

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) = Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). - 2022. - №3 (114). –Ч.2. - С. 4-16

## **СЕЛЕКЦИЯ ГИБРИДНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM*) НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ХЛОРИДНОМУ ЗАСОЛЕНИЮ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

*Гаджимурадова Айсарат Махмудовна*

*Магистр технических наук*

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина*

*г. Нур-Султан, Казахстан*

*E-mail: [aisarat3878@mail.ru](mailto:aisarat3878@mail.ru)*

*Савин Тимур Владимирович*

*Кандидат биологических наук*

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина*

*г. Нур-Султан, Казахстан*

*E-mail: [savintimur\\_83@mail.ru](mailto:savintimur_83@mail.ru)*

*Федоренко Елена Николаевна*

*Инженер-землеустроитель*

*Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция СКО*

*Аккайынский район, с. Шагалалы*

*E-mail: [87153223511@mail.ru](mailto:87153223511@mail.ru)*

*Швидченко Владимир Корнеевич*

*Кандидат сельскохозяйственных наук*

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина*

*г. Нур-Султан, Казахстан*

*E-mail: [shvidchenko50@mail.ru](mailto:shvidchenko50@mail.ru)*

*Киргизова Ирина Васильевна*

*Магистр технических наук*

*Директор ООО «Элита»*

*г. Омск, Российская Федерация*

*E-mail: [irina.kz-89@mail.ru](mailto:irina.kz-89@mail.ru)*

### **Аннотация**

Пшеница, являясь одной из самых важных сельскохозяйственных культур в условиях растущего населения планеты, больше остальных требует тщательного изучения и усовершенствования подходов к получению новых сортов и линий. Основными характеристиками для отбора являются как

повышенные качественные показатели пшеницы, так и устойчивость к стрессовым факторам окружающей среды. На сегодняшний день в нашей стране с каждым годом увеличивается площадь засоленных земель, что приводит к резкому снижению урожайности. В связи с этим отдельные регионы ощущают острую нехватку адаптированных к солевому засолению сортов пшеницы. В данном исследовании проанализированы уровни солевой устойчивости новых линий пшеницы из трех областей страны: Северо-Казахстанской, Карагандинская и Актюбинской. В работе представлены данные по изучению культуральных характеристик 15-ти новых линий пшеницы, а также селекция на хлоридное засоление (50мМ, 100мМ, 150мМ, 200мМ). В результате только 4 линии из Карагандинской области показали высокий уровень адаптации к солевому стрессу до 150 мМ (5-15%). Гибридные линии из Актюбинской области 198/224 и 205/212 показали устойчивость к засолению 150 мМ, 5 и 15%, соответственно. Линия 1201 из Северо-Казахстанской области проявила устойчивость к 100 мМ засолению. Получено 57 растений-регенерантов, устойчивых к 150 мМ уровню засоления. В почвенных условиях в условиях 150 мМ засоления адаптировалось только 10 растений, которые далее будут проходить полевые испытания.

**Ключевые слова:** пшеница; гибриды; селекция; устойчивость; засоление; растения-регенеранты; адаптация.

## Введение

Пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одним из наиболее важных продуктов питания, а также кормовой культурой по всему миру. Пшеница занимает центральное место в обеспечении продовольственной и пищевой безопасности. Однако быстрое повышение засоленности почвы и дефицита воды представляет серьезную угрозу для ее производства. Солевой стресс затрагивает 20% обрабатываемых земель в мире и постоянно увеличивается из-за изменения климата и антропогенной деятельности [1]. Экологический стресс, включая засоление, может вызвать до 50% потерь урожая [2].

По данным МСХ РК в 2020 году средняя урожайность составила 11,9 ц/га, в 2021 году данный показатель снизился на 13% и

составил 10,3 ц/га. В последние годы урожайность сокращается из-за изменения климата, которое усиливает различные биотические, а также абиотические стрессы. По данным на 2018 год на территории Казахстана 111,55 млн гектаров, или 41% от всей территории страны засолены [3].

Солевой стресс вызывает осмотический стресс и ионную токсичность за счет увеличения ассимиляции ионов  $\text{Na}^+$  и снижения отношения  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  из-за более низкого осмотического потенциала в корнях растений. Кроме того, этот ионный дисбаланс влияет на поглощение и транспортировку других важных незаменимых ионов в клетках-мишенях и препятствует важнейшим процессам и функциям растений [4].

Существует острая необходимость в создании сортов пшеницы, которые можно было бы адаптировать к различным биотическим и абиотическим факторам. Улучшение пшеницы требует введения как новых, так и чужеродных генов путем генетической трансформации. Однако генетическая трансформация пшеницы является сложной задачей из-за особенностей регенерации *in vitro*. Незрелые ткани, такие как незрелые соцветия и зародыши, являются наиболее предпочтительными эксплантами для генетической трансформации и селекции из-за их высокой способности к регенерации. Однако использование незрелых тканей требует дополнительных трудозатрат и затрат на содержание растений-доноров. Кроме того, их наиболее подходящая стадия для

### Материалы и методы

Работа включала введение в культуру *in vitro* зрелых зародышей пшеницы, оптимизация условий культивирования (данные не представлены) и проведение селекции на солеустойчивость.

В качестве объектов исследования использовали зрелые зародыши 15 гибридных линий пшеницы из 3 областей Казахстана: Северо-Казахстанская, Карагандинская и Актюбинская. В таблице 1 представлены линии и родительские формы пшеницы, полученные в рамках программы

культивирования также ограничивает их использование. Зрелые эмбрионы или полученные из них ткани могут быть использованы в качестве эффективной альтернативы незрелым эмбрионам из-за их круглогодичной доступности и легкой изоляции. Более того, физиологическое состояние зрелых эмбрионов показывает минимальную изменчивость. Проведение исследований по адаптации пшеницы к хлоридному засолению с использованием культуры зрелых зародышей позволит получить устойчивые линии и сорта пшеницы [5].

Целью исследований проведение селекции на устойчивость к хлоридному засолению (50,100,150 и 200 мМ) используя культуру зрелых зародышей пшеницы.

BR10765056 «Создание высокопродуктивных сортов и гибридов зерновых культур на основе достижений биотехнологии, генетики, физиологии, биохимии растений для устойчивого их производства в различных почвенно-климатических зонах Казахстана» и предоставленные ТОО «Северо-Казахстанская СХОС», ТОО «Карагандинская СХОС им. А. Ф. Христенко» и ТОО «Актюбинская СХОС».

Таблица 1 Гибридные линии пшеницы, использованные в исследованиях

ТОО «Северо-Казахстанская СХОС»		
№ п/п	Линия	Происхождение
1201	435/Лютесценс 2	Астана x Омская 36

1203	486/Лютесценс 22	Лютесценс 620 х Шортандинская 95 ул.
1205	23/07	Алтайская 100 х Курганская 5
1206	218/10	Шортандинская юбилейная х Саратовская 70
1208	Лютесценс 13/12	Domain х Новосибирская 19
ТОО «Карагандинская СХОС им.А.Ф.Христенко»		
15-54	Лютесценс 2222	Саратовская 29 х Терция
7-44	Лютесценс 2205	Лютесценс 517 х Фитон 27
3-40	Лютесценс 2262	Омская 37 х Иридост
1238	Лютесценс 747	Карабалыкская 90 х Алтайская жница
1150	Лютесценс 2016	L196/94-6 х Ирен
ТОО «Актюбинская СХОС»		
W 8-2021	2020	Лин. Р-1413м
W 9-2021	2020	Лин. Р-1415м
W 10-2021	2021	Лин. 201 / 21г.
W 11-2021	2021	Лин. 205 / 21г.
W 12-2021	2020	Лин. 225 / 21г.
W 13-2021	2021	Лин. Р-1417м
W 14-2021	2021	Лин. 198 / 224-21г.

Стерилизацию семян проводили с использованием Domestos, 70% спирта и Твин 20, на каждом этапе трижды промывали стерильной дистиллированной водой. Семена оставляли в стерильной воде на 19-20 ч для размягчения, а затем вычленили зародыши.

Для индукции каллуса эмбрионы вычленили в асептических условиях от эндосперма и помещали

щитком вверх на поверхность среды. Двадцать пять зародышей культивировали в каждой 9-сантиметровой чашке Петри. 1 чашка Петри с зародышами являлась одной экспериментальной единицей. В таблице 2 представлен оптимизированный в ходе экспериментов состав питательной среды для каллусогенеза и регенерации.

Таблица 2 – Состав питательных сред для индукции каллуса и морфогенеза

№ п/п	Наименование компонента	MS, мг/л
<i>Индукция каллусогенеза</i>		
1	Murashige-Skoog Basal Salt (Sigma)	4400
2	2,4-Д	2
3	Кинетин	0,5
4	Vitamins B5 Gamborg	10
6	Агар-агар	7

7	Сахароза	30
<i>Регенерация</i>		
1	Murashige-Skoog Basal Salt (Sigma)	4400
2	MES	1,95
3	6-Бап	1
4	Тидиазурон	1
6	Агар-агар	7
7	Сахароза	30
pH 5,6-5,8		

Автоклавирование проводили 20 мин при температуре 110°C и давлении 1,0 амт. Гормоны и витамины подвергали холодной фильтрации и вносили в стерильную среду, охлажденную до температуры 50-60°.

Чашки Петри, содержащие 25 культивируемых зародышей, были запечатаны парафином и инкубированы при (24±1)°C в темноте в течение 2 недель. Культуры пассировали с интервалом в 2 недели на свежую среду и переносили в климокамеру с 16-часовым фотопериодом и освещением 1500 лк. Свежий вес каллуса регистрировали через 4 недели и определяли путем взвешивания всей массы каллуса.

Регенерация растений. Перед пересадкой каллуса на среду для регенерации, выдерживали на среде без добавления гормонов. После этого морфогенный каллус переносили в пробирки либо на чашку Петри со средой для регенерации. Приготовление среды проводили также как и для каллусогенеза. Чашки переносили для выращивания при температуре (24±1)°C с 16-часовым фотопериодом, влажность 70%,

освещенность 1500 лк. Количество регенерированных участков отмечали после 3 недель культивирования на регенерационной среде. Регенерированные растения высотой 1-2 см переносили непосредственно в пробирки для доращивания и далее в инкубационные сосуды.

Селекция на устойчивость к хлоридному засолению. Отбор линий на устойчивость к хлоридному засолению проводили на среде Мурасиге-Скуга с добавлением 50, 100, 150 и 200мМ NaCl. Культивирование проводили в темноте в термостате при 24°C в течение 2-х недель. Далее переносили в фитокамеру с 16-часовым фотопериодом, 60% влажности. Через 21 день проводили пассирование на среду с повышенной концентрацией соли на 1 порядок (50 мМ-100мМ, 100мМ-150мМ, 150мМ-200мМ). Культивирование проводили на среде МС, с добавлением 0,5 мг/л кинетин. Выжившие каллусы со 150-200 мМ переносили на среду для регенерации.

Статистический анализ

Статистический анализ проводили с использованием программы Microsoft Excel 2013.

### Результаты

В работе использовали гибридные линии пшеницы урожая 2021 года, отобранные в период полной спелости на полях 3 сельскохозяйственных опытных станций (СХОС): ТОО «Северо-Казахстанская СХОС», ТОО «Карагандинская СХОС им.А.Ф.Христенко», ТОО «Актюбинская СХОС». Работы по вычленению зародышей проводили сразу после доставки семян в лабораторию «Культуры клеток и тканей» Научно-исследовательской платформы сельскохозяйственной биотехнологии НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина».

По результатам проведенной работы можно отметить, что линии

пшеницы 3-40, 7-44, 15-54 и 11-50 показали отличные культуральные характеристики при введении в культуру *in vitro*. Добавление 2 мг/л 2,4-Д и 0,5 мг/л кинетина в питательную среду для каллусогенеза и 1 мг/л 6-БАП и 1 мг/л ТДЗ для регенерации показало отличные результаты при введении зрелых зародышей пшеницы в культуру.

Селекция на устойчивость к хлоридному засолению проводилась с использованием среды Мурасиге - Скугадля каллусогенеза – 2 мг/л 2,4-Д и 0,5 мг/л кинетина и среда для регенерации 6-БАП 1 мг/л и 1 мг/л ТДЗ с добавлением четырех концентраций NaCl – 50 мМ (0,3%), 100 мМ (0,6%), 150 мМ (0,9%) и 200 мМ (1,2%). Результаты опыта представлены на рисунках 7-9.

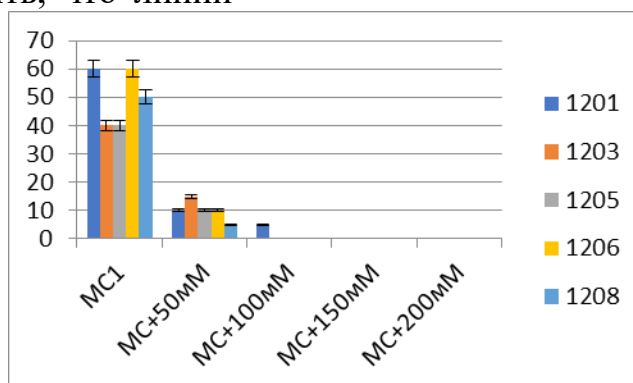


Рисунок 1 – Показатель каллусогенеза гибридов Северо-Казахстанской области ( $p \geq 0,05$ )

Гибридные линии Северо-Казахстанской области показали низкий уровень каллусогенеза на среде с добавлением NaCl. На среде с 50 мМ хлорида натрия показатель не превышал 15% у линии 1203. В среднем значение каллусогенеза было на уровне 10%. При

пассировании каллуса через 3 недели на среду с концентрацией соли 100 мМ, только линия 1201 показала рост каллусной ткани на уровне 5%. Данные показатели указывают на низкую солеустойчивость линий. Согласно литературным данным, у пшеницы,

подверженной солевому стрессу до 0,9% (150мМ), были зарегистрированы потери урожая до 45% [6]. Другие исследования Хасан с соавт. наблюдали, что 0,6% (100

мМ) солевой стресс значительно снижает количество зерен в колосе, массу 1000 зерен и урожай семян у устойчивых и чувствительных сортов пшеницы [7].

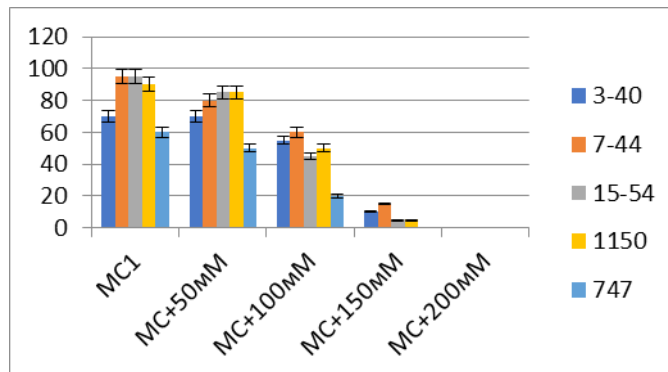


Рисунок 2 – Показатель каллусогенеза гибридов Карагандинской области ( $p \geq 0,05$ )

По сравнению с линиями Северо-Казахстанской области гибридные линии Карагандинской области показали устойчивость к солевому стрессу на уровне 0,9% (150мМ). На среде с 50 и 100 мМ засоления данные линии показали 50-85% и 20-60% каллусообразования, соответственно. Линии 3-40, 7-44, 15-54 и 11-50 при 150 мМ NaCl показали образование каллуса на уровне от 5 до 15%. На чашках с 200 мМ соли рост каллуса отмечен не был.

Зародыши, высаженные на 200 мМ соли, не образовывали каллусную ткань и желтели. А каллусная ткань, пересаженная с других концентраций на 200 мМ, в течение 3-5 дней желтела и отмирала. Ни один из образцов не проявил устойчивость к солевому стрессу в 1,2% (200 мМ).

На рисунке 3 представлены результаты изучения солеустойчивости гибридных линий пшеницы Актюбинской области.

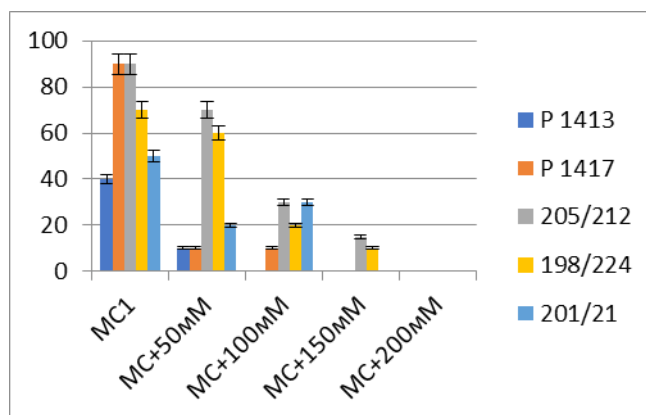


Рисунок 3 – Показатель каллусогенеза гибридов Актюбинской области в условиях хлоридного засоления ( $p \geq 0,05$ )

Устойчивость к солевому стрессу показали линии 205/212, 198/224 до 150 мМ. При 50 мМ обе линии показали устойчивость 60 и 70%, соответственно. Однако при 100 мМ уровне хлорида натрия каллусогенез был отмечен на уровне 10-30%, что ниже, чем у линий Карагандинской области, но выше, чем результат по Северо-Казахстанским линиям. Также ни одна линия не показала каллусогенез при 200 мМ.

Для изучения влияния солевого стресса на рост каллусной ткани измеряли среднее значение сырой массы каллусов 15 линий при 50-200 мМ соли. В таблице 3 представлены данные по значениям сырой массы каллуса, выращиваемого на питательной среде с хлоридом натрия.



Таблица 3 Влияние различного уровня засоления на сырую массу каллуса (г) гибридных линий пшеницы

Концентрация NaCl, мМ	1201	1203	1205	1206	1208	15-54	7-44	3-40	1238	1150	P 1413	P 1417	201/21	205/212	198/224
Контроль	0,118 ±0,01	0,122 ±0,01	0,121 ±0,02	0,130 ±0,01	0,123 ±0,02	0,128 ±0,02	0,137 ±0,01	0,149 ±0,02	1,135 ±0,02	0,143 ±0,03	0,131 ±0,02	0,142 ±0,03	0,132 ±0,02	0,138 ±0,02	0,13 ±0,02
50	0,104 ±0,01	0,112 ±0,02	0,1 ±0,01	0,105 ±0,01	0,11 ±0,02	0,103 ±0,01	0,114 ±0,02	0,12 ±0,02	0,104 ±0,01	0,112 ±0,02	0,119 ±0,02	0,12 ±0,03	0,112 ±0,02	0,101 ±0,01	0,118 ±0,02
100	0,09 ±0,02	-	-	-	-	0,19 ±0,02	0,096 ±0,02	0,08 ±0,01	0,076 ±0,02	0,092 ±0,01	-	0,071 ±0,01	0,081 ±0,03	0,097 ±0,03	0,087 ±0,03
150	-	-	-	-	-	0,063 ±0,01	0,071 ±0,02	0,048 ±0,02	-	0,067 ±0,02	-	-	-	0,062 ±0,03	0,051 ±0,01
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*p≥0,01



Результаты показали, что индуцированные каллусы по-разному реагировали на солевой стресс, о чем свидетельствует значительная разница между сортами в весе свежих каллусов. По данным таблицы видно, что с повышением уровня содержания соли в среде средняя масса каллуса снижается от 6 до 55% при концентрации 50 мМ и 100 мМ. При отношении от 100 мМ засоления к 150 мМ средняя потеря веса отмечалась на уровне от 36 до 66%. Более того, уровни солености значительно повлияли на средний вес каллуса в свежем виде обоих сортов. Самый высокий показатель был зафиксирован у контроля (0,149 г) для линии 3-40, который значительно снижался по мере

увеличения уровня засоления – при 50 мМ снижался на 19,5%, при 100 мМ – 46%, при 150 мМ – 67%.

Полученный каллус пересаженный с 50 мМ на 100 мМ и далее на 150 мМ был пересажен на среду для регенерации. Уровень регенерации каллуса со 150 мМ солевого стресса был ниже 5%. И только из каллуса линий 15-54 и 11-50 получили растения-регенеранты. Растения пересаживали в пробирки с содержанием соли и при достижении 10-15 см длины проростка, переносили в почву. Полученные растения в количестве 57 штук растили в световой комнате до получения зрелых семян.



А



В

Рисунок 4– Укорененные растения-регенеранты, устойчивые к солевому стрессу (150 мМ)

Растения поливали 150 мМ солевым раствором 3 раза в неделю. Полученные растения в процессе вегетации были слабыми, 3 колоса не сформировались, отмечалось раннее пожелтение листьев. По достижении полной зрелости семена отбирали на

биохимический анализ по изучению уровня содержания белка, который показал, что на качестве семян созданные условия засоления не оказали негативного влияния (данные не показаны).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о

возможности использования культуры зрелых зародышей пшеницы для первичного отбора линий на солеустойчивость и

### Заключение

Известно, что наиболее распространенными абиотическими факторами стресса являются засуха и засоление. Культура *in vitro* широко использовалась для изучения влияния этих факторов на растения [8-9]. Увеличение концентрации хлорида натрия (NaCl) в культуральной среде позволяет нам моделировать солевой стресс, облегчая отбор солеустойчивых форм. Было показано, что наибольшее негативное воздействие на растения оказывает именно хлоридное засоление [10].

Учеными были получены некоторые положительные результаты по селекции стрессоустойчивых растений методом селекции *in vitro*, но в основном для сельскохозяйственных и плодовых культур [11,12]. В качестве эксплантатов исследователи использовали проростки, каллусные ткани, культуры клеточной суспензии и изолированные органы. Например, некоторые ученые использовали каллусные культуры, полученные путем селекции *in vitro*, для получения высокоурожайных сортов ячменя, устойчивых к засухе и ионам алюминия; линий пшеницы, устойчивых к засухе и засолению; регенеративных линий лаванды, устойчивых к NaCl и

дальнейшую адаптацию к абиотическим стрессовым факторам.

низкотемпературному стрессу [13,14,15].

В настоящем исследовании мы обнаружили, что добавление 2 мг/л 2,4-Д и 0,5 мг/л кинетина в среду для индукции каллуса было более эффективным, чем относительно более высокие концентрации 2,4-Д и кинетина как совместно, так и по-отдельности. Аналогичный результат наблюдали другие авторы, которые использовали 2-3 мг/л 2,4-Д в сочетании с изменением концентрации сахаров для индукции каллуса [16]. Эти данные указывают на то, что разные генотипы, по-видимому, по-разному реагируют на различные концентрации 2,4-Д и оптимальную концентрацию сахаров и витаминов, которую необходимо определять отдельно для каждого сорта/линии.

Уровень регенерации был выше на среде с 1 мг/л ТДЗ и 1 мг/л 6-БАПна 30% для отзывчивых линий. На каллусогенез и регенерацию также влияет генотип растения, состояние семян, условия стерилизации и т.д.

Снижение массы каллуса в свежем виде у 15 линий произошло из-за дисбаланса ионов внутри клеток. Накопление ионов натрия и хлорида в клетках приводит к уменьшению доступной воды и вызывает осмотический стресс, который оказывает негативное

влияние на рост клеток. Поглощение воды и поглощение ионов будут потреблять большую часть энергии, доступную для клетки. Таким образом, деление клеток и рост каллусов будут уменьшаться по мере увеличения уровня солености [17].

Таким образом, в нашем исследовании было изучено 15 гибридных линий пшеницы из 3-х областей Казахстана на регенерационный потенциал (данные не показаны) и солеустойчивость (50,100,150 и 200мМ). Было выявлено, что гибридные линии из Карагандинской области показали

отличные регенерационные характеристики и солеустойчивость до 150 мМ. По полученным данным можно утверждать, что использование каллусной культуры клеток для селекции на солеустойчивость является оптимальной моделью. Так как на клеточной системе видны малейшие изменения в массе каллуса, в % образования каллуса и регенерации в ответ на изменение концентрации соли в среде. Данные изменения можно использовать в проведении более качественного отбора на устойчивость к абиотическим факторам в культуре зрелых зародышей пшеницы.

### Список литературы

1 Arora, N. K., Halotolerant plant growth promoting rhizobacteria for improving productivity and remediation of saline soils [Tekst] / Fatima, T., Mishra, J., Mishra, I., Verma, S., Verma, R. / J. Adv. Res. – 2020. – Vol.7. – P. 257-286.

2 Ayman E.L. Sabagh, Mohammad Sohidul Islam, Milan Skalicky Salinity Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Changing Climate [Tekst] / Adaptation and Management Strategies Front. Agron. – 2021. – Vol.8. – P.638-659.

3 [Евросоюз выделил Казахстану 800 тыс. евро для борьбы с засолением почвы](https://www.zakon.kz/4922109-evrosoyuz-vydelil-kazahstanu-sem-mln.html) <https://www.zakon.kz/4922109-evrosoyuz-vydelil-kazahstanu-sem-mln.html>

4. Arif Y., Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: an omic approach towards salt stress tolerance [Tekst] / Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., and Hayat, S. / Plant Physiol. Biochem. - 2020. – Vol.156. – P. 64-77. doi: 10.1016/j.plaphy.

5. Ashraf, M. A., and Ashraf, M. Growth stage-based modulation in physiological and biochemical attributes of two genetically diverse wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars grown in salinized hydroponic culture [Tekst] / Environ. Sci. Pollut. Res. – 2016. – Vol.23. – P. 6227-6243.

6. Al Hattab Zahra, Majid Sh., Hamdalla Majid, Mohammed Salinity effect on wheat *Triticum aestivum* L. callus growth and development [Tekst] / Environ. Sci. Pollut. Res. – 2015. – Vol.27. – P. 1238-1304.

7. Ali A., Basra, S. M. A., Ahmad, R., and Wahid, A. Optimizing silicon application to improve salinity tolerance in wheat [Tekst] / Soil Environ. – 2009. – Vol. 28. – P. 136-144.
8. Hasan, A., Hafiz, H. R., Siddiqui, N., Khatun, M., Islam, R., and Mamun, A. A. (2015). Evaluation of wheat genotypes for salt tolerance based on some physiological traits [Tekst] / J. Crop Sci. Biotechnol. – 2015. – Vol.18. – P. 333-340.
9. Kruglova N. N., Seldimirova O. A. and Zinatullina A. E. In vitro callus as a model system for the study of plant stress-resistance to abiotic factors (on the Example of Cereals) [Tekst] / Biology Bulletin Reviews. – 2018. – Vol.138(3). – P. 283.
10. Terletskaia N., Khailenko N. and Zhambakin K. Stability of cereal crops to drought and saline stress in vivo and in vitro [Tekst] / Journal of Life Sciences. – 2013. – Vol. 7(2). – P. 135. [In Russian]
11. Chen S., Hawighorst P., Sun J. and Polle A. Salt tolerance in Populus: Significance of stress signaling networks, mycorrhization, and soil amendments for cellular and whole-plant nutrition [Tekst] / Environ. Exp. Bot. -2014. – Vol.107. – P. 113.
12. Munns R. and Tester M. Mechanisms of salinity tolerance [Tekst] / Annu. Rev. Plant. Biol. – 2008. – Vol. 59 (1). – P. 651.
13. Khudolieieva L. and Kutsokon N. In vitro evaluation of salt tolerance of poplars and willows [Tekst] / ScienceRise: Biological Science. – 2018. -№ 2(11). -P. 35. [In Ukrainian]
14. Rai M. K., 2011 Developing stress tolerant plants through in vitro selection – An overview of the recent progress [Tekst] / Kalia R. K., Singh R., Gangola M. P. and Dhawan A. K. / Environ. Exp. Bot. – 2011. – Vol. 71(1). – P. 89.
15. Dasgupta M., Sahoo M.R., Kole P. C. and Mukherjee A. Evaluation of orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) genotypes for salt tolerance through shoot apex culture under in vitro NaCl mediated salinity stress conditions [Tekst] / Plant. Cell. Tiss. Organ. Cult. – 2008. – Vol. 94 (2). – P. 161.
16. Jan N., Qazi H. A., Ramzan S. and John R. 2018 Developing Stress-Tolerant Plants Through in Vitro Tissue Culture: Family Brassicaceae Biotechnologies of Crop Improvement eds S. Gosal, S.Wani [Tekst] / Cham: Springer. – 2018. – Vol.1. – P. 327-372.
17. Shupletsova O. N. and Shchennikova I. N. Results of using cell technologies for creation of new barley varieties resistant against aluminum toxicity and drought [Tekst] / Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2016. – Vol.20 (5). – P. 623.

### References

- 1 Arora, N. K., Halotolerant plant growth promoting rhizobacteria for improving productivity and remediation of saline soils [Tekst] / Fatima, T.,

Mishra, J., Mishra, I., Verma, S., Verma, R. / J. Adv. Res. – 2020. – Vol.7. – P. 257-286.

2 Ayman E.L. Sabagh, Mohammad Sohidul Islam, Milan Skalicky Salinity Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Changing Climate [Tekst] / Adaptation and Management Strategies Front. Agron. – 2021. – Vol.8. – P. 638-659.

3 [Evrosoyuz vydelil Kazahstanu 800 tys. evro dlya bor'by s zasoleniem pochvy](https://www.zakon.kz/4922109-evrosoyuz-vydelil-kazahstanu-sem-mln.html) <https://www.zakon.kz/4922109-evrosoyuz-vydelil-kazahstanu-sem-mln.html>

4. Arif Y., Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: an omic approach towards salt stress tolerance [Tekst] / Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., and Hayat, S. / Plant Physiol. Biochem. -2020. – Vol.156. – P. 64-77. doi: 10.1016/j.plaphy.

5. Ashraf, M. A., and Ashraf, M. Growth stage-based modulation in physiological and biochemical attributes of two genetically diverse wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars grown in salinized hydroponic culture [Tekst] / Environ. Sci. Pollut. Res. – 2016. – Vol. 23. – P. 6227-6243.

6. Al Hattab Zahra, Majid Sh., Hamdalla Majid, Mohammed Salinity effect on wheat *Triticum aestivum* L. callus growth and development [Tekst] / Environ. Sci. Pollut. Res. – 2015. – Vol.27. – P. 1238-1304.

7. Ali A., Basra, S. M. A., Ahmad, R., and Wahid, A. Optimizing silicon application to improve salinity tolerance in wheat [Tekst] / Soil Environ. – 2009. – Vol.28. – P. 136-144.

8. Hasan, A., (2015). Evaluation of wheat genotypes for salt tolerance based on some physiological traits [Tekst] / Hafiz, H. R., Siddiqui, N., Khatun, M., Islam, R., and Mamun, A. A. / J. Crop Sci. Biotechnol. – 2015. – Vol.18. – P. 333-340.

9. Kruglova N. N., Seldimirova O. A. and Zinatullina A. E. In vitro callus as a model system for the study of plant stress-resistance to abiotic factors (on the Example of Cereals) [Tekst] / Biology Bulletin Reviews. – 2018. – Vol. 138(3). – P. 283.

10. Terletskaia N., Khailenko N. and Zhambakin K. Stability of cereal crops to drought and saline stress in vivo and in vitro [Tekst] / Journal of Life Sciences. – 2013. – Vol. 7(2). – P. 135. [In Russian]

11. Chen S., Hawighorst P., Sun J. and Polle A. Salt tolerance in *Populus*: Significance of stress signaling networks, mycorrhization, and soil amendments for cellular and whole-plant nutrition [Tekst] / Environ. Exp. Bot. -2014. – Vol. 107. – P. 113.

12. Munns R. and Tester M. Mechanisms of salinity tolerance [Tekst] / Annu. Rev. Plant. Biol. – 2008. – Vol. 59 (1). – P. 651.

13. Khudolieieva L. and Kutsokon N. In vitro evaluation of salt tolerance of poplars and willows [Tekst] / ScienceRise: Biological Science. – 2018. -№ 2(11). -P. 35. [In Ukrainian]

14. Rai M. K., Developing stress tolerant plants through in vitro selection – An overview of the recent progress [Tekst] / Kalia R. K., Singh R., Gangola M. P. and Dhawan A. K. / Environ. Exp. Bot. – 2011. – Vol.71(1). – P. 89.

15. Dasgupta M., Sahoo M.R., Kole P. C. and Mukherjee A. Evaluation of orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) genotypes for salt tolerance through shoot apex culture under in vitro NaCl mediated salinity stress conditions [Tekst] / Plant.Cell.Tiss.Organ.Cult. – 2008. –Vol. 94 (2). – P. 161.

16. Jan N., Qazi H. A., Ramzan S. and John R. Developing Stress-Tolerant Plants Through in Vitro Tissue Culture: Family Brassicaceae Biotechnologies of Crop Improvement eds S. Gosal, S.Wani [Tekst] / Cham: Springer. – 2018. –Vol. 1. – P. 327-372.

17. Shupletsova O. N. and Shchennikova I. N. Results of using cell technologies for creation of new barley varieties resistant against aluminum toxicity and drought [Tekst] / Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2016. – Vol. 20 (5). – P. 623.

## ***IN VITRO* ЖАҒДАЙЫНДА ХЛОРИДТІ ТҰЗДАНУҒА ТӨЗІМДІЛІККЕ БИДАЙДЫҢ (*TRITICUM AESTIVUM*) ГИБРИДТЕРІН ІРІКТЕУ**

***Гаджимурадова Айсарат Махмудовна***

*Техника ғылымдарының магистрі*

*С. Сейфуллина атындағы Қазақ агротехникалық университеті*

*Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

*E-mail: [aisarat3878@mail.ru](mailto:aisarat3878@mail.ru)*

*Савин Тимур Владимирович*

*Биология ғылымдарының кандидаты*

*С. Сейфуллина атындағы Қазақ агротехникалық университеті*

*Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

*E-mail: [savintimur\\_83@mail.ru](mailto:savintimur_83@mail.ru)*

*Федоренко Елена Николаевна*

*Инженер-жерге орналастырушы*

*Солтүстік- Қазақстан ауылшаруашылығы тәжірибе станциясы СҚО*

*Аққайын ауданы, Шағалалы а.,*

*E-mail: [87153223511@mail.ru](mailto:87153223511@mail.ru)*

*Швидченко Владимир Корнеевич*

*Ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты*

*С. Сейфуллина атындағы Қазақ агротехникалық университеті*

*Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

*E-mail: [shvidchenko50@mail.ru](mailto:shvidchenko50@mail.ru)*



*Киргизова Ирина Васильевна*  
*Техника ғылымдарының магистрі*  
*ЖШҚ «Элита» директоры*  
*Омск қ., Ресей Федерациясы*  
*E-mail: [irina.kz-89@mail.ru](mailto:irina.kz-89@mail.ru)*

### **Түйін**

Бидай, планетаның өсіп келе жатқан халқы жағдайында маңызды дақылдардың бірі бола отырып, басқаларға қарағанда жаңа сорттар мен сызықтарды алу тәсілдерін мұқият зерделеуді және жетілдіруді талап етеді. Іріктеудің негізгі сипаттамалары бидайдың сапалық көрсеткіштерінің жоғарылауы және қоршаған ортаның стресстік факторларына төзімділік болып табылады. Бүгінгі таңда біздің елімізде тұзды жерлердің ауданы жыл сайын артып келеді, бұл өнімділіктің күрт төмендеуіне әкеледі. Осыған байланысты жекелеген өңірлер тұздануға бейімделген бидай сорттарының өткір жетіспеушілігін сезінуде. Осы зерттеуде еліміздің үш облысынан: Солтүстік Қазақстан, Қарағанды және Ақтөбе бидайының жаңа желілерінің тұздық тұрақтылығының деңгейлері талданды. Жұмыста бидайдың 15 жаңа желісінің культуралық сипаттамаларын зерттеу, сондай-ақ хлоридті тұздануды таңдау туралы мәліметтер келтірілген (50 мм, 100 мм, 150 мм, 200 мм). Нәтижесінде Қарағанды облысынан тек 4 желі ғана 150 мМ (5-15%) дейін тұз стрессіне бейімделудің жоғары деңгейін көрсетті. Ақтөбе облысынан 198/224 және 205/212 гибридті желілері тиісінше 150 мМ, 5 және 15% тұздануға төзімділігін көрсетті. Солтүстік Қазақстан облысының 1201 желісі 100 мМ тұздануға төзімділік танытты. 150 мМ тұздану деңгейіне төзімді 57 регенерант өсімдік алынды. Топырақ жағдайында 150 мМ тұздану жағдайында тек 10 өсімдік бейімделді, олар одан әрі далалық сынақтардан өтеді.

**Кілт сөздер:** бидай; гибридтер; селекция; тұрақтылық; тұздану; регенерант-өсімдіктер; бейімделу.

### **SELECTION OF HYBRID WHEAT LINES (*TRITICUM AESTIVUM*) FOR RESISTANCE TO CHLORIDE SALINIZATION IN *IN VITRO* CULTURE**

*Gajimuradova Aissarat Makhmudovna*  
*Master of Technical Sciences*  
*S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*  
*Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*E-mail: [aisarat3878@mail.ru](mailto:aisarat3878@mail.ru)*

*Savin Timur Vladimirovich*

*Candidate of Biological Sciences*  
*S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*  
*Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*E-mail: [savintimur\\_83@mail.ru](mailto:savintimur_83@mail.ru)*

*Fedorenko Elena Nikolaevna*  
*Engineer-land surveyor*  
*North Kazakhstan Agricultural Experimental Station NKR*  
*Akkayin district, Shagalaly village*  
*E-mail: [87153223511@mail.ru](mailto:87153223511@mail.ru)*

*Shvidchenko Vladimir Korneevich*  
*Candidate of Agricultural Sciences*  
*S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*  
*Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*E-mail: [shvidchenko50@mail.ru](mailto:shvidchenko50@mail.ru)*

*Kirgizova Irina Vasilyevna*  
*Master of Technical Sciences*  
*Director of LLC "Elite"*  
*Omsk, Russian Federation*  
*E-mail: [irina.kz-89@mail.ru](mailto:irina.kz-89@mail.ru)*

### **Annotation**

Wheat, being one of the most important crops in the conditions of the growing population of the planet, more than others requires careful study and improvement of approaches to obtaining new varieties and lines. The main characteristics for selection are both increased quality indicators of wheat and resistance to environmental stress factors. To date, the area of saline lands in our country is increasing every year, which leads to a sharp decrease in yield. In this regard, some regions are experiencing an acute shortage of wheat varieties adapted to salt salinization. This study analyzes the levels of salt resistance of new wheat lines from three regions of the country: North Kazakhstan, Akmola and Aktobe. The paper presents data on the study of the cultural characteristics of 15 new wheat lines, as well as selection for chloride salinization (50mM, 100mM, 150mM, 200mM). As a result, only 4 lines from the Karaganda region showed a high level of adaptation to salt stress up to 150 mM (5-15%). Hybrid lines from Aktobe region 198/224 and 205/212 showed resistance to salinity of 150 mM, 5 and 15%, respectively. Line 1201 from the North Kazakhstan region showed resistance to 100 mM salinization. 57 regenerating plants resistant to 150 mM salinity level were obtained. In soil conditions, under conditions of 150 mM salinity, only 10 plants adapted, which will then undergo field tests.

**Key words:** wheat; hybrids; breeding; stability; salinization; regenerating plants; adaptation.

