

Ж. Оспанбаев^{*1}, Д.А.Сепбаев², Р.К.Жапаев¹, А.С.Сембаева¹, А.С.Досжанова³,
А.С.Майбасова¹, А.М.Момбек³

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и
растениеводства», Алматы, Казахстан

zhmagali@mail.ru, r.zhapayev@mail.ru, sembaeva.a84@mail.ru, asel_08.08@mail.ru

²ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», Алматы
Казахстан, dosmukhammed@asianecology.kz

³НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы,
Казахстан, ainurdoszhanova@mail.ru, ayala.mombek@bk.ru

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОРОШАЕМОЙ ПАШНИ И СНИЖЕНИИ ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ

Аннотация

В статье представлены полевые исследования по подбору наиболее пригодных сельскохозяйственных культур для основного и пожнивного возделывания в условиях орошения на юго-востоке Казахстана. В результате исследования были определены наиболее пригодные культуры для посева основных и промежуточных культур, определены оптимальные сроки и способы посева промежуточных пожнивных культур. Определены уровни выброса парниковых газов в атмосферу на посевах покровных культур. В условиях светло-каштановых почв юго-востока Казахстана формирование урожая покровных культур во многом зависит как от применяемой агротехники, так и от условий года возделывания. Лен масличный и гречиха обеспечили гарантированный урожай товарной продукции при посеве после озимой пшеницы. Урожайность озимой пшеницы составила 70-80 ц/га.

За годы исследований пожнивное возделывание льна масличного обеспечило гарантированную урожайность в диапазоне 8,1-14,6 ц/га в 2021 году и 7,4-10,2 ц/га в 2022 году, в зависимости от изученных вариантов опыта. Возделывание гречихи в пожнивном посеве после озимой пшеницы обеспечивает достаточно хороший урожай семян. Урожайность поживной гречихи в зависимости от способов посева и технологий возделывания варьировала в 2021 году 5,2-12,3 и в 2022 году 9,4-15,3 ц/га. Более высокие урожаи семян гречихи обеспечиваются при рядовом посеве по традиционной технологии с отвальной вспашкой после озимой пшеницы.

По формированию зеленой массы выделяется поживные посевы сорго, где урожайность на вариантах с нулевой технологией возделывания достигало 640,8 ц/га при рядовом посеве и 354,2 ц/га при широкорядном посеве, урожайность кукурузы на силос 350-400 ц/га, снижение расхода поливной воды на 30-40%, сокращение выброса парниковых газов (CO₂ и N₂O) в атмосферу 2,5-3 раза, рентабельность производства 240-250%.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, покровные культуры, парниковые газы, технология возделывания, урожайность

Введение

Результаты ежегодного мониторинга орошаемых земель, проводимого гидрогеологическими и мелиоративными экспедициями, показывают, что в настоящее время более 50% орошаемых земель имеют различную степень засоления и более 30% являются солончатыми. В то же время огромные объемы дренажа и сточных вод, образующихся на орошаемых землях (до 30-50% от объема водоснабжения) и в населенных пунктах (до 10-30%), загрязняют водные источники и ухудшают экологическую и мелиоративную ситуацию на

орошаемых землях и прилегающих территориях. Более 100 тысяч гектаров орошаемых земель были выведены из сельскохозяйственного оборота [1-3].

По данным экспертов ООН, на сельское хозяйство приходится 60% антропогенных выбросов оксидов азота, которые могут привести к глобальному потеплению в 300 раз больше, чем CO₂. На производство продуктов питания приходится примерно 30% глобальных выбросов парниковых газов. В настоящее время 21% этих выбросов происходит в результате обезлесения и изменений в землепользовании, связанных с сельским хозяйством [4].

В целях поддержания плодородия почв и сокращения выбросов парниковых газов Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) призывает фермеров сокращать обработку почвы, улучшать почвенный покров и диверсифицировать севооборот [5,6]. Покровная мульча остается на поверхности почвы до тех пор, пока не будет собран технический урожай, предотвращая появление сорняков и тем самым устраняя необходимость в механической борьбе с сорняками, сохраняя качество почвы при одновременном снижении трудоемкости и расхода топлива. Помимо создания физического барьера, снижающего всхожесть сорняков, дополнительный механизм подавления сорняков включает конкуренцию покровной культуры с сорняками за воду, питательные вещества и свет [7,8]. Кроме того, борьба с сорняками также может быть усилена аллелопатическими соединениями, выделяемыми покровной культурой, которые могут подавлять прорастание сорняков [9,10].

Включение покровных культур в севооборот стало практической стратегией для производителей. Европейский союз также поощряет использование покровных культур в сельском хозяйстве с помощью своей стратегии "дождевания" [11]. Растущий интерес производителей и исследователей к покровным культурам, возможно, был вызван многочисленными положительными аспектами, связанными с покрытием посевов. Покровные культуры обычно размещают между двумя основными культурами для уменьшения эрозии и улучшения характеристик почвы, таких как содержание азота, доступность фосфора и структура почвы [12]. Кроме того, они служат источником пыльцы и нектара для опылителей и местом полива полезных растений [13, 14]. Они также оказывают услуги по борьбе с вредителями, патогенами и сорняками [15, 16]. Покровные культуры создают различные временные и пространственные возможности, а также физические и биохимические механизмы борьбы с сорняками.

Гидротермальные условия южных и юго-восточных регионов Казахстана вполне подходят для выращивания двух культур в год. Выращивание двух культур в год на одной и той же площади при правильном подборе покровных культур не приводит к снижению плодородия почвы, а позволяет интенсивно использовать орошаемую пашню для получения максимального урожая с единицы площади. Однако, на практике выращивание второй культуры не находит должного применения у фермеров, хотя после уборки озимых культур остается довольно много времени (90-120 дней) для сбора урожая зерновых культур. Прямой посев исключает проведение основной и предпосевной обработок почвы под культурные растения, а капельное орошение позволяет своевременно получать дружные всходы, период "уборка технических культур – посев культурных растений" сокращается минимум на 20-30 дней, что позволит вам гарантированно получить второй урожай зерновых культур. выращивайте сельскохозяйственные культуры.

Однако до сих пор в Казахстане не проводилось целенаправленных исследований по эффективному использованию покровных культур. Такие исследования имеют особое значение для повышения продуктивности орошаемых пахотных земель, сохранения плодородия почв и сокращения выбросов парниковых газов, управления фитосанитарным состоянием сельскохозяйственных культур и рационального использования оросительной воды. Проект предусматривает разработку технологий возделывания основных орошаемых культур юга и юго-востока Казахстана – озимой пшеницы, сахарной свеклы, сои и кукурузы с капельным орошением с использованием покровных культур и прямого посева.

Разрабатываемая технология обеспечивает гарантированное выращивание двух культур в год, снижение расхода оросительной воды и пестицидной нагрузки на единицу площади, сохранение плодородия почв и охрану окружающей среды, в конечном счете, многократное увеличение производительности на единицу орошаемой пахотной земли. Полученные результаты могут стать основой для разработки принципиально новой системы орошаемого земледелия для юга и юго-востока Казахстана, обеспечивающей сохранение и воспроизводство плодородия почв, связывание парниковых газов, потребление оросительной воды и достижение потенциальной продуктивности орошаемых пахотных земель.

Методы и материалы

Почвенный покров экспериментального участка - предгорный светло-каштановый, сформировавшийся на почве лесовидных суглинках, имеет четко выраженный плодородный профиль. Характерной особенностью светло-каштановых почв является их высокое содержание карбонатов, их кипение отмечено выделением HCl с поверхности. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом средняя, подвижным фосфором низкая, а обменным калием средняя. В верхнем горизонте он содержит гумуса до 2,02%, валового азота - 0,12-0,14%.

Решение поставленных задач осуществлялось путем постановки и проведения полевых опытов по общепринятой в агрономических исследованиях методике [17]. Полевые эксперименты проводились на экспериментальной базе ТОО «Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства».

Объектами исследования были - озимая пшеница, озимый ячмень и озимый рапс в качестве основных покровных культур; масличный лен, гречиха, соя, горох, кукуруза, сорго, яровой рапс, сахарная свекла - в качестве пожнивной покровной культуры. Изучение технологий возделывания пожнивных покровных культур: традиционная, минимальная и нулевая (рис.1).



традиционная



минимальная



предпосевная
обработка

Рисунок 1 – Способы обработки почвы покровных культур

Посев производился сеялкой прямого посева Vence Tudo-7300 (Бразилия) с одновременным внесением аммофоса дозой 100 кг/га. Широкоярусные способы посева осуществлялись путем перекрытия одной или двух сошников сеялки (рис. 2).



посев по отвальной
вспашке



посев после
дискования



посев по стерне

Рисунок 2 – Способы посева покровных культур

Вызывной полив производили немедленно после посева культур путем микродождевания спрей лентами.

Вегетационные поливы производили по мере необходимости сохранением предполивной влажности почвы на уровне 80-70-70 способом капельного орошения.

Учеты и наблюдения в ходе экспериментов проводились в соответствии с общепринятой методикой, принятой в биологических и агрономических исследованиях [18].

Анализ структурных элементов культуры проводили методом пробного снопа в четырехкратной повторности в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [19, 20].

Отбор и анализы содержания парниковых газов в атмосфере воздуха проводились Центральнo-азиатским институтом экологических исследований по методам прямого измерения (прибор газоанализатор универсальный ГАНК-4) при контроле метеоусловий прибором Метеометр МЭС 200.

Инструментальные замеры парниковых газов в атмосферном воздухе (диоксид углерода, оксид азота, метан и озон) проведены сотрудниками ТОО «Центральнo-Азиатского института экологических исследований» на опытном участке ТОО «Казахского НИИ земледелия и растениеводства». Опытные участки разделены на 5 площадок. Площадь опытных делянок составило не менее 150 кв. м.

Замеры проводились в 2 этапа: в начале мая на поле с возделыванием основной покровной культуры озимой пшеницы и в середине сентября 2022 года на полях с возделыванием пожнивных покровных культур по отвальной вспашке, минимальной и нулевой обработке почвы.

На каждой площадке замеры парниковых газов проведены универсальным газоанализатором ГАНК-4. Замеры осуществляли в 3-кратной повторности.

Расчет экономической эффективности основан на фактических затратах на единицу продукции с гектара площади в соответствии с фактическими денежными и энергетическими затратами на возделывание изучаемых культур [21].

Результаты и обсуждение

Для подбора основной культуры в качестве покровной изучены 11 сортов озимой пшеницы отечественной и зарубежной селекции, а также районированный сорт озимого ячменя Айдын и озимого рапса.

Посев покровной озимой пшеницы был проведен 26-27 сентября 2021 года. Полевая всхожесть семян озимой пшеницы составила 57-59% при густоте посадки 257-267 растений на 1 м².

На основании изучения роста и развития, формирования урожая озимой пшеницы, озимого ячменя и озимого рапса было выявлено, что озимая пшеница оказалась наиболее подходящей культурой для выращивания в качестве основной покровной культуры. Основываясь на результатах этих исследований, в 2021-2022 годах мы провели исследования по изучению особенностей агротехники культуры в зависимости от технологии возделывания.

Произведены ранневесеннее боронование, подкормка аммиачной селитрой из расчета 100 кг на гектар посева озимых покровных культур на орошаемых светло-каштановых почвах. Как показывают результаты учета наступления фаз развития сортов озимой пшеницы, что изучаемые по изучаемым сортам у китайских образцов отмечено некоторое ускорение развития растений с начиная с фазы кущения на 5-10 дней, что может оказать существенное влияние на сроки посева пожнивных культур, высеваемых после уборки озимой пшеницы.

Накопление биомассы растениями озимой пшеницы существенно зависело от технологий выращивания. Накопление как сырой, так и сухой массы растениями озимой пшеницы в начале весенней вегетации при кущении по традиционной технологии было в 2-2,5 раза выше, чем при минимальной и нулевой. Эта тенденция сохраняется до конца вегетационного периода растений озимой пшеницы, с минимальными различиями к концу

вегетационного периода. Интенсивный рост и развитие растений озимой пшеницы при традиционной технологии возделывания с отвальной вспашкой в конечном итоге способствует формированию достаточно высокой урожайности в 2021 году - 56,6 ц/га, в 2022 году - 81,1 ц/га (рисунок 3).



Рисунок - 3 Состояние озимой пшеницы

Как видно из данных таблицы 1, урожайность озимых покровных культур в 2021 году формировалась в первую очередь за счет продуктивного кущения, а в 2022 году - за счет лакунарности колоса и массы 1000 зерен. Относительно средняя урожайность зерна озимой пшеницы (64,3 и 49,5 ц/га) при минимальной и нулевой технологиях возделывания в первую очередь связана с густотой стояния растений (таблица 1).

Таблица 1 – Формирование урожая основной покровной культуры-озимой пшеницы

Технология	Количество растений, шт/м ²	Кустистость		Озерненность колоса, шт	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, г/м ²	Урожайность, ц/га
		общая	продуктивная				
2021 год							
Традиционная	171±3	3,6±0,1	3,7±0,1	26,6±1,2	43,4±1,8	70,0±3,5	56,7±1,6
2022 год							
Традиционная	246±4	3,3±0,1	2,6±0,2	33,7±1,8	48,4±0,2	104,1±4,4	81,2±3,0
Минимальная	216±9	2,5±0,2	2,2±0,3	32,0±2,1	47,6±1,4	71,5±3,8	64,3±1,6
Нулевая	192±14	3,0±0,2	2,5±0,3	24,5±0,6	46,1±0,7	57,2±0,2	49,5±1,7

Результаты наших исследований показывают, что озимая пшеница дает самый высокий урожай при традиционной технологии возделывания с отвальной вспашкой. В 2021 году урожай озимой пшеницы составил 56,7 ц/га без проведения осеннего полива, а в 2022 году при проведении осеннего полива в объеме 150 м³ урожайность составила 49,6-81,1 ц/га в зависимости от используемой технологии возделывания. В то же время максимальная урожайность зерна в 80,1 ц/га была достигнута при использовании варианта с традиционной технологией возделывания с отвальной вспашкой на глубину 20-22 см.

Особенности технологии возделывания покровных культур. В условиях юга и юго-востока Казахстана озимые товарные культуры (озимая пшеница, озимый ячмень и озимый рапс) созревают в конце июня или начале июля, в зависимости от погодных условий года и агротехники возделывания. После уборки товарных культур (озимой пшеницы или озимого ячменя) можно получить дополнительный урожай, как в виде зеленой массы, так и зерна. У всех изученных культур полноценные всходы были получены к 20-24 июля, в зависимости от изученных способов обработки почвы.

В условиях светло-каштановых почв юго-востока Казахстана формирование урожая покровных культур во многом зависит как от применяемой агротехники, так и от условий вегетационного года. Лен масличный и гречиха обеспечивали гарантированный урожай товарной продукции при посеве после озимой пшеницы (таблица 2).

По формированию зеленой массы выделяется пожнивные посевы сорго, где урожайность на вариантах с нулевой технологией возделывания достигало 640,8 ц/га при рядовом посеве и 354,2 ц/га при широкорядном посеве (рисунок 4).



лен масличный



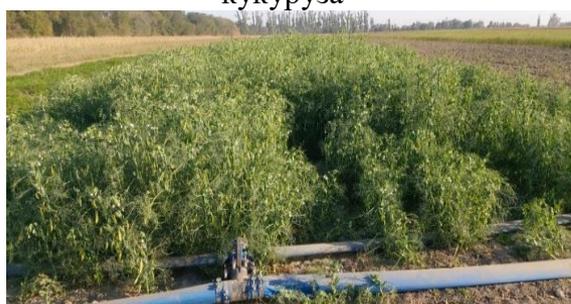
гречиха



кукуруза



сорго



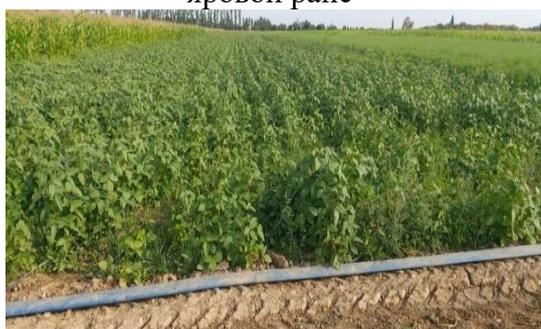
горох



яровой рапс



сахарная свекла



соя

Рисунок 4 – Состояние посевов пожнивных покровных культур

Возделывание гречихи в пожнивном посеве после озимой пшеницы обеспечивает достаточно хороший урожай семян. Урожайность пожнивной гречихи в зависимости от способов посева и технологий возделывания варьировала в 2021 году 5,2-12,3 и в 2022 году 9,4-15,3 ц/га. При этом величина колебания от способов возделывания достигал в 2021 году 3,4 ц/га, а в 2022 году 4,1 ц/га. Более высокие урожаи семян гречихи обеспечивается при рядовом посеве по традиционной технологии с отвальной вспашкой после озимой пшеницы.

Таблица 2 – Урожайность пожнивных покровных культур в зависимости от способов обработки почвы, ц/га

Культура	Технология возделывания					
	традиционная		минимальная		нулевая	
	Рядовой посев	Ширококорядный посев	Рядовой посев	Ширококорядный посев	Рядовой посев	Ширококорядный посев
2021 год						
Масличный лен	11,6±0,03	8,7±0,3	14,6±0,5	10,5±0,4	12,5±0,4	7,0±0,2
Гречиха	12,3±0,5	8,9±0,3	9,2±0,3	5,2±0,1	10,3±0,4	7,5±0,1
Соя зеленая масса	205,6±8,2	158,7±5,7	316,7±16,5	201,0±10,1	250,0±11,0	132,2±4,4
Кукуруза зеленая масса	-	385,2±17,3	-	300,0±12,9	-	317,0±12,4
Сорго зеленая масса	183,3±9,0	254,3±13,0	260,0±11,7	304,1±10,3	640,8±28,2	354,2±11,7
Яровой рапс зеленая масса	335,6±14,3	-	180,7±6,5	-	127,9±6,4	-
Сахарная свекла корни	-	332,5±23,3	-	156,7±8,8	-	0
2022 год						
Масличный лен	10,2±0,4	8,7±0,3	9,8±0,3	8,1±0,2	8,8±0,2	7,4±0,4
Гречиха	15,3±0,6	13,1±0,6	13,3±0,4	10,5±0,4	11,2±0,4	9,4±0,4
Соя зеленая масса	145,8±5,0	65,6±2,4	133,2±5,6	70,4±3,4	167,6±10,9	71,8±3,4
Горох зеленая масса	99,0±4,4	-	85,2±4,3	-	72,6±3,7	-
Кукуруза зеленая масса	-	194,4±9,1	-	199,9±8,4	-	159,0±7,6
Сорго зеленая масса	230,6±10,6	173,2±6,2	173,3±7,4	156,1±6,5	122,0±6,8	176,9±8,1
Яровой рапс зеленая масса	233,4±8,2	-	138,5±5,8	-	54,4±1,7	-
Сахарная свекла корни	-	78,8±3,5	-	106,0±5,5	-	69,8±3,6

Как видно из таблицы 2, выращивание льна масличного обеспечило гарантированную урожайность за годы исследований в диапазоне 8,1-14,6 ц/га в 2021 году и 7,4-10,2 ц/га в 2022 году в зависимости от изученных вариантов опыта. Формирование урожая покровных культур во многом зависит как от применяемой агротехники, так и от условий года выращивания. В то же время лен масличный сформировал самую большую зеленую массу при минимальной технологии возделывания при рядовом способе посева.

Испытание сои в качестве поживной покровной культуры показало, что она в условиях юго-востока Казахстана не вызревала, несмотря на испытание в опытах ультра раннеспелого сорта Ивушка. Однако она формировала достаточно высокую зеленую массу. На отдельных вариантах опыта урожайность зеленой массы достигала 316,7 ц/га. Наибольшую урожайность зеленой массы соя формировала при рядовом способе посева по минимальной технологии возделывания.

Высокую урожайность зеленой массы обеспечил поживной рядовой посев ярового рапса по традиционной технологии с отвальной вспашкой, урожайность составила в 2021 году 335,6 ц/га, а в 2022 году 233,4 ц/га. Резко снижается продуктивность ярового рапса при поживном посеве по минимальной и нулевой технологии.

Определение парниковых газов на посевах озимой пшеницы. I этап работы проводился 4 мая 2022 года, в фазу трубкования озимой пшеницы. Во время замеров парниковых газов параллельно проводились измерения метеорологических параметров: 4 мая 2022 года температура атмосферного воздуха в дневное время составила +23,3-26,8 °С, относительная влажность 37-43 %, скорость ветра 0,23-0,35 м/с, атмосферное давление в пределах нормы и соответствовало 92,6 кПа (695 мм рт ст.).

Результаты измерения парниковых газов в атмосферном воздухе на опытных и контрольных площадках представлены в таблице 3. Опытные площадки (А, Б, В) заняты посевами озимой пшеницы. Контрольные варианты (Г, Д) не засеяны культурами.

Как видно из таблицы 3, на площадке А максимально-разовые концентраций по диоксиду углерода и оксиду азота были ниже по сравнению с показаниями остальных площадок (Б, В).

Таблица 3 – Результаты измерения парниковых газов на опытных площадках, 2022 г.

Варианты	Координаты	Диоксид углерода, мг/м ³	Оксид азота, мг/м ³	Метан, мг/м ³	Озон, мг/м ³
А – Озимая пшеница Отвальная обработка (вспашка 20-22 см)	43°17'43.70"С 76°41'46.60"В	0,053	0,0198	<30	<0,018
Б – Озимая пшеница Минимальная (дискование почвы 12-14 см)	43°17'41.40"С 76°41'45.80"В	0,076	0,0495	<30	<0,018
В – Озимая пшеница Нулевая обработка почвы	43°17'38.20"С 76°41'44.80"В	0,098	0,0137	<30	<0,018
Г – Без культуры (контроль)	43°17'42.80"С 76°41'50.60"В	0,164	0,0460	<30	<0,018
Д – Без культуры (контроль)	43°17'39.20"С 76°41'49.70"В	0,176	0,0430	<30	<0,018

При этом на контрольных площадках (Г, Д) концентрация диоксида азота была выше, чем в опытных площадках (А, Б, В).

На площадке Б с минимальной обработкой почвы содержание содержания оксида азота оказалось выше по сравнению с опытными и почти одинаково с контрольными площадками.

Во всех площадках концентраций метана и озона находились ниже предела обнаружения соответствующих методик.

Проведение замеров парниковых газов в атмосферном воздухе. 2 этап работы по замерам ПГ в атмосферном воздухе проводились 16 сентября 2022 года на 5 опытных и 3 контрольных площадках. Замеры осуществляли в 3-кратной повторности.

Параллельно с замерами парниковых газов проводили измерения метеорологических параметров: температура воздуха составила +17,3°C... + 23,4°C, относительная влажность 32-36 %, атмосферное давление в пределах нормы 92,9 кПа (692-696 мм рт ст), скорость ветра 0,41- 0,55 м/с. На рисунках 5, 6 представлены замеры, проведенные на посевах и без посева пожнивных культур.



лен масличный



гречиха



горох

Рисунок 5 - Замеры атмосферного воздуха на посевах льна масличного, гречихи и гороха



кукуруза



сорго



стерня озимой
пшеницы

Рисунок 6 – Замеры атмосферного воздуха на посевах кукурузы, сорго и без посева пожнивных культур

Замеры ПГ проводили на полях пожнивных покровных культур по трем технологиям обработки почвы (отвальная вспашка, минимальная и нулевая обработки). На контрольных площадках замеры сняли по стерне озимой пшеницы без посева пожнивных культур.

Результаты исследований 2-этапа работы представлены в таблице 4. По данным таблицы 4, на полях возделывания льна масличной, гороха, кукурузы и сорго концентраций диоксида углерода и оксида азота в атмосферном воздухе оказались в 3-4 раза ниже, чем при минимальной и нулевой обработке почв, и с контрольными. Низкое содержание диоксида углерода оказалось в гороховом поле по сравнению с полями других культур.

Таблица 4 – Результаты измерений парниковых газов на посевах пожнивных культур

Культуры	Норма по НД, мг/м ³	Определяемый показатель /Результаты испытаний мг/м ³ (средняя)			
		Диоксид углерода, мг/м ³	Оксид азота, мг/м ³	Метан, мг/м ³	Озон, мг/м ³
Традиционная					
Лен масличный	–	0,046	0,0163	<30	<0,018
Гречиха	–	0,114	0,0621	<30	<0,018
Горох	–	0,038	0,0183	<30	<0,018
Чечевица	–	0,121	0,0691	<30	<0,018
Кукуруза	–	0,054	0,0438	<30	<0,018
Сорго	–	0,063	0,0457	<30	<0,018
Соя	–	0,121	0,0836	<30	<0,018
Сахарная свекла	–	0,096	0,0430	<30	<0,018
Минимальная					
Лен масличный	–	0,076	0,0172	<30	<0,018
Гречиха	–	0,128	0,0926	<30	<0,018
Горох	–	0,033	0,0231	<30	<0,018
Чечевица	–	0,126	0,0733	<30	<0,018
Кукуруза	–	0,067	0,0489	<30	<0,018
Нулевая					
Лен масличный	–	0,069	0,0194	<30	<0,018
Гречиха	–	0,116	0,0833	<30	<0,018
Горох	–	0,039	0,0346	<30	<0,018
Чечевица	–	0,111	0,0638	<30	<0,018
Кукуруза	–	0,073	0,0532	<30	<0,018
Стерня озимой пшеницы без посева пожнивных культур (Контроль)	–	0,170±21	0,0868±0,0118	<30	<0,018

На контрольных площадках концентрация диоксида углерода была намного выше по сравнению с опытными площадками.

На опытных площадках гречихи концентраций оксида азота были выше по сравнению с другими культурами, и почти одинаково с показаниями минимальной обработки почвы и контролем 3. Также содержание оксида азота было высоким на опытных площадках чечевицы, и чуть ниже по сравнению с контролями.

Во всех экспериментальных и контрольных площадках содержание метана и озона были ниже предела обнаружения соответствующих методик.

Таблица 5 – Экономическая эффективность возделывания покровных культур (среднее за 2021-2022 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Цена 1 ц продукции, тенге	Стоимость продукции с 1 га, тенге	Валовая стоимость	Затраты на 1	Чистая прибыль	Рентабельность
----------------	-------------------	---------------------------	-----------------------------------	-------------------	--------------	----------------	----------------

	основной культуры	поздней культуры	основной культуры	поздней культуры	основной культуры	поздней культуры	продукции с 1 га, тенге	га, тенге	с 1 га, тенге	ность %
Озимая пшеница чистый посев	63,1	0	15000	0	946650	0	946650	341000	605650	178
Озимая пшеница+лен масличный	63,1	12,3	17000	34000	946650	418200	1364850	441000	923850	209
Озимая пшеница+ гречиха	63,1	11,2	17000	44000	946650	492800	1439450	427000	1012450	237
Озимая пшеница+соя на зеленый корм	63,1	175,7	17000	900	946650	158130	1104780	432000	672780	156
Озимая пшеница+ кукуруза на силос	63,1	289,5	17000	1500	946650	434250	1380900	433000	947900	219
Озимая пшеница+ сорго на зеленый корм	63,1	381,4	17000	1500	946650	572100	1518750	422200	1096550	260
Озимая пшеница+ горох на зеленый корм	63,1	99,0	17000	1500	946650	148500	1095150	402310	692840	173
Озимая пшеница+ сахарная свекла	63,1	205,6	17000	3000	946650	618800	1008530	506320	502210	214

Расчеты показывают (таблица 5), что при чистом возделывании озимой пшеницы в наших опытах чистая прибыль с гектара посевов составила 605,7 тыс. тенге при уровне рентабельности 175%, что указывает на достаточно высокий уровень рентабельности возделывания озимой пшеницы в условиях орошения. Возделывание поздних культур после уборки озимой пшеницы обеспечивает увеличение чистого дохода с единицы орошаемой площади более одного миллиона тенге с каждого гектара.

Выводы

Наиболее пригодной культурой для возделывания в качестве основной покровной культуры является озимая пшеница, которая показала хорошую перезимовку, рост и развитие, а также формирование высокой урожайности по сравнению с озимым ячменем и озимым рапсом. Наибольшую урожайность при хорошей скороспелости обеспечил районированный сорт озимой пшеницы Стекловидная 24, который мы использовали в качестве основной покровной культуры, после уборки которой были посеяны исследуемые культуры. В условиях светло-каштановых почв юго-востока Казахстана формирование урожая покровных культур во многом зависит как от применяемой агротехники, так и от условий года выращивания. Лен масличный и гречиха обеспечили гарантированный урожай товарной продукции при посеве после озимой пшеницы.

Наибольшую зеленую массу при пожнивном посеве обеспечивает кукуруза и сорго при минимальных и нулевых технологиях возделывания. Покровные посевы озимой пшеницы способствуют сокращению выброса парниковых газов двуоксида углерода и оксида азота в атмосферу в 2-3 раза по сравнению с участками без посева. Возделывание пожнивных покровных культур после уборки озимой пшеницы снижает выбросы двуоксида углерода в 2-3 раза, оксида азота 3-5 раз, с наименьшим уровнем на вариантах с возделыванием льна масличного, гороха и кукурузы. Наибольший чистый доход с единицы орошаемой площади обеспечивает пожнивное возделывание после озимой пшеницы гречихи и льна масличного семена, а также сорго на зеленый корм с высокой рентабельностью.

Благодарность. Работа выполнена по проекту: ИРН АР13068063 «Агробиологические приемы восстановления плодородия деградированных орошаемых земель юго-востока Казахстана».

Список литературы

1. Оспанбаев Ж. Некоторые результаты исследований по капельному орошению риса в Казахстане//Материалы научно-практической конференции «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья», посвященной 80-летию Казахского научно-исследовательского института рисоводства им. И. Жакаева – «Ақмешіт» баспа үйі, Кызылорда, 2012. – С. 351-353.
2. Оспанбаев Ж., Сембаева А.С., Досжанова А.С. Урожайность кукурузы при капельном орошении // Исследования, результаты. - № 4 (92). - 2021. - С. 78–86. DOI: <https://doi.org/10.37884/4-2021/09>.
3. Ili-Balkhash region Sustainable development and protection of water resources in the irrigated land of the Ily river delta (Project TA-MOU-01-CA21-021 funded by the USAID) [electronic resource]. - 2017. - URL: http://water.unesco.kz/bal_ch_7_123_e.htm (date of application 02.06.2017).
4. FAO Economie de l'agriculture de Conservation. Available online [electronic resource]. - 2015. - URL: <http://www.fao.org/docrep/005/y2781f/y2781f03.htm> (date of application 08.03.2015).
5. Holland J.M. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. Agric. Ecosyst. Environ. - 2004. - Т. 103. - P.1–25.
6. Berner A., Hildermann I., Fließbach A., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management // Soil Tillage Res. - 2008. - т. 101. - P. 89–96.
7. Moyer J. Organic No-Till Farming. Advancing No-Till Agriculture. Crops, Soil, Equipment, Acres U.S.A.: Austin, TX, USA. - 2011. - P.325-346. ISBN 978-1-60173-017-6.
8. Wallace J., Williams A., Liebert J., Ackroyd V., Vann R., Curran W., Keene C., VanGessel M., Ryan M., Mirsky S. Cover Crop-Based, Organic Rotational No-Till Corn and Soybean Production Systems in the Mid-Atlantic United States //Agriculture. - 2017.-Т. 7.- P. 34.
9. Blanchart E., Bernoux M., Sarda X., SiqueiraNeto M., Cerri C.C., Piccolo M., Douzet J.M., Scopel E., Feller C. Effect of direct seeding mulch-based systems on soil carbon storage and macrofauna in Central Brazil //Agric. Conspec. Sci. ACS. - 2007. - Т. 72. - P. 81–87.
10. Wayman S., Cogger C., Benedict C., Burke I., Collins D., Bary A. The influence of cover crop variety, termination timing and termination method on mulch, weed cover and soil nitrate in reduced-tillage organic systems //Renew. Agric. Food Syst. – 2015. - №30. - P. 450–460.
11. Kunz C., Sturm D.J., Varnholt D., Walker F., Gerhards R. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops // Plant Soil Environ.- 2016. - Т.- 62. -P. 60–66.
12. Jabran K., Mahajan G., Sardana V., Chauhan B.S. Allelopathy for weed control in agricultural systems //CropProt, 2015. - Т. 72. - P. 57–65.
13. European Parliament of the Council. Regulation (EU) No 1307/2013 of the European Parliament of the Council of 17 December 2013; Establishing Rules for Direct Payments to

- Farmers under Support Schemes within the Framework of the Common Agricultural Policy and Repealing Council Regulation (EC) No 637/2008 and Council Regulation (EC) No 73/2009.63; European Parliament of the Council: Brussels, Belgium, 2013. - P. 201-209.
14. Dunbar M.W., Gassmann A.J., O'Neal M.E. Limited impact of a fall-seeded, spring-terminated rye cover crop on beneficial arthropods // *Environ. Entomol.* - 2017. – Т. 46.-P. 284–290.
 15. Farooq M., Jabran K., Cheema Z.A., Wahid A., Siddique K.H.M. The role of allelopathy in agricultural pest management // *Pest Manag. Sci.* - 2011. - №67. - P. 493–506.
 16. Gfeller A., Herrera J.M., Tschuy F., Wirth J. Explanations for *Amaranthus retroflexus* growth suppression by cover crops // *Crop Prot.* - 2018. - №104. - P. 11–20.
 17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) // 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
 18. Руководство по контролю и обработке наблюдений за фазами развития с.-х. культур. - Москва, 1982. - 23 с.
 19. Методические указания по мониторингу численности сорных растений, вредителей и развития болезней. - Астана, 2004. - 26 с.
 20. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1986. - 125 с.
 21. Молдашев А.Б., Сабирова А.И., Мухамеджанов В.Н., Григорук В.В., Сигарев М.И., Абдуллин Н.Ж., Глушань Л.А. Методические рекомендации по оценке экономической эффективности применения разных видов орошения и технологий полива для сельскохозяйственных культур. - Алматы: КазНИИ экономики АПК и развития сельских территорий АО «КазАгроИнновация», 2012. - 34 с.

References

1. Ospanbaev Zh. Nekotorye rezul'taty issledovaniy po kapel'nomu orosheniyu risa v Kazakhstane // *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauchno-innovatsionnye osnovy razvitiya risovodstva v Kazakhstane i stranakh zarubezh'ya», posvyashhennoj 80-letiyu Kazakhskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta risovodstva im. I. Zhakaeva – «Ақмешіт» баспа үји, Кyzylorda, 2012. – S. 351-353.*
2. Ospanbaev ZH., Sembaeva A.S., Doszhanova A.S. Urozhajnost' kukuruzy pri kapel'nom oroshenii // *Issledovaniya, rezul'taty.* - № 4 (92). - 2021. - S. 78–86. DOI: <https://doi.org/10.37884/4-2021/09>.
3. Ili-Balkhash region Sustainable development and protection of water resources in the irrigated land of the Ili river delta (Project TA-MOU-01-CA21-021 funded by the USAID) [electronic resource]. - 2017. - URL: http://water.unesco.kz/bal_ch_7_123_e.htm (date of application 02.06.2017).
4. FAO Economie de l'agriculture de Conservation. Available online [electronic resource]. - 2015. - URL: <http://www.fao.org/docrep/005/y2781f/y2781f03.htm> (date of application 08.03.2015).
5. Holland J.M. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* - 2004. - Т. 103. - P.1–25.
6. Berner A., Hildermann I., Fließbach A., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management // *Soil Tillage Res.* - 2008. - т. 101. - P. 89–96.
7. Moyer J. Organic No-Till Farming. *Advancing No-Till Agriculture. Crops, Soil, Equipment, Acres U.S.A.*: Austin, TX, USA. - 2011. - P.325-346. ISBN 978–1-60173-017-6.
8. Wallace J., Williams A., Liebert J., Ackroyd V., Vann R., Curran W., Keene C., VanGessel M., Ryan M., Mirsky S. Cover Crop-Based, Organic Rotational No-Till Corn and Soybean Production Systems in the Mid-Atlantic United States // *Agriculture.* - 2017.-Т. 7.- P. 34.

9. Blanchart E., Bernoux M., Sarda X., SiqueiraNeto M., Cerri C.C., Piccolo M., Douzet J.M., Scopel E., Feller C. Effect of direct seeding mulch-based systems on soil carbon storage and macrofauna in Central Brazil //Agric. Conspec. Sci. ACS. - 2007. - Т. 72. - P. 81–87.
10. Wayman S., Cogger C., Benedict C., Burke I., Collins D., Bary A. The influence of cover crop variety, termination timing and termination method on mulch, weed cover and soil nitrate in reduced-tillage organic systems //Renew. Agric. Food Syst. – 2015. - №30. - P. 450–460.
11. Kunz C., Sturm D.J., Varnholt D., Walker F., Gerhards R. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops // Plant Soil Environ.- 2016. - Т.- 62. -P. 60–66.
12. Jabran K., Mahajan G., Sardana V., Chauhan B.S. Allelopathy for weed control in agricultural systems //CropProt, 2015. - Т. 72. - P. 57–65.
13. European Parliament of the Council. Regulation (EU) No 1307/2013 of the European Parliament of the Council of 17 December 2013; Establishing Rules for Direct Payments to Farmers under Support Schemes within the Framework of the Common Agricultural Policy and Repealing Council Regulation (EC) No 637/2008 and Council Regulation (EC) No 73/2009.63; European Parliament of the Council: Brussels, Belgium, 2013. - P. 201-209.
14. Dunbar M.W., Gassmann A.J., O’Neal M.E. Limited impact of a fall-seeded, spring-terminated rye cover crop on beneficial arthropods //Environ. Entomol.- 2017. – Т. 46.-P. 284–290.
15. Farooq M., Jabran K., Cheema Z.A., Wahid A., Siddique K.H.M. The role of allelopathy in agricultural pest management //Pest Manag. Sci. - 2011. - №67. - P. 493–506.
16. Gfeller A., Herrera J.M., Tschuy F., Wirth J. Explanations for Amaranthusretroflexusgrowth suppression by cover crops // Crop Prot. - 2018. - №104. - P. 11–20.
17. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) // 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s.
18. Rukovodstvo po kontrolyu i obrabotke nablyudenij za fazami razvitiya s.-kh. kul'tur. - Moskva, 1982. - 23 s.
19. Metodicheskie ukazaniya po monitoringu chislennosti sornykh rastenij, vreditel'ej i razvitiya boleznej. - Astana, 2004. - 26 s.
20. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur. M., 1986. - 125 s.
21. Moldashev A.B, Sabirova A.I., Mukhamedzhanov V.N., Grigoruk V.V., Sigarev M.I., Abdullin N.ZH., Glushan' L.A. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke ehkonomicheskoy ehffektivnosti primeneniya raznykh vidov orosheniya i tekhnologij poliva dlya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur. - Almaty: KazNII ehkonomiki APK i razvitiya sel'skikh territorij AO «KazAgroInnovatsiya», 2012. - 34 s.

**Ж.Оспанбаев^{*1}, Д.А.Сенбаев², Р.К.Жапаев¹, А.С.Сембаева¹, А.С.Досжанова³,
А.С.Майбасова¹, А.М.Момбек³**

¹«Қазақ егіншілік және сімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС,
Алматы, Қазақстан,

*zhumagali@mail.ru, r.zhapayev@mail.ru, sembaeva.a84@mail.ru, asel_08.08@mail.ru

²«Орталық Азия экологиялық зерттеулер институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан,
dosmukhammed@asianecology.kz

³ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Алматы, Қазақстан,
ainurdoszhanova@mail.ru, ayala.mombek@bk.ru

**СУАРМАЛЫ ЕГІСТІКТІҢ ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУДА ЖӘНЕ ПАРНИКТІК
ГАЗДАРДЫҢ АТМОСФЕРАҒА ШЫҒАРЫЛУЫН ТӨМЕНДЕТУДЕ ЖАМЫЛҒЫ
ДАҚЫЛДАРДЫ ӨСІРУДІҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ**

Аңдатпа

Мақалада Қазақстанның оңтүстік-шығысында суару жағдайында негізгі және жамылғы дақылдарды өсіру үшін ең қолайлы ауыл шаруашылығы дақылдарын таңдау бойынша далалық зерттеулер нәтижелері ұсынылған. Зерттеу нәтижесінде негізгі және жамылғы дақылдарды себуге ең қолайлы дақылдар анықталды, аралық дақылдарды себудің оңтайлы мерзімдері мен әдістері анықталды. Жамылғы дақылдар егістігінде атмосфераға парниктік газдардың шығарылу деңгейі анықталды. Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы ашық каштанды топырақтары жағдайында жамылғы дақылдардың өнімін қалыптастыру көбінесе қолданылатын агротехникаға, өсіру жылының жағдайына да байланысты екендігі анықталды. Майлы зығыр мен қарақұмық дақылы күздік бидайдан кейін егілген кезде тауарлық өнімнің кепілдендірілген өнімін қамтамасыз етті. Күздік бидайдың өнімділігі 70-80 ц/га құрады.

Майлы зығырды жамылғы дақыл ретінде өсіру зерттеу жылдарында тәжірибе нұсқаларына байланысты 2021 жылы 8,1-14,6 ц/га және 2022 жылы 7,4-10,2 ц/га шегінде кепілдендірілген өнім берді. Күздік бидайдан кейін егістікте қарақұмық өсіру тұқымның жақсы өнімін қамтамасыз етеді. Егістік қарақұмықтың өнімділігі егу әдістері мен өсіру технологияларына байланысты 2021 жылы 5,2-12,3 және 2022 жылы 9,4-15,3 ц/га болды. Қарақұмық тұқымының жоғары өнімділігі күздік бидайдан кейін үйінді жыртумен дәстүрлі технология бойынша қатарлап себу арқылы қамтамасыз етілді.

Жасыл массаның қалыптасуы бойынша жамылғы дақыл ретінде егілген құмайдың дақылы ерекшеленді, онда нөлдік өңдеу технологиясы бар нұсқалардағы өнімділік қарапайым себу кезінде 640,8 ц/га және кең қатарлы себу кезінде 354,2 ц/га, сүрлемдік жүгері өнімділігі 350-400 ц/га құрады, суару суының шығынын 30-40% - ға, атмосфераға парниктік газдардың шығарындылары (CO₂ және N₂O) 2,5-3 ретке азайып, өндіріс рентабельділігі 240-250% құрады.

Негізгі сөздер: суармалы егіншілік, жабық дақылдар, парниктік газдар, өңдеу технологиясы, өнімділік

**Zh. Ospanbayev*¹, D.Sepbayev², R.Zhapaev¹, A.Sembayeva¹, A.Doszhanova³,
A.Maybassova¹, A.Mombek³**

¹ «Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing», Almaty, Kazakhstan,
^{*} zhumagali@mail.ru, r.zhapayev@mail.ru, sembayeva.a84@mail.ru, asel_08.08@mail.ru

² «Central Asian Institute of Environmental Research LLP» Almaty, Kazakhstan,
dosmukhammed@asianecology.kz

³ «Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Kazakhstan,
ainurdoszhanova@mail.ru, ayala.mombek@bk.ru

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF COVER CULTIVATION IN INCREASING THE PRODUCTIVITY OF IRRIGATED ARABLE LAND AND REDUCING GREENHOUSE GAS EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE

Abstract

The article presents field studies on the selection of the most suitable crops for basic and crop cultivation under irrigation conditions in the south-east of Kazakhstan. As a result of the study, the most suitable crops for sowing the main and intermediate crops were determined, the optimal timing and methods of sowing intermediate crop crops were determined. The levels of greenhouse gas emissions into the atmosphere on cover crops have been determined. In the conditions of light chestnut soils in the south-east of Kazakhstan, the formation of a crop of cover crops largely depends on both the applied agricultural technology and the conditions of the year of cultivation. Oilseed flax and buckwheat provided a guaranteed harvest of marketable products when sown after winter wheat. The yield of winter wheat was 70-80 kg/ha.

Over the years of research, crop cultivation of oilseed flax has provided guaranteed yields in the range of 8.1-14.6 c/ha in 2021 and 7.4-10.2 c/ha in 2022, depending on the studied experience

options. The cultivation of buckwheat in crop sowing after winter wheat provides a fairly good seed harvest. The yield of crop buckwheat, depending on the methods of sowing and cultivation technologies, varied in 2021 5.2-12.3 and in 2022 9.4-15.3 c/ha. Higher yields of buckwheat seeds are provided with ordinary sowing using traditional technology with dump plowing after winter wheat.

According to the formation of green mass, sorghum crop crops are distinguished, where the yield on variants with zero cultivation technology reached 640.8 c/ha for ordinary sowing and 354.2 c/ha for wide-row sowing, corn yield for silage 350-400 c/ha, reduction of irrigation water consumption by 30-40%, reduction of greenhouse gas emissions (CO₂ and N₂O) into the atmosphere 2.5-3 times, the profitability of production is 240-250%.

Key words: irrigated agriculture, cover crops, greenhouse gases, cultivation technology, yield

МРНТИ 68.35.03

DOI <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/547>

С.С. Абаев, Л.Н. Гацке, F.T. Мейрман, С.Т. Ержанова, Н.Б. Каскабаев,
Д.К. Медеубеков*

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п.
Алмалыбак, Алматинская область, Карасайский район, Казахстан,
E-mail: serikabayev@mail.ru*

СОРТООБРАЗЦЫ САФЛОРА И ИХ ОЦЕНКА В СЕЛЕКЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Сафлор выращивают в промышленных масштабах для получения маслосемян. В его семенах содержится до 25-37 % полувывсыхающего жирного масла. Его масло используется в пищу и для технических целей. В последние годы возрастает интерес к нему и в Казахстане. Создание новых сортов на их основе позволит стабилизировать рынок маслосемян в засушливых условиях региона. Создание новых высокопродуктивных сортов сафлора адаптированных к различным условиям Казахстана, является одной из важных задач. В создавшихся условиях важным достоинством сафлора является его развитая корневая система, способная извлекать влагу из глубоких слоев почвы, а благодаря структуре вегетативной массы ее расход происходит экономно.

Целью наших исследований являлось испытание коллекционных сортообразцов сафлора отечественной и зарубежной селекции.

Полевые и лабораторные исследования проводились на стационаре ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»

В статье представлены трехлетние результаты испытаний (2021-2023 гг.) 500 коллекционных сортообразцов сафлора различного эколого-географического происхождения (Казахстан, Россия, Канада, Индия, Венгрия, Мексика, Тунис, Китай, Украина, США, Узбекистан) опыт закладывался на типичных светло- каштановых почвах юго-востока Казахстана.

Самыми высокоурожайными оказались 3 сортообразца: К-584 (18,7 ц/га), 13Н046 (17,9 ц/га), РС184 (17,6 ц/га). При урожайности стандартного сорта Центр 70 – 14,2 ц/га, где превышение над стандартом составило 20 %.