұқымның өну қабілеті өсімдіктің тіршілік стратегиясы туралы нақты ақпарат бере алады [4].

#### **Тұзды ортада тұқымның өнуі бірнеше факторларға байланысты:**

- тұқым қабығының өткізгіштік деңгейі;
- ішкі физиологиялық тыныштық;
- тұз әсерінен осмостық қысымның өзгеруі;
- тұқымның биохимиялық белсенділігі;
- ферменттік жүйелердің тұзға бейімділігі.

Галофит өсімдіктерінде бұл механизмдер ерекше дамыған, сондықтан олардың тұқымы лабораториялық жағдайда да, табиғи тұзды ортада да салыстырмалы түрде жоғары өнгіштік көрсетеді [5]. Дегенмен әртүрлі түрлердің реакциясы бірдей емес: кейбіреуі алғашқы күндері баяу өніп, кейін қарқынды дамиды (мысалы, сексеуіл), ал басқалары тез өнеді.

Осы зерттеуге таңдалған бес өсімдік – Арал өңірінің экожүйесінің тірек түрлері.

- **Сарсазан** – тұз концентрациясы өте жоғары жерлерде өсетін шынайы галофит.
- **Сортаң бұйырғын** – құрғақшылыққа және тұздануға бейімделген шөл өсімдігі.
- **Нихтер соран** – биомассасы жоғары, тез өсетін өсімдік, жайылымдық маңызы зор.
- **Қарабарақ** – тұздылығы орта және жоғары топырақтарда өседі, тұқымы тез өнеді.
- **Сексеуіл** – Орта Азия шөлдерінің негізгі ағашы, топырақ эрозиясына қарсы табиғи қорғаныш.

#### **Олардың тұқым өнгіштігін зерттеу бірнеше маңызды мәселелерді шешеді:**

1. Тұқымның экологиялық төзімділігін бағалау;
2. Галофиттердің табиғи таралу әлеуетін анықтау;
3. Фиторекультивацияда қолдану мүмкіндігін зерттеу;
4. Тұзға төзімді қасиетті ауыл шаруашылық дақылдарына трансферлеу үшін бастапқы материал ретінде қарастыру.

Бұрынғы зерттеулерде Арал маңының тұзданған топырағында өсетін өсімдіктердің морфологиясы мен физиологиясы жиі зерттелгенімен, олардың тұқымдық қасиеттері, әсіресе өну динамикасы туралы деректер аз. Бұл ғылыми зерттеу жұмысының өзектілігін арттырады. Тұқым өнгіштігіне арналған эксперименттерді лаборатория жағдайында жүргізу – өсімдіктердің нақты биологиялық мүмкіндіктерін анықтауға, салыстыруға және болжауға мүмкіндік береді [6].

Осындай жағдайда тұзды топыраққа төзімді өсімдіктерді зерттеу, олардың тұқымдарының тіршілік қабілетін бағалау, өнгіштік көрсеткіштерін анықтау – аймақтың деградацияға ұшыраған жерлерін қалпына келтіру үшін аса өзекті бағыт [7]. Галофиттердің биологиялық ерекшеліктерін, тұқымдарының өнгіштік динамикасын терең зерттеу тұзданған аймақтарды фиторемедиациялау, жайылымдық ресурстарды қалпына келтіру және экологиялық тепе-теңдікті сақтау үшін маңызды ғылыми негіз қалыптастырады. Бұл зерттеу қазіргі экологиялық дағдарыс жағдайында кешенді ландшафттық оңалту шараларын әзірлеуге қажетті бастапқы деректерді береді [8].

Осыған байланысты, бұл зерттеудің мақсаты – Арал маңындағы бес тұзға төзімді өсімдіктің тұқымын жинап, лабораторияда 3, 5 және 7 күн аралығында олардың өнгіштігін зерттеу, түрлер арасындағы айырмашылықтарды анықтау және биологиялық ерекшеліктерін сипаттау. Зерттеу университет зертханасында жүргізіліп, әр сынама үш рет қайталанғандықтан, алынған деректердің ғылыми дәлдігі мен сенімділігі жоғары.

Бұл зерттеудің теориялық және практикалық мәні зор. Біріншіден, Арал өңірінің өсімдіктерінің бейімделу стратегиясы туралы жаңа ақпарат береді. Екіншіден, фиторекультивациялық жобаларға қолдануға болатын түрлерді анықтауға негіз болады. Үшіншіден, тұқым биологиясы мен галофит экологиясы саласындағы қазіргі түсініктерді толықтырады.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Зерттеу жұмысы Арал маңы аймағынан жиналған тұзды топыраққа бейімделген бес түрлі галофит өсімдік түрлерінің тұқымдарына жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде төмендегі өсімдіктер таңдалды: сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*), рихтер соран (шеркез) (*Salsola richteri*), қарабарак (*Suaeda acuminata*) және сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) Бұл өсімдіктер Арал өңіріне тән ксеро- және галофиттік экотиптердің негізгі өкілдері болып табылады және тұзданған ландшафттарда өсімдік жамылғысының негізгі құрылымын қалыптастырады [13].

### **1. Тұқымдық материалдарды жинау және дайындау**

Тұқымдар Арал маңының табиғи өсімдік қауымдастықтарынан 2025 жылғы вегетациялық маусымда қолмен жиналды (1-сурет).



**1-сурет – Тұқым материалдарын жинау барысы**

Әр өсімдіктің пісіп жетілген, сыртқы зақымдалмаған және толық қалыптасқан тұқымдары таңдалып алынды. Жиналған тұқымдар зертханаға жеткізілгеннен кейін механикалық қоспалардан тазартылып, бөлме температурасында кептірілді. Тұқымдар гигроскопиялық ылғалдылыққа жеткен соң, қағаз қаптамаларда қараңғы, құрғақ орында сақталды. Эксперимент алдында тұқымдар теңестірілген күйде бірдей жағдайға келтірілді.

**2. Зерттеу орны және зертханалық жағдай.** Барлық тәжірибелер университеттің зертханасында жүргізілді. Эксперименттерді орындауда санитарлық-гигиеналық талаптар,

зертханалық құрал-жабдықтарды стерильді күйде пайдалану ережелері сақталды. Өнгіштікті анықтау арнайы термостатта тұрақты температурада жүргізілді. Жұмыс барысында ТС-1/80 СПУ маркалы лабораториялық термостат қолданылды.

**3. Тұқым өнгіштігін анықтау әдістемесі.** Тұқым өнгіштігі стандартты физиологиялық әдістерге сүйене отырып анықталды. Өнгіштік тестіне келесі қадамдар енгізілді:

**3.1 Петри табақшаларын дайындау:**

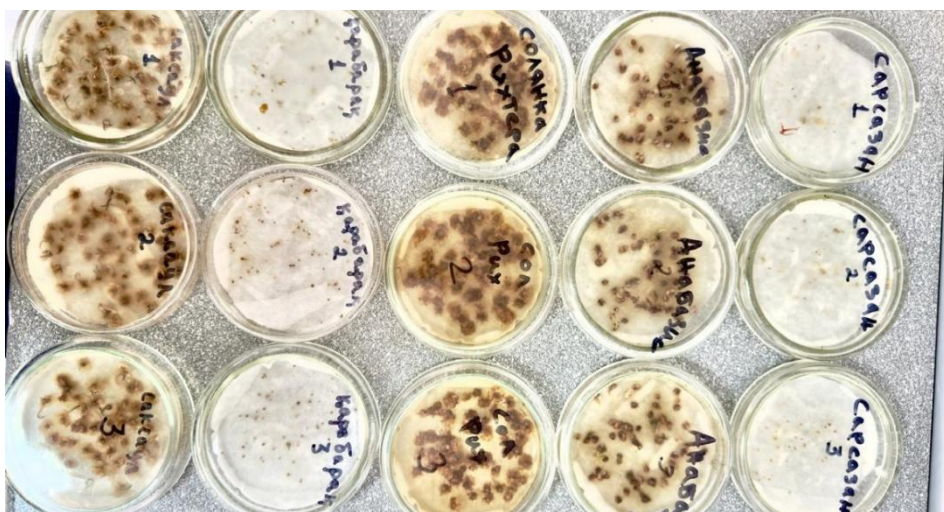
Зертханада Петри табақшалары қолданылды. Әр табақшаға екі қабат стерильді фильтр қағазы төселді. Ылғал ортаны қалыптастыру үшін фильтр қағаздары дистильденген сумен біркелкі суланды. Қағаздың артық ылғалға толып кетпеуіне назар аударылды, себебі бұл тұқымдардың шірігіштігін арттырады [9].

**3.2 Тұқымдарды орналастыру:**

Әр өсімдік түріне үш қайталаудан тұратын тәжірибе қойылды. Бір Петри табақшасына 50 тұқымнан біркелкі жайыла орналастырылды. Тұқымдардың бір-біріне жабысып қалмауы және жеткілікті ауа алмасуы үшін арақашықтық сақталды. Барлық табақшалар қақпағымен жабылды [12].

**3.3 Инкубациялау:**

Тұқымдар өсіруге қойылған Петри табақшалары ТС-1/80 СПУ термостатында орналастырылды. Температура режимі 30–35 °С аралығында ұсталды, бұл галофит өсімдіктерге тән табиғи экологиялық жағдайларға жақын режим болып саналады. Термостаттағы ылғалдылық сүзгі қағаздың үнемі ылғалды күйде болуын қамтамасыз ететіндей деңгейде сақталды (2-сурет).



**2-сурет – Термостатқа қойылған Петри табақшалары**

Инкубация кезеңі үш бақылау мерзімін қамтыды: 3 тәулік, 5 тәулік және 7 тәулік. Осы уақыттарда барлық табақшалардан өнген тұқымдар саны есепке алынды.

**4. Өнгіштікті есепке алу әдісі.** Санақ жүргізу кезінде:

- әр табақшадағы өнген тұқым саны;
- өну қарқындылығы;
- өну динамикасы;
- әр өсімдік түрі бойынша орташа көрсеткіштер;
- үш қайталаудың вариациялық айырмашылықтары есептелді.

Осылайша 3, 5 және 7 тәуліктегі өну қарқындылығы анықталып, өсімдік түрлері арасындағы айырмашылықтар салыстырылды.

**Зерттеу нәтижелерін талдау.** Зерттеу нәтижелерін талдау барысында алынған мәліметтерді нақты көрсету және әр өсімдік түрінің тұқым өнгіштігін салыстырмалы түрде бағалау маңызды. Әр өсімдік түрінің тұқымдарының өну қарқыны, олардың физиологиялық

ерекшеліктері мен топыраққа бейімделу деңгейі бойынша айырмашылықтар байқалды. Төмендегі 1-кестеде әр өсімдік түрінің өнген тұқым саны көрсетілген.

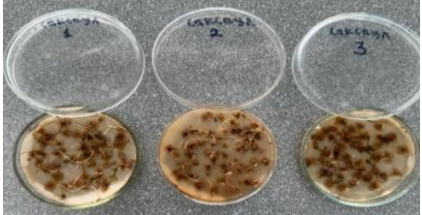
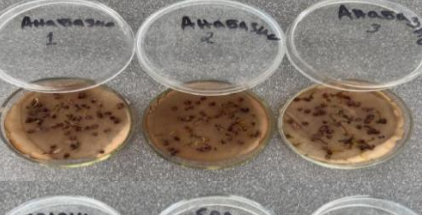
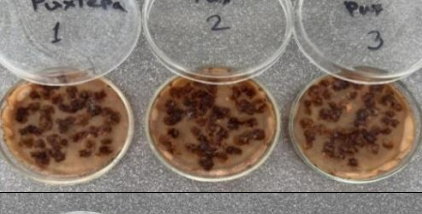
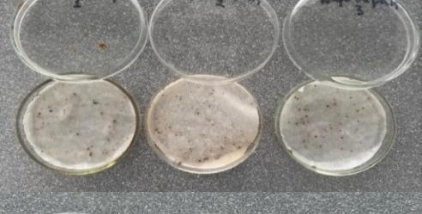
1-кесте – Өсімдік тұқымдарының өну динамикасы (дана саны)

Өсімдік түрі	3-күн	5-күн	7-күн
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	0, 0, 0	4, 1, 3	5, 9, 6
<i>Anabasis salsa</i>	4, 5, 9	7, 11, 17	10, 14, 17
<i>Salsola richteri</i>	0, 0, 0	0, 0, 0	1, 0, 1
<i>Atriplex tatarica</i>	0, 0, 0	0, 0, 1	7, 6, 6
<i>Haloxylon aphyllum</i>	20, 11, 16	22, 14, 18	23, 16, 14

Бұл кесте зертханалық инкубациялау барысында алынған нақты есептік деректерді көрсетеді. Әр өсімдік түрінің тұқымдары үш қайталауда (3 Петри табақшасында) зерттелді.

Төмендегі кестелерде әр өсімдік түрінің орташа өнген тұқым саны мен өну пайызы көрсетілген, бұл деректер ғылыми талдауды жеңілдетіп, салыстырмалы бағалауға мүмкіндік береді (2-кесте).

2-кесте – Орташа өнген тұқым саны және өнгіштік пайызы

Өсімдік	Көрсеткіш	3-күн	5-күн	7-күн	Нәтижелер
1	2	3	4	5	6
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	Орташа	0	2.7	6.7	
	Өнгіштік %	0%	5.4%	13.4%	
<i>Anabasis salsa</i>	Орташа	6.0	11.7	13.7	
	Өнгіштік %	12%	23.4%	27.4%	
<i>Salsola richteri</i>	Орташа	0	0	0.67	
	Өнгіштік %	0%	0%	1.3%	
<i>Atriplex tatarica</i>	Орташа	0	0.33	6.33	
	Өнгіштік %	0%	0.66%	12.7%	
	Орташа	15.7	18.0	17.7	

<i>Haloxylon aphyllum</i>	Өнгіштік %	31.4%	36%	35.4%
---------------------------	------------	-------	-----	-------

Бұл кестеде әр өсімдік түріне қатысты үш қайталаудан алынған мәндердің орташа арифметикалық көрсеткіштері және сол орташаға сүйенген өнгіштік пайызы берілген.

### 1. Орташа мәнді есептеу тәсілі:

Орташа арифметикалық формула қолданылды:

$$\text{Орташа} = \frac{a + b + c}{3}$$

### 2. Өнгіштік пайызын есептеу:

$$\text{Өнгіштік (\%)} = \frac{\text{Орташа мән}}{50} \times 100$$

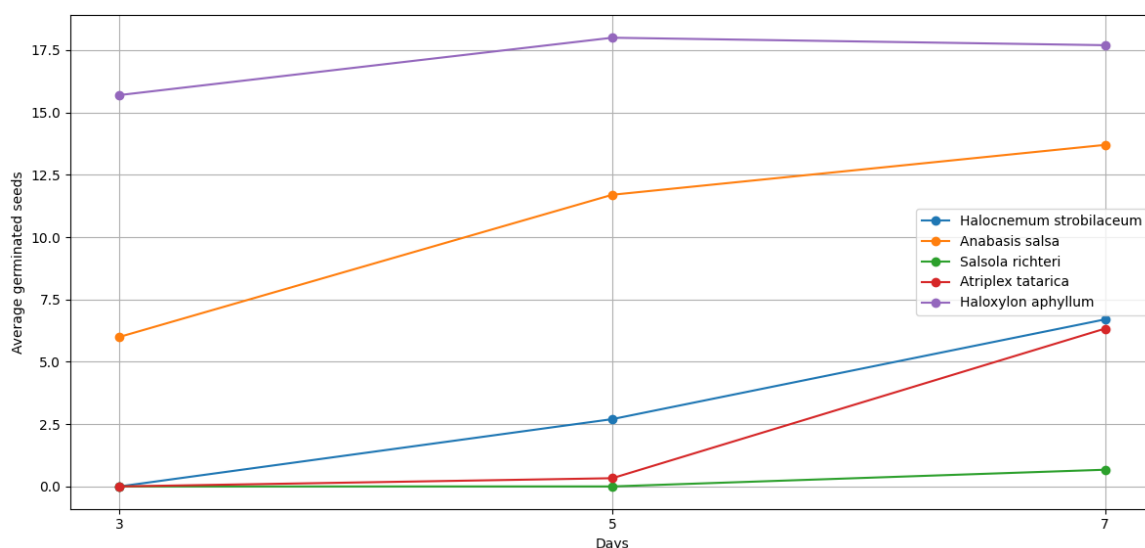
Зерттеу нәтижелері тұзды топыраққа бейімделген бес түрлі өсімдіктің тұқымдарының өну динамикасының айтарлықтай өзгеше екенін көрсетті. Сарсазан тұқымдары алғашқы 3 тәулікте өнбей, 5-күнде орта есеппен 2,7 дана, 7-күнде 6,7 дана өнді (13,4%). Бұл оның баяу өнетін, жоғары тұздыққа бейімделген түр екенін көрсетеді.

Сортаң бұйырғынның өну көрсеткіші салыстырмалы түрде жоғары болды: 3-күнде 6 тұқым, 5-күнде 11,7 тұқым, 7-күнде 13,7 тұқым өнді (27,4%). Бұл түрдің ерте өну қабілеті жоғары және тұзды экологиялық ортаға жақсы бейімделетінін аңғартады.

Рихтер сортаң барлық бақылау мерзімдерінің ішінде ең төмен нәтиже көрсетті: алғашқы 5 күнде толық өнбей, тек 7-күнде орташа 0,67 дана өнді (1,3%). Бұл оның өнуге өте баяу және сезімтал түр екенін дәлелдейді.

Қарабарақ та бастапқы кезеңде өну көрсетпеді. Тек 5-күнде бірен-саран (0,33) тұқым өнгенімен, негізгі өну 7-күнде байқалды – 6,33 дана (12,7%). Бұл түрдің кейінгі кезеңде өнуге бейімділігін көрсетеді.

Сексеуіл барлық өсімдіктердің ішінде ең жақсы өнгіштік көрсетті: 3-күнде 15,7 дана (31,4%), 5-күнде 18 дана (36%), 7-күнде 17,7 дана (35,4%). Сексеуілдің тұқымдары жоғары физиологиялық белсенділікке және тұрақты өну динамикасына ие екені анықталды. Суретте тұқымдардың тәулік барысындағы өну қарқындылығы көрсетілген (3-сурет).



3-сурет – Арал маңы галофит өсімдіктерінің тұқымдарының өнгіштік динамикасы

Суретте Арал маңының бес галофит өсімдігінің тұқымдарының 3, 5, 7 күндік өнгіштік динамикасы көрсетілген.

**Қорытынды.** Зерттеу нәтижелері Арал маңының тұзды топырақтарына бейімделген бес галофит өсімдіктің тұқымдарының өнгіштік қабілеті әртүрлі екенін көрсетті. Сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) ең жоғары және тұрақты өнгіштік көрсеткішімен ерекшеленді, бұл оның тұқымдық энергиясы жоғары, физиологиялық белсенділігі күшті және стресс жағдайына төзімді екенін дәлелдейді. Сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*) салыстырмалы түрде тез өну қабілетіне ие болса, Сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*) және Қарабарак (*Atriplex tatarica*) баяу өнгенімен, кейінгі кезеңде өну қарқынын арттыра алды. Ал Рихтер сораң (*Salsola richteri*) тұқымдары ең төмен өнгіштік көрсетіп, баяу өнуге бейімделгені анықталды.

Зерттеу барысында тұқым өнгіштігінің өсу динамикасы түрге байланысты екенін, сондай-ақ әр өсімдік түрінің экологиялық стратегиясына сәйкес ерекшеленетінін көрсетті. Алынған мәліметтер Арал маңының деградацияға ұшыраған топырақтарын фиторемедиациялау, экожүйелік тұрақтылықты сақтау және тұзға төзімді өсімдіктерді интродукциялау сияқты практикалық бағыттарда қолдануға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, зерттеу университет зертханасында стандартталған әдістеме бойынша жүргізіліп, әр сынама үш рет қайталанғандықтан алынған нәтижелер сенімді болып табылады. Бұл мәліметтер болашақта галофиттердің тұқым биологиясын зерттеу, топырақты қалпына келтіру және ауылшаруашылық селекциясы үшін негіз бола алады.

#### Әдебиеттер:

[1] **Ussen, S.,** Abdildanov D.Sh. Salt resistance of species of the Chenopodiaceae family in the desert part of the Syrdarya River Valley, Kazakhstan // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. – 2024. – Vol. 25. – P. 4162-4170.

[2] **Ismail A.M.,** Horie T. Genomics, Physiology, and Molecular Breeding Approaches for Improving Salt Tolerance // Annual Review of Plant Biology. – 2017. – Vol. 68. – P. 405–434. – DOI: 10.1146/annurev-arplant-042916-040936.

[3] **Иванов, И.И.,** Петров П.П. Сольмаршевые растения: экология и адаптация. – Москва: Наука, 2020. – 360 с.

[4] **Смирнова, А.В.** Биология семян растений солончаковых местообитаний // Журнал ботаники. – 2023. – Vol. 58, No. 3. – P. 112-126.

[5] Seed Heteromorphism: An Important Adaptation of Halophytes // Journal of Experimental Botany, 2024.

[6] Effects of salinity-temperature interaction on seed germination // BMC Plant Biology, 2023. – №23. – 446 p.

[7] A Comparative Study of the Influence of Soil and Non-Soil Factors on Seed Germination of Edible Salt-Tolerant Species // Horticulturae, 2024. – №10 (8). – P. 872.

[8] Seed germination of quinoa under saline conditions // Journal of Agricultural Research, 2014.

[9] Plant Growth and Halophyte Adaptation: Salt Stress and Physiological Responses // Plant Ecology & Diversity, 2022.

[10] **Zhang, R.,** Zhang H., Wang L., Zeng Y.J. Effect of salt-alkali stress on seed germination of the halophyte *Halostachys caspica* // Scientific Reports, 2024. – №14. – P. 13199. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61737-5>

[11] **Zia, U.R.,** Khan M.A. Salt effects on seed germination of halophytes // Plant, Soil and Environment, 2004.

[12] **Guan, Q.,** et al. Effects of salinity on seed germination of *Suaeda salsa* // Journal of Arid Environments, 2010.

[13] Phyton Center Authors. Plant Responses and Adaptations to Salt Stress: A Review // MDPI Plants, 2024.

[14] Effects of NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on germination and early growth // Soil & Environment Research, 2023.

[15] **Siegfried, W.R.** Salt tolerance mechanisms and seed germination // Journal of Plant Physiology, 2018.

## References:

- [1] **Ussen, S.**, Abdildanov D.Sh. Salt resistance of species of the Chenopodiaceae family in the desert part of the Syrdarya River Valley, Kazakhstan // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. – 2024. – Vol. 25. – P. 4162-4170.
- [2] **Ismail A.M.**, Horie T. Genomics, Physiology, and Molecular Breeding Approaches for Improving Salt Tolerance // Annual Review of Plant Biology. – 2017. – Vol. 68. – P. 405–434. – DOI: 10.1146/annurev-arplant-042916-040936
- [3] **Ivanov, I.I.**, Petrov P.P. Sal'tmarshevye rastenija: jekologija i adaptacija. – Moskva: Nauka, 2020. – 360 s. [in Russian]
- [4] **Smirnova, A.V.** Biologija semjan rastenij solonchakovyh mestoobitanij // Zhurnal botaniki. – 2023. – Vol. 58, No. 3. – P. 112-126. [in Russian]
- [5] Seed Heteromorphism: An Important Adaptation of Halophytes // Journal of Experimental Botany, 2024.
- [6] Effects of salinity temperature interaction on seed germination // BMC Plant Biology, 2023. – №23. – 446 p.
- [7] A Comparative Study of the Influence of Soil and Non Soil Factors on Seed Germination of Edible Salt Tolerant Species // Horticulturae, 2024. – №10 (8). – P. 872.
- [8] Seed germination of quinoa under saline conditions // Journal of Agricultural Research, 2014.
- [9] Plant Growth and Halophyte Adaptation: Salt Stress and Physiological Responses // Plant Ecology & Diversity, 2022.
- [10] **Zhang, R.**, Zhang H., Wang L., Zeng Y.J. Effect of salt alkali stress on seed germination of the halophyte *Halostachys caspica* // Scientific Reports, 2024. – №14. – P. 13199. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61737-5>
- [11] **Zia, U.R.**, Khan M.A. Salt effects on seed germination of halophytes // Plant, Soil and Environment, 2004.
- [12] **Guan, Q.**, et al. Effects of salinity on seed germination of *Suaeda salsa* // Journal of Arid Environments, 2010.
- [13] Phyton Center Authors. Plant Responses and Adaptations to Salt Stress: A Review // MDPI Plants, 2024.
- [14] Effects of NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on germination and early growth // Soil & Environment Research, 2023.
- [15] **Siegfried, W.R.** Salt tolerance mechanisms and seed germination // Journal of Plant Physiology, 2018.

## СБОР СЕМЯН СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ РАСТЕНИЙ ПРИАРАЛЬЯ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ВСХОЖЕСТИ

**Косанов С.У.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор  
**Алмас А.Е.**, магистрант 2 курса по ОП 7М01517 – «Биология»

*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан*

**Аннотация.** Данное исследование направлено на определение всхожести семенного материала галофитных растений, произрастающих в засоленных экологических условиях Приаралья, таких как сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), солянка (*Anabasis salsa*), рихтеровская солянка (*Salsola richteri*), суэда (*Suaeda acuminata*) и саксаул (*Haloxylon aphyllum*). В результате высыхания Аральского моря в регионе усилилось вторичное засоление почв, а деградация естественного растительного покрова представляет серьёзную угрозу экологическому равновесию. В этой связи изучение биологических особенностей солеустойчивых галофитов и жизнеспособности их семян имеет важное значение для восстановления природных экосистем региона.

В качестве исследовательского материала использовались семена пяти видов галофитных растений, собранные в Приаралье. Всхожесть семян определялась в лабораторных условиях университета на 3, 5 и 7 сутки, каждый опыт проводился в трёхкратной повторности. Полученные

данные позволили охарактеризовать динамику всхожести растений, адаптированных к солёной среде, и оценить состояние их семенного материала.

Результаты исследования показали, что уровень всхожести семян существенно различается в зависимости от вида растения. Полученные данные могут служить основой для дальнейших научных исследований в области фиторемедиации засоленных ландшафтов Приаралья, восстановления земель и интродукции галофитов.

**Ключевые слова:** Приаралье, засоленные почвы, галофиты, всхожесть семян, саксаул, фиторемедиация.

## COLLECTION OF SEEDS OF SALT-TOLERANT PLANTS IN THE ARAL REGION AND STUDY OF THEIR GERMINATION

**Kosanov S.U.**, candidate of agricultural sciences, associate professor  
**Almas A.E.**, 2nd-year master's student of the EP 7M01517 – «Biology»

*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

**Annotation.** This study is aimed at determining the germination capacity of seed material of halophytic plants growing under saline ecological conditions of the Aral region, including sarsazan (*Halocnemum strobilaceum*), saltwort (*Anabasis salsa*), Richter's saltwort (*Salsola richteri*), suaeda (*Suaeda acuminata*), and saxaul (*Haloxylon aphyllum*). As a result of the desiccation of the Aral Sea, secondary soil salinization has intensified in the region, and the degradation of natural vegetation poses a serious threat to ecological balance. Therefore, studying the biological characteristics of salt-tolerant halophytes and the viability of their seeds is important for restoring the natural ecosystems of the region.

The research material consisted of seeds of five halophyte species collected in the Aral region. Seed germination was assessed under university laboratory conditions on days 3, 5, and 7, with each experiment conducted in triplicate. The obtained data made it possible to characterize the germination dynamics of plants adapted to saline environments and to evaluate the condition of their seed material.

The results of the study showed that seed germination levels vary significantly depending on the plant species. The findings may serve as a basis for further scientific research in the field of phytoremediation of saline landscapes of the Aral region, land restoration, and halophyte introduction.

**Keywords:** Aral region, saline soils, halophytes, seed germination, saxaul, phytoremediation.