

**Наименование проекта:** ИРН AP14870923 «Разработка адаптивных приемов повышения продуктивности и засухоустойчивости мягкой пшеницы в засушливых условиях Центрального и Северного Казахстана с использованием математического моделирования»

**Актуальность:** В настоящее время важным инструментом при внедрении современных наукоемких технологий в традиционную практику растениеводства выступают прикладные динамические модели производственного процесса сельскохозяйственных растений.

Разработка адаптивных приемов повышения засухоустойчивости яровой мягкой пшеницы в засушливых условиях Северного Казахстана с использованием математического моделирования позволяет существенно упростить анализ множества альтернативных решений и выбор оптимальных агротехнологий по сравнению с традиционным подходом.

В связи с этим применение комплекс агротехнических мероприятий для повышения засухоустойчивости яровой мягкой пшеницы в засушливых условиях Северного Казахстана с использованием математического моделирования является актуальной проблемой и имеет большое теоретическое и практическое значение.

**Цель:** Применение математического моделирования при разработке комплекса агротехнических мероприятий с целью повышения продуктивности и засухоустойчивости яровой мягкой пшеницы в резко континентальных засушливых почвенно-климатических условиях центрального и северного Казахстана

**Члены исследовательской группы:**

**Руководитель проекта – Амаптаев Бекзак Омирзакович**, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор. Индекс Хирша -2. Идентификаторы: Scopus Author ID: 57207571119; 57304287300. Web of Science Researcher ID: ABC-4007-2021. ORCID: 0000-0002-4541-363X

**Исследовательская группа:**

Старший научный сотрудник - Кипшакбаева Гульден Амангельдиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор. Индекс Хирша 1; Идентификаторы: Scopus Author ID 57218992034; Web of Science Researcher ID AAE-8510-2022; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2830-7173>

Старший научный сотрудник - Зотова Людмила Петровна, селекционер - агроном, PhD. Индекс Хирша – 5; Идентификаторы: Scopus Author ID 57197867176; Web of Science Researcher ID - AAE-9553-2022; ORCID - <https://orcid.org/0000-0001-8610-2689>.

Научный сотрудник. Кульжабаев Елдос Муратович, агроном, магистр сельскохозяйственных наук. Идентификаторы: Scopus Author ID - 57223604020; ORCID - <https://orcid.org/0000-0002-3728-9819>

Младший научный сотрудник - Жирнова Ирина Александровна, агроном, магистр сельскохозяйственных наук. Индекс Хирша - 1; Идентификаторы: Scopus Author ID - 57203111547; Web of Science Researcher ID - EIU-5558-2022.

### Полученные результаты:

Для проведения исследований были заложены полевые испытательные полигоны в двух хозяйствах Северного и Центрального Казахстана:

1. ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И.Бараева» (поле № 10, на площади - 40 га) - сухо-степная зона, южный чернозем, мелкосопочная равнина, Акмолинская область;

2. ТОО "Найдоровское" (поле № 11, на площади - 40 га)- сухо-степная зона, каштановая почва на мелкосопочнике, Карагандинская область.

Технология подготовки почвы соответствовала общепринятой для соответствующих зон.

Для проведения молекулярного скрининга образцов на засухоустойчивость пшеницы использован Amplifluor-like SNP праймер KATU-W62SNP2, KATU -X1-F1, KATU\_X1-F2, KATU\_X1-R. Молекулярные исследования проводили на сортах различного эколого-географического происхождения, а именно отечественной селекции: Фантазия, Ламис, Айна, Карабалыкская 90 (Карабалыкской СХОС), Целина 50, Акмола 2, Асыл сапа, Таймас, Шортандинская 2014 (НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева), а также зарубежной селекции: Лискама (Франция), Гранни (Австралия).

В результате исследований, изучаемые сорта яровой пшеницы четко различались между собой по праймеру KATU-W62-SNP2 и соответствовали одному из вариантов распределения по аллелям: совпадая с 18-4генотипом '*bb*', или с высокоурожайным в условиях засухи, носителем полиморфизма генотипом 18-5 '*aa*'. Из 11 исследованных сортов положительный гомозиготный результат (*aa*) показали сорта яровой мягкой пшеницы отечественной селекции: Таймас и Шортандинская 2014 наряду с носителем полиморфизма, связанным с засухоустойчивостью, сортом Opata 85. Сорта Гранни и Целина 50 по гену *Dreb1* идентифицированы как гетерозиготы или представляют собой смесь генотипов '*ab*'.

При определении морфофизиологических признаков всходов яровой мягкой пшеницы с наилучшими показателями всхожести (92,67-97,67%) отличились партии семян сортов Таймас, Ламис, Лискама, Айна, Фантазия, Асыл сапа, Гранни, Целина 50. Согласно ГОСТу 12047 -85 партия семян вышеуказанные сортов по посевным качествам относится к 1 и 2 классу.

Всходы сортов Лискама и Асыл сапа отличались большими показателями по длине побега, массе побега, площади побега и по массе корешков на 10 сутки. По признаку появления корешков более засухоустойчивым сортом является Айна и Гранни, корешки расположены с углом 28,3-30,67° к побегу.

По результатами проведенных исследований установлено, что среднеспелые сорта мягкой яровой пшеницы имеют широкий спектр генотипического разнообразия по реакции на водный дефицит в начальных фазах развития.

Большинство исследованных сортов мягкой пшеницы показали высокую степень устойчивости к ранней засухе. Степень засухоустойчивости сортов Шортандинская 2014, Таймас, Карабалыкская 90, Ламис, Лискама, Айна, Гранни, Акмола 2, Целина 50 составил – 76,81-89,78%. С наиболее высокой

засухоустойчивости выделились Айна (87,23%), Грании (89,78%) и Таймас (88,24%). Сорты Фантазия и Асыл сапа определены с повышенной засухоустойчивостью (более 76%).

По результатам математических анализов выявлена сильная корреляционная зависимость между массой побегов и лабораторной всхожестью семян сортов мягкой пшеницы. При этом коэффициент корреляции составил  $r = 0,71$ , коэффициент регрессии  $y = 4,08$  и критерий существенности коэффициента корреляции  $p=0,091$ . Результаты математических обработок полученных данных, показали что на уровень всхожести длина проростков и площадь побега не влияют.

Для агрохимических исследований почв опытных участков отбор образцов проведен с 3 гектарной сеткой для оценки исходного состояния на содержание гумуса, подвижных форм азота, фосфора, калия, серы, микроэлементов, рН и степень, тип засоленности. Как показали результаты агрохимических анализов, различные типы почв отличаются по содержанию макро и микро элементов. Содержание гумуса в горизонте 0-100 см почв составляет в черноземах в пределах 3,57-4,46 % и в темно-каштановых почвах ТОО «Найдоровское» - 2,73-3,78%. Реакция почв темно-каштановых и южных черноземов среднещелочные и сильнощелочные, кислотность почвы находится в пределах рН 8,16-8,87.

Проведенные исследования по содержанию легкогидролизуемого азота в почве опытных участков показали, что содержание легкогидролизуемого азота на темно-каштановых (25,56%) почв оказалось выше на 10,15 мг/кг по сравнению почв южного чернозема.

Содержание в почве подвижного фосфора на обоих участках очень низкое, на поле № 10 (южный чернозем) его содержание составляет в среднем по полю - 18,59 мг/кг, на поле № 11 (темно-каштановая почва) в среднем по полю - 13,53 мг/кг. Обеспеченность почв обменным калием на обоих опытных участках в основном очень высокая, его содержание составляет в пределах 611-1044 мг/кг.

При проведении анализа почв двух хозяйств Северного и Центрального Казахстана на содержание подвижной серы (сера сульфатов) выявлено, что в почве отмечаются лишь ее следы.

По результатами лабораторных работ по определению урожайных и посевных свойств семян, генотипирования на основе SNP маркеров сортов пшеницы, агрохимических анализов почвы опытных участков даны рекомендация о внесении корректировки в агротехнологии нижеследующие элементы;

Для условий ТОО «Научно-производственного центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева»:

1. внесение удобрений - Аммофос + Сульфат аммония с нормой 45+60 кг д.в./га;

2. обработка семян перед посевом комплексными микроудобрениями с нормой - Zn - 75г, Со- 75г, Си- 75г, Cd-40 г д.в/т.;

3. провести листовую подкормку в период кущения яровой мягкой пшеницы хелатными формами микроудобрений с нормой - Zn - 45г, Со- 35г, Си- 40г, Cd-20 г д.в/т.;

4. проведение прикатывания почвы после посева и боронование почвы в период кущения яровой мягкой пшеницы.

Для почвенно-климатических условий ТОО «Найдоровское»:

1. внесение удобрений Сульфат аммония с нормой 50 кг д.в./га перед посевом яровой мягкой пшеницы;

2. обработка семенного материала перед посевом комплексным микроудобрением с расчета Zn - 80г, Со- 70г, Си- 77г, Cd-38 г д.в/т.;

3. проведение листовой подкормки в период кущения яровой мягкой пшеницы хелатной формой микроудобрений с нормой - Zn - 50г, Со- 42г, Си- 37г, Cd - 22 г д.в/т.;

4. прикатывание почвы после посева и боронование почвы в период кущения яровой мягкой пшеницы.