

На правах рукописи

Кваша Александр Владимирович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
КУКУРУЗЫ НА ФУРАЖНОЕ ЗЕРНО В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ И
СТЕПНОЙ ЗОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Специальность 06.01.01-общее земледелие, растениеводство

Автореферат

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Усть-Кинельский - 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном
научном учреждении
«Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук
Дмитриев Владимир Иванович

Официальные оппоненты: **Казарин Владимир Федорович** доктор
сельскохозяйственных наук, ФГБНУ
«Поволжский научно - исследовательский
институт селекции и семеноводства имени
П.К. Константинова» главный научный
сотрудник

Тойгильдин Александр Леонидович кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ
ВО «Ульяновская государственная
сельскохозяйственная академия имени
П.Н. Столыпина» доцент кафедры земледелия и
растениеводства

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Самарский научно - исследовательский институт сельского
хозяйства имени Н.М. Тулайкова

Защита диссертации состоится «___» апреля 2017 года в 13⁰⁰ часов на
заседании диссертационного совета Д 999.091.03 на базе ФГБОУ ВО «Самарская
государственная сельскохозяйственная академия», по адресу: 446442, Самарская
область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2;
тел./факс 8-(846-63)-46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия» и на сайте
[www. ssaa.ru](http://www.ssaa.ru)

Автореферат разослан «___» _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Троц Наталья Михайловна

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Кукуруза является важнейшей зерновой культурой в сельскохозяйственном производстве многих стран: используется на корм в животноводстве, как сырье для пищевой промышленности и широко употребляется населением в качестве продукта питания. В 1900 г. в мире было произведено 100 млн. т кукурузы, а за последние 110 лет производство зерна кукурузы увеличилось почти в 7 раз. В 2011 г. кукурузы произведено 820 млн. т, а в 2014 мировое производство зерна кукурузы достигло 969 млн. т. В настоящее время она возделывается на площади около 150 млн. га при средней урожайности зерна 4,6 т/га. В некоторых странах, например США, ежегодное потребление кукурузы на душу населения достигает более 200 кг [Дитер Шпаар, 2010].

В России в последние годы кукуруза возделывается на площади 2,7- 3,0 млн. га, в Сибири 400-450 тыс. га, в том числе в Омской области в пределах 50-60 тыс.га. Следует отметить, что на большинстве площадей кукуруза в стране возделывается на силос, и лишь чуть более 1 млн. га на зерно.

Основным драйвером роста посевных площадей и увеличения валовых сборов данной культуры, является динамичное развитие отраслей птицеводства и свиноводства в России. В этих отраслях, кукуруза является основной составляющей кормового рациона животных. За последние десять лет суммарное производство свинины и мяса птицы в России выросло почти в 2,5 раза, превысив 6,6 млн.т в убойном весе. В результате этого, в стране наметился тренд увеличения посевных площадей под кукурузой и повышения её валовых сборов.

Степень разработанности проблемы. Изучением вопросов по эффективному возделыванию кукурузы занимались многие учёные в разных регионах страны. На Юге России М.И. Хаджинов (1966); Р.Б.Албегов (1998); В.С.Сотченко (2007); Т.Р.Толорая (2012). В Поволжье В.В.Евдокимов (1985); А.А.Беляев (2003); С.А.Сёмина (2013). В Сибири Б.И.Герасенков (1964); А.Н.Силантьев (1986); Г.С.Галеев (1987); Н.И.Кашеваров (1993); А.Э.Панфилов (2012); В.С.Ильин (2014) и др.

В проведённых исследованиях отражены наиболее актуальные теоретические, методологические и агротехнические вопросы по выращиванию кукурузы. В связи с этим расширение посевов кукурузы на зерно в условиях Западной Сибири ставит актуальные вопросы по подбору раннеспелых гибридов обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, в том числе достаточной холодостойкостью и засухо-устойчивостью, а также вопросы по разработке элементов агротехники для различных природно-климатических зон, в том числе и для южных районов региона.

Недостаток современных научных разработок по возделыванию кукурузы на зерно с использованием передовых технологий, достижений в селекции и защите растений для южной лесостепной и степной зон Западной Сибири определили тему исследования.

Цель исследований: оптимизация элементов технологии возделывания кукурузы на зерно на основе рационального использования биологического

потенциала раннеспелых гибридов с учётом агроклиматических условий южной лесостепной и степной зон Западной Сибири.

Задачи исследований:

1. Провести агробиологическую оценку и подобрать перспективные гибриды кукурузы, обеспечивающие гарантированное получение зерна восковой и полной спелости в условиях региона.

2. Установить влияние технологий основной обработки почвы и посева на урожайность кукурузы.

3. Определить роль минеральных удобрений, средств защиты и установить оптимальные параметры их использования в технологической системе возделывания кукурузы применительно к почвенно-климатическим условиям региона.

4. Дать агроэкономическую оценку технологическим приёмам возделывания кукурузы на зерно.

Научная новизна. Впервые в условиях южной лесостепной и степной зон Западной Сибири разработаны приемы возделывания кукурузы на фуражное зерно при использовании адаптированных раннеспелых гибридов кукурузы, современных приёмов обработки почвы и посева, способов защиты растений и применении различных технических средств. Дана агроэкономическая оценка технологии возделывания кукурузы на фуражное зерно.

Объект и предмет исследований: Объектом исследований являлись раннеспелые гибриды кукурузы. Предмет исследований - особенности влияния минеральных удобрений, приёмов обработки почвы и посева, способов защиты от сорной растительности на формирование продуктивного потенциала раннеспелых гибридов кукурузы при выращивании на фуражное зерно.

Методология и методы исследований. Методология основана на использовании результатов проведённых исследований для получения определённых выводов.

Экспериментальные исследования проводились в 2006 - 2008 годах на полях АФ «Екатеринославская» расположенной в степной зоне Омской области. Кроме этого, для обобщения результатов, использовались данные опытов, полученных совместно с лабораторией степного кормопроизводства СибНИИСХ в ОПХ «Сосновское» в 2005 - 2009 годах, находящееся в южной лесостепной зоне Омской области. Лабораторные исследования осуществлялись на базе Агротехцентра «Омский».

Основным методом выполнения поставленных задач, является метод полевого эксперимента. Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась дисперсионным методом. Использовались графическое и табличное отображение полученных данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

- наиболее адаптированными к условиям южной лесостепной и степной зон Западной Сибири являются раннеспелые гибриды кукурузы Омка 130 и Омка 150, период вегетации 97 - 110 суток и предуборочная влажность зерна до 32 %.

Урожайность в южной лесостепной зоне составляет 3,3 т/га, а в степной зоне - 2,34 т/га;

- безотвальная обработка почвы глубокорыхлителем «Джон Дир - 512» на глубину 30 - 35 см осенью, способствует увеличению запасов продуктивной влаги на 28 %;

- внесение азотно - фосфорных удобрений в дозе $N_{60} P_{60}$ улучшает рост растений кукурузы в среднем на 4,4%, повышает их сохранность на 9 % и обеспечивает прибавку урожая зерна 0,23 - 0,48 т/га;

- точный высеv семян кукурузы сеялкой «Аккорд - Оптима» по безотвальному фону увеличивает площадь листовой поверхности на 1227 м² /га, повышает сохранность растений на 11 %, а урожайность на 0,41 т/га;

- наиболее эффективный приём защиты кукурузы от сорной растительности в условиях юга Западной Сибири - применение почвенного (довсходового) гербицида «Трофи - 90» в дозе 2,5 л/га и обработка баковой смесью гербицидов «Милагро» в дозе 0,8 - 1,0 л/га + «Банвел» в дозе 0,3 л/га по вегетирующим растениям;

- при получении урожая зерна в пределах 2 т/га, себестоимость снижается в среднем на 35 %, прибыль увеличивается в 2,3 раза, а рентабельность возрастает до 92 %.

Практическая значимость. Полученные данные позволяют на научной основе усовершенствовать технологию возделывания кукурузы на зерно применительно к условиям региона и увеличить производство фуражного зерна при снижении его себестоимости. Внедрение разработанных приёмов технологии возделывания кукурузы на зерно обеспечит получение урожая зерна кукурузы на юге Западно-Сибирского региона в 2,34 т/га.

Рекомендуемая технология возделывания кукурузы на зерно прошла производственную проверку в АФ «Екатеринославская» Щербакульского района Омской области в 2007 - 2009 гг. на площади 300 га.

Совместно с СибНИИСХ для предприятий агропромышленного комплекса региона разработаны рекомендации по технологии возделывания кукурузы на фуражное зерно в южной лесостепной и степной зонах Западной Сибири.

Апробация работы и публикации в печати. Основные материалы диссертации были доложены и обсуждены на научно-технических советах ФГБНУ СибНИИСХ в 2007 и 2008 годах.

На научной конференции «Инновационное развитие АПК Северного Зауралья» [Тюмень, 2013]; на научно-практической конференции «Актуальные направления сельскохозяйственной науки в работах молодых учёных» [Барнаул, 2013]; на международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы научного обеспечения АПК Сибири» [Омск, 2013].

Результаты исследований опубликованы в семи научных работах, три из которых размещены в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, выводов, рекомендаций производству и приложений. Работа изложена на 156 страницах компьютерного текста, содержит 42 таблиц, 16

рисунков и 51 приложение. Список литературы включает 179 источников, в том числе 9 зарубежных авторов.

Личный вклад автора. Автор в течении трёх лет [2006 - 2008 гг.] лично провёл научные исследования в степной зоне. Разработал схемы проведения полевых опытов и программу исследований. Математическая обработка экспериментальных данных, обобщение, научное обоснование полученных результатов осуществлено автором лично. Принял участие во всём комплексе исследований в лесостепной зоне. Лично провёл наблюдения и написал диссертацию.

Условия и методика проведения исследований

Климат юга Западной Сибири резко континентальный с большой амплитудой изменения температур в течение года и малым количеством осадков.

Территория региона располагает значительными радиационными (2,5 - 3,7 млрд. ккал/га ФАР) и тепловыми ресурсами (сумма температур воздуха выше +10°C составляет 1850 - 2100°C). Продолжительность безморозного периода - 96 - 120 суток. По влагообеспеченности юг Западной Сибири относится к районам неустойчивого увлажнения. Среднегодовая сумма осадков составляет 300 - 350 мм, но осадки выпадают неравномерно. Большая часть осадков выпадает летом (150 - 260 мм), максимум приходится на июль - 68 - 72 мм.

Продолжительность вегетации кукурузы на юге Западной Сибири, как правило, ограничивается ранним наступлением осенних заморозков. Поздние весенние заморозки отмечены в первой половине июня, первые осенние - в конце третьей декады августа, первой декаде сентября.

Почвы представлены, в основном, среднегумусовым среднemosным легкосуглинистым слабовыщелочным чернозёмом. Содержанием доступных форм азота в пахотном слое от 10 до 15 мг/кг, содержание фосфора - 70 - 120 мг/кг и содержание калия - от 180 мг/кг.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были различными: 2005 и 2007 годы были относительно благоприятными (ГТК вегетационного периода - 1,06 и 1,2); 2006 - слабозасушливый, ГТК - 0,7; 2008 - засушливый с недобором осадков, на фоне повышенных температур, ГТК - 0,6; 2009 - отличался большим количеством осадков, на фоне пониженных температур, ГТК - 2,0.

Для решения поставленных задач в южной лесостепной и степной зонах Омской области были заложены многофакторные и однофакторные полевые опыты.

В южной лесостепной зоне в опыте № 1 изучалось влияние технологии основной обработки почвы на урожайность кукурузы по двум фонам минерального питания: без удобрений и внесение азотно-фосфорных удобрений (N₆₀, P₆₀). В опыте № 2 проводилось экологическое испытание гибридов кукурузы различных групп спелости, в севообороте и при бессменном возделывании.

Площадь опытных делянок составила 224 м², учетная площадь - 112 м². Размещение вариантов последовательное.

В степной зоне в опыте № 1 проводилось экологическое испытание гибридов кукурузы различных групп спелости по двум фонам минерального питания: без

удобрений и внесение азотно-фосфорных удобрений (N_{60}, P_{60}). В опыте № 2 изучалось влияние технологии основной подготовки почвы и посева на урожайность кукурузы. В опыте № 3 изучалось влияние механических и химических приёмов борьбы с сорной растительностью на урожайность кукурузы. Первый вариант - контроль (D_0). В нём гербициды не применялись, а проводилась механическая междурядная обработка культиватором КРН-5,6. Во втором варианте (D_1) - проводилась обработка посевов кукурузы баковой смесью гербицидов по вегетирующим растениям в фазе 3-5 листьев. В третьем варианте (D_2) - перед посевом вносили почвенный гербицид и обрабатывали баковой смесью гербицидов по вегетирующим сорнякам в фазу 3-5 листьев.

Площадь опытных делянок составила 1,9 га, учетная площадь - 0,7 га. Размещение вариантов последовательное.

Опыт закладывался в 3-х кратной повторности на территории и во времени и сопровождался следующими наблюдениями и учётами:

- запасы продуктивной влаги в почве определялись в соответствии с общепринятыми методиками перед посевом и после уборки;
- отбирались образцы почвы для определения запасов $NPК$ в те же сроки;
- определялась густота стояния растений в фазе всходов и к уборке;
- проводились фенологические наблюдения;
- определялась площадь листовой поверхности в фазы «8 листьев» и «вымётывания»;
- продуктивность растений кукурузы определяли путем подсчета числа початков на 100 растениях с каждой делянки опыта перед уборкой;
- структуру урожая определяли путем взвешивания початков и выделения зерна по группам спелости с каждой учетной делянки;
- засоренность определялась количественным способом;
- расчёт экономической эффективности проводился по нормативным рекомендациям Б.С. Кошелева (2009 г.).
- Полученные экспериментальные данные подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985).

В южной лесостепной зоне кукурузу на зерно высевали в зернопаропропашном пятипольном севообороте (пар-пшеница-кукуруза-горох-ячмень).

Способ основной обработки почвы - отвальный, осенью плугом ПН-4-35, на глубину 22 - 25 см. Ранневесеннее боронование в 2 следа БЗСС-1, предпосевная культивация - КПН-4, на глубину 5 - 7 см, посев - сеялкой СУПН-8 и прикатывание после посева, катками ЗККШ-6. Норма высева 70 тыс. шт./га. Срок посева - 17 - 20 мая.

По степной зоне кукурузу высевали в зернопаропропашном 4-х польном севообороте (пар-пшеница-кукуруза-ячмень).

Технология основной обработки почвы - безотвальная. Обработка проводилась осенью глубокорыхлителем «Джон Дир - 512» (США) на глубину 35 см (кроме опыта по основной обработке почвы, где проводилась вспашка плугом «ПЛН-8-35» на глубину 25 - 30 см). Двукратное выравнивание осенью и закрытие влаги весной, проводилось боронами «БЗСС-1».

Удобрения вносились весной, азотные - перед посевом на глубину 10 - 12 см, одновременно с заделкой почвенного гербицида, фосфорные - локально, при посеве - на 1 - 2 см ниже глубины заделки семян. Посев производился сеялкой «Аккорд - Оптима» (Квернеланд), норма высева - 70 тыс. всхожих семян на гектар, срок посева - 14 - 18 мая.

Минеральные удобрения: «Аммофос» в дозе 100 кг в ф.в. ($N_{12}P_{52}$); «Карбамид» в дозе 100 кг в ф.в. (N_{46}).

Гербициды: предпосевной - «Трофи - 90» - 2,5 л/га; по вегетации - «Милагро» 0,8 л/га + «Банвел» - 0,3 л/га.

Результаты исследований

Продолжительность межфазных и вегетационных периодов

Исследованиями установлено, что всходы кукурузы появляются на 10 - 16 сутки после посева, в зависимости от складывающихся погодных условий, а именно от температурного режима в первую очередь.

Цветение наступает через 75 суток после всходов, с колебаниями от 63 до 86 суток по годам. Полная спелость варьировала от 97 до 120 суток.

Гибриды РОСС-140 СВ и Обский150 СВ оригинаторами характеризуются, как раннеспелые, но большинство исследователей (Б.И. Герасенков, 1964; Т.С. Исайченкова, 1970; В.С.Ильин, 1990) отмечают, что сорта и гибриды из Европы и европейской части страны, попадая в условия Сибири, перемещаются на одну, две группы в сторону позднеспелости.

Это находит подтверждение и в полученных результатах. Так продолжительность периода «всходы-цветение» у данных гибридов в 2006 составила 81 и 75 суток (ГТК - 0,7), 2007 году - 73 и 76 суток (ГТК - 1,2), а в 2008 более 80 суток (ГТК - 0,6). Влажность зерна на начало уборки в 2006 году - 38 и 36%, 2007 году была 31 и 30 % соответственно. Однако, в 2008 году, из-за неблагоприятных погодных условий созревание затянулось, влажность зерна данных гибридов на момент уборки была выше - 45 %. Поэтому по совокупности полученных данных гибриды РОСС-140 СВ и Обский150 СВ можно смело отнести к группе среднеспелых.

На этом фоне более предпочтительно выглядит гибрид Омка 130, у которого за пять лет исследований период вегетации составил, в среднем, 103 суток, а предуборочная влажность не превышала 32%.

Таким образом, основное требование к адаптированному гибриду кукурузы зернового типа заключается в гарантированной обеспеченности критического уровня влажности зерна, совпадающего по фенологии с серединой восковой спелости, т.е. не позднее первой декады сентября.

Анализ отдельных межфазных периодов показал, что наибольшие различия между гибридами проявляются по длине периода «всходы - цветение», который изменяется от 60 до 80 суток. Период «цветение - полная спелость» варьировался лишь в пределах 32-39 суток. Поэтому агротехника при выращивании гибридов на юге Западной Сибири должна быть направлена на создание оптимальных условий в начальные фазы развития растений.

В исследованиях, проведенных в южной лесостепной зоне в период 2005 - 2009 гг., была дана сравнительная оценка продуктивности 20 гибридам

отечественной и зарубежной селекции. Результаты наблюдений показали, что рассматриваемые гибриды, в зависимости от длины вегетационного периода можно разделить на 3 группы: раннеспелые, среднеранние и среднеспелые (табл.1).

Таблица 1 - Продолжительность периода вегетации гибридов кукурузы, 2005 - 2009 гг. Южная лесостепная зона

Группа спелости	Гибрид	Длина периода вегетации, суток
Раннеспелые	Омка 130 - контроль	100 - 105
	Омка 150	
Среднеранние	Катерина СВ	110 - 115
	РОСС-141 МВ	
	РОСС-146 МВ	
	Машук 170 МВ	
	Мария	
	Кулундинская 2	
Среднеспелые	РОСС-140 СВ	115 - 120
	Северский 150 СВ	
	Северский 190 МВ	
	Краснодарский 194 МВ	
	Дина	
	РОСС-145 МВ	
	РОСС-195 МВ	
	РОСС-197 МВ	
	РОСС-199 МВ	
	РОСС-209 МВ	
	Деррик	
Ньютон		

Установлено, что наиболее пластичными к почвенно-климатическим условиям юга Западной Сибири и гарантированно вызревающими оказались ультраранние гибриды местной селекции: Омка 130 и Омка 150 с периодом созревания 100 - 105 суток. Эти гибриды рекомендуются высевать на зернофураж.

У гибридов относящихся к среднеранней и среднеспелой группам период вегетации был длиннее на 10 и 15 суток соответственно, что не дает достаточных гарантий для получения качественного фуражного зерна данных гибридов в зоне рискованного земледелия юга Западной Сибири.

В свою очередь, среднеспелые гибриды отличались заметным приростом растений в высоту (15 - 22 см) и высокой урожайностью початков (до 5,7 т/га).

Поэтому такие гибриды (Дина, Краснодарский 194 МВ, РОСС-140 СВ, РОСС-145 МВ, РОСС-195 МВ, РОСС-197 МВ, РОСС-199 МВ, РОСС-209 МВ, Ньютон, Северский) целесообразнее возделывать на силосную массу и корнаж.

Влияние элементов технологии на физические свойства почвы, биометрические показатели и урожайность кукурузы

Наблюдения за динамикой влаги в почве показали, что ко времени уборки кукурузы, запасы продуктивной влаги в почве сократились, примерно, в равных

объемах, как на фоне без удобрений, так и на фоне $N_{60}P_{60}$. В пахотном слое (0 - 20 см) потери влаги составили 16 - 17 мм, или 50 - 56%. Убыль влаги в абсолютном выражении достигала максимума в метровом слое почвы (70 - 79 мм), а ее относительные потери были выше всего в корнеобитаемом слое (0 - 60 см) и достигали 73 - 76%.

Если рассматривать соотношение между динамикой запасов продуктивной влаги в почве и урожайностью, очевидно, что более рациональное использование влаги наблюдается на удобренном фоне (табл. 2).

Таблица 2 - Расход продуктивной влаги на 1 т зерна кукурузы (мм).
Южная лесостепная зона, (в среднем за 2005 - 2007 гг.)

Слой почвы, см	Без удобрений (урожайность - 3,07 т/га)		На фоне $N_{60}P_{60}$ (урожайность - 3,55т/га)		^(±) к не- удобренному фону, на 1 т зерна	
	убыль влаги, всего	на 1 т зерна	убыль влаги, всего	на 1 т зерна	мм	%
0 - 20	17	5,4	16	4,6	-0,8	15
0 - 60	61	19,9	61	17,2	-2,7	14
0 - 100	70	22,9	79	22,3	-0,6	3

Наиболее заметно «экономное» расходование влаги из слоев 0 - 20 и 0 - 60 см, где на единицу продукции израсходовано на 14 - 15 % меньше, чем на контроле. Если учесть, что норма водопотребления кукурузы за вегетацию, в среднем, составляет 250 м³/га, посев кукурузы по фону минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ позволил уменьшить расход влаги на 30 м³ с 1 га.

Таким образом, использование минеральных удобрений при выращивании кукурузы, не только повышает урожайность, но и способствует более экономному расходу продуктивной влаги, зачастую являющейся лимитирующим фактором на юге Западной Сибири.

Полученные данные показали, что способ основной обработки оказывает существенное влияние на запасы продуктивной влаги. Так по вспашке они составили 96 - 113 мм, а по глубокому рыхлению - 121 - 148 мм (табл. 3).

Таблица 3 - Изменение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы и урожайность кукурузы по фонам основной обработки почвы.
Степная зона (в среднем за 2006 - 2008 гг.)

Технология основной обработки	Повторение	До посева	После уборки	Урожайность, т/га
		продуктивная влага, мм	продуктивная влага, мм	
Безотвальная на 30 - 35 см (Джон Дир - 512) A_1	1-контроль	121	70	2,23
	2	125	77	1,99
	3	148	73	2,38
Вспашка на 25 - 30 см (ПЛН-8-35) A_0	1	113	67	1,9
	2	100	68	1,81
	3	96	62	2,05
НСР ₀₅		3,0		0,18

За период вегетации запасы продуктивной влаги по безотвальному фону уменьшились на 58 мм или на 44 %, а по отвальному на 37 мм или на 36 %. Использование большего количества (на 8 %) влаги посевами кукурузы по глубокорыхлению коррелирует с увеличением урожайности по этому фону на 14,5 %.

Исследованиями установлено, что изучаемые агротехнические приемы оказывали существенное влияние на изменение объемной массы почвы, её твердость и влажность в период вегетации кукурузы (табл. 4).

Таблица 4 - Динамика объемной массы (d_0 , г/см³), влажности (B_0 , %) и твердости (T_0 , кг/см²) почвы по фонам основной обработки в слое 0 - 40 см. Степная зона (2006 - 2008 гг)

Технология основной обработки	До посева			В фазу выметывания			После уборки		
	d_0	B_0	T_0	d_0	B_0	T_0	d_0	B_0	T_0
A_0	1,18	29	15,5	1,35	20	39,6	1,33	21	36,5
A_1	1,16	29	14,4	1,31	24	35,2	1,29	23	32,4
НСП ₀₅							0,02	2	2,3

Анализ полученных данных показал, что первоначальная плотность изменялась при прохождении растениями кукурузы основных фаз роста и развития. До посева объемная масса в варианте с отвальной вспашкой (A_0) была 1,18 г/см³, а в варианте с безотвальной обработкой (A_1) этот показатель составил 1,16 г/см³. Более высокое значение объемной массы при отвальной вспашке, связано с формированием уплотненной прослойки (плужной подошвы) ниже глубины проводимой обработки почвы. С наступлением фазы «выметывания» данный показатель значительно увеличился и составил 1,35 и 1,31 г/см³ соответственно. Существенное влияние на объемную массу и твердость оказало уменьшение влажности почвы на 16 - 30 %.

Таким образом, в варианте с безотвальной обработкой значения исследуемых показателей в течение всего периода наблюдения были более близкими к оптимальным (плотность - 1,2 - 1,3 г/см³; влажность - 30 - 50 %; твердость 5 - 15 кг/см²).

Приемы основной обработки почвы оказывали существенное влияние на сохранность растений кукурузы. Так, по отвальной вспашке сохранность растений составила в среднем на 76,7%, тогда как по глубокорыхлению данный показатель находилось на уровне 81,1%, (табл. 5).

Существенная разница по сохранности растений кукурузы была выявлена на опыте по защите от сорной растительности. На контроле, где применялась междурядная механическая обработка, сохранность находилась на уровне 70,1 %, что закономерно. В варианте с комплексным применением гербицидов этот показатель был значительно выше и составил 85,6 %.

Внесение удобрений на опыте по экологическому испытанию гибридов кукурузы оказало достоверное влияние на снижение густоты стояния растений к уборке в целом, а по вариантам сохранность повысилась от 1,7 до 8,7 %.

Таблица 5 - Густота стояния растений кукурузы и сохранность в зависимости от изучаемых факторов, тыс.шт/га, 2006 - 2008гг. Степная зона

Гибриды	Удобрения	Способ защиты	Технология основной обработки	Способ посева	Срок определения		Снижение числа растений к уборке		Сохранность	
					всходы	уборка	тыс. шт	%		
C ₀			A ₀	Г ₀ -контроль	67,5	50,2	17,3	25,6	74,4	
				Г ₁	66,0	48,6	17,4	26,4	73,6	
				Г ₂	69,0	56,8	12,2	17,7	82,3	
				A ₁	Г ₀	67,2	54,4	12,8	19,0	81,0
					Г ₁	65,4	50,3	15,1	23,1	76,9
					Г ₂	68,5	58,5	10,0	14,6	85,4
C ₀	V ₀	контроль			66,8	53,2	13,6	20,4	76,6	
	V ₁				67,4	57,5	9,9	14,7	85,3	
C ₁	V ₀				66,5	55,6	10,9	16,4	83,6	
	V ₁				67,6	56,2	11,4	16,9	83,1	
C ₂	V ₀				65,4	53,0	12,4	19,0	81,0	
	V ₁				65,6	54,4	11,2	17,1	82,9	
C ₃	V ₀				66,1	54,7	11,4	17,2	82,8	
	V ₁				67,8	57,3	10,5	15,5	84,5	
C ₄	V ₀				66,2	50,5	15,7	23,7	76,3	
	V ₁				68,0	54,8	13,2	19,4	80,6	
C ₅	V ₀				67,4	55,6	11,8	17,5	82,5	
	V ₁				68,5	58,9	9,6	14,0	86,0	
C ₀		D ₀	контроль		66,2	46,4	19,8	29,9	70,1	
		D ₁			66,4	49,2	17,2	25,9	74,1	
		D ₂			67,3	57,6	9,7	14,4	85,6	
НСР ₀₅						1,97			1,61	

Примечание: C₀-Омка 130; C₁- Омка 150; C₂- РОСС-140 СВ; C₃-Обский 150 СВ; C₄- ТК-160; C₅-РОСС-199 МВ; Г₀-СУПН-8; Г₁-СЗС-2,1; Г₂ - «Аккорд - Оптима»; V₀- без удобрений; V₁- (N₆₀,P₆₀)

Следовательно, сохранность растений в значительной степени зависит от применяемых агроприёмов. Безотвальная основная обработка почвы и посев по ней кукурузы сеялкой «Аккорд - Оптима» способствуют существенному (на 11%) повышению сохранности растений. Внесение минеральных удобрений повышает сохранность растений кукурузы к уборке на 9 %, а комплексное применение средств защиты на 15,5 %.

Высота растений кукурузы является показателем, отражающим условия роста и развития растений. По отвальной вспашке в фазу «выметывания» высота растений кукурузы варьировалась от 155 см до 172 см, тогда как при обработке глубокорыхлителем - от 178 см до 181 см.

Исследованиями установлено положительное влияние удобрений на ростовые процессы кукурузы. На всех вариантах с внесением удобрений, по всем исследуемым гибридам, растений были выше в среднем на 7,7 см или на 4,4 %.

Наибольшую отзывчивость показал гибрид Обский 150 МВ. Прирост составил 12 см или 7 %. Наименьшую - гибрид Росс-199 МВ - 1 см или 1 %.

Учет площади листовой поверхности в фазу 5 - 7 листьев показал, что технология основной обработки почвы и комплексное применение средств защиты оказали наибольшее влияние на этот показатель. В варианте с безотвальной обработкой почвы, растения кукурузы имея больший запас влаги и плотность почвы близкую к оптимальной, развивались лучше чем при отвальном способе основной обработки. Это положительно сказалось на площади листовой поверхности, которая варьировала от 4557 м²/га до 7629 м²/га, тогда как при отвальной вспашке этот показатель находился в пределах от 4064 м²/га до 6402 м²/га.

Важным критерием, определяющим величину полученного урожая кукурузы, является продуктивность одного растения, которая характеризуется числом развитых початков и показателями структуры его урожая (табл. 6).

Таблица 6 - Структура урожая кукурузы, 2006 - 2008 гг. Степная зона

Гибриды	Удобрения	Способ защиты	Технология основной обработки	(Способ посева)	Длина початка, см	Количество рядов, шт.	Масса початка с зерном, г	Масса зерна с одного початка, г	Выход зерна, %	Количество зёрен в початке, шт.	Масса 1000 зёрен, г		
C ₀			A ₀	Г ₀ -контроль	17,3	12	110,5	62,3	56,4	274	227,4		
				Г ₁	16,8	10	98,6	50,4	51,1	232	217,2		
				Г ₂	18,4	14	134,0	87,6	65,4	382	229,3		
				A ₁	Г ₀	17,6	12	116,1	67,6	58,2	289	233,9	
					Г ₁	16,0	12	96,0	54,0	56,3	250	216,0	
					Г ₂	20,4	16	153,4	103,3	67,4	430	240,2	
C ₀	B ₀ B ₁	контроль			18,0	12	108,6	62,4	57,5	280	222,8		
			20,5	14	143,5	97,6	68,0	390	250,2				
C ₁	B ₀ B ₁				18,6	12	110,3	68,2	61,8	290	235,2		
			20,2	14	120,8	79,5	65,8	330	241,0				
C ₂	B ₀ B ₁				16,9	10	92,0	48,6	52,8	230	211,3		
			18,0	12	102,0	54,7	53,6	250	219,0				
C ₃	B ₀ B ₁				18,4	12	111,2	69,7	63,0	300	232,0		
			20,7	14	150,1	99,2	66,0	390	254,0				
C ₄	B ₀ B ₁				18,2	10	104,3	58,2	56,0	273	213,0		
			19,2	12	112,4	66,6	59,0	287	232,0				
C ₅	B ₀ B ₁				20,1	12	128,4	83,5	65,0	322	259,0		
			23,5	16	149,6	102,4	68,0	366	280,0				
C ₀			D ₀ D ₁ D ₂	контроль			10,5	10	61,3	26,4	43,0	160	165,0
					15,6	11	86,7	42,4	49,0	199	213,0		
					19,8	14	139,2	92,3	66,0	378	244,0		
НСР ₀₅							24,5	F _f <F ₀₅					

Примечание: C₀-Омка 130; C₁- Омка 150; C₂- РОСС-140 СВ; C₃-Обский 150 СВ; C₄- ТК-160; C₅- РОСС-199 МВ; Г₀-СУПН-8; Г₁-СЗС-2,1; Г₂ - «Аккорд - Оптима»; B₀- без удобрений; B₁- (N₆₀,P₆₀)

По характеристике оригинатора, гибрид кукурузы Омка 130 в оптимальных условиях формирует 16 рядов зерен в початке, т.е. в вариантах, где початки сформировали данное число рядов зерна, растения кукурузы реализовали свой биологический потенциал в полной мере. В наших исследованиях такие показатели сформировались на кукурузе посеянной сеялкой «Аккорд - Оптима» по безотвальному фону. Кроме этого, по безотвальному фону початки были крупнее, поэтому масса зерна с одного початка была на 18 % больше.

Однако, при определении процента выхода зерна с 1 початка ни в одном варианте не было достигнуто максимального показателя, представленного оригинатором в характеристике гибрида - 78,6 %. Но наиболее близкими к данному значению - 67,4 % были показатели в варианте с посевом сеялкой «Аккорд - Оптима» по безотвальному фону.

Масса тысячи зерен (240,2 г) на уровне среднего значения, представленного оригинатором в характеристике гибрида, также была отмечена на данном варианте, по другим же вариантам была ниже.

Аналогичные данные были получены и в опытах по лесостепной зоне. Характеристика гибридов кукурузы, проведенная на основе анализа структурных элементов урожая, показала, что гибрид местной селекции Омка 130 выделяется рядом технологических преимуществ. При среднем выходе зерна 61 - 63 % его влажность перед уборкой была значительно ниже, чем у других гибридов и составляла 29 - 30 %. А при пересчете на стандартную влажность данный гибрид выигрывал и по урожайности.

На ранний характер созревания гибрида Омка 130 указывает и тот факт, что уже к 15 августа на растениях было сформировано 100 % потенциальных початков, в то время как у половины других гибридов их не было совсем, а у остальных доля сформировавшихся початков не превышала 30 %.

Эффективность минеральных удобрений и средств защиты растений при возделывании кукурузы на зерно

В опытах, проведенных в южной лесостепной зоне, урожайность гибрида кукурузы Омка 130 в севообороте была достаточно стабильна и, в среднем за 3 года, составила 3,07 т/га на неудобренном фоне и 3,55 т/га на фоне N₆₀P₆₀. Как видно, предпосевное внесение азотно-фосфорных обеспечивало прибавку урожая зерна - 0,48 т/га (табл. 7).

Таблица 7 - Урожай зерна кукурузы при возделывании в севообороте и при бессменном посеве при 14 % влажности, (т/га). Южная лесостепная зона, (2005 - 2007гг.)

Год	Фон - без удобрений		Фон - N ₆₀ P ₆₀	
	бессменное	в севообороте	бессменное	в севообороте
2005	3,07	3,07	3,52	3,55
2006	2,85	3,10	3,15	3,49
2007	2,64	3,04	2,93	3,60
В сумме за 3 года	8,56	9,21	9,60	10,64
Среднее за 3 года	2,85	3,07	3,20	3,55
НСР ₀₅	0,24			

При бессменном посеве урожайность кукурузы снижалась примерно на 0,2 т ежегодно и, в среднем за 3 года, равнялась на неудобренном фоне 2,85 т/га, при внесении минеральных удобрений (N₆₀P₆₀) прибавка составляла - 0,35 т/га, а средняя урожайность соответственно - 3,2 т/га.

Монокультура кукурузы привела к снижению валового сбора зерна: на неудобренном участке, в сумме за 3 года, на 0,65 т, по фону минеральных удобрений на 0,104 т. Минеральные удобрения способствовали увеличению урожая зерна при бессменном возделывании кукурузы на 0,10 т, а в севообороте на 0,14 т. Следовательно, использование минеральных удобрений в севообороте почти в 1,5 раза эффективнее, чем в монокультуре.

В степной зоне наблюдалась аналогичная закономерность влияния минеральных удобрений на урожайность кукурузы. В 2007 году положительный эффект был виден уже на всходах. На делянках с внесением минеральных удобрений всходы кукурузы были более мощными и появились на два дня раньше. В дальнейшем это преимущество усиливалось и, в результате, урожайность гибридов на удобренном фоне превышала урожайность гибридов без удобрений в среднем на 18,4 % (табл. 8).

Таблица 8 - Урожайность гибридов кукурузы по фонам минерального питания. Степная зона, (в среднем за 2006 - 2008 гг.)

Гибрид	Фон минерального питания	Урожайность*, т/га
Омка 130	без удобрения-контроль	1,68
	с удобрением (N ₆₀ P ₆₀)	2,06
Омка 150	без удобрения	2,11
	с удобрением (N ₆₀ P ₆₀)	2,43
РОСС 140 СВ	без удобрения	2,27
	с удобрением (N ₆₀ P ₆₀)	2,48
Обский 150 СВ	без удобрения	2,19
	с удобрением (N ₆₀ P ₆₀)	2,65
НСР ₀₅		0,13

* в пересчёте на стандартную влажность

Следует отметить, что наиболее высокую отзывчивость на минеральные удобрения проявляли гибриды Омка 130 и Обский 150 СВ. Прибавка урожайности составила 33 и 31 %. Менее отзывчивыми - РОСС-140 СВ и Омка 150. Прибавка урожая у них составила 9,6 и 18,6 % соответственно.

В 2006 и 2008 годах урожайность кукурузы на вариантах с применением минеральных удобрений была так же выше, но в связи с неблагоприятными погодными условиями (ГТК - 0,7 и 0,6), эффективность использования удобрений снизилась. Вследствии этого урожайность увеличилась в среднем лишь на 11 %.

При проведении исследований в степной зоне, была поставлена задача: отработать технологию защиты посевов кукурузы с помощью гербицидов без применения механических обработок.

Наблюдения за засоренностью посевов кукурузы показали, что количество сорных растений значительно менялось в зависимости от метода защиты посевов (табл. 9).

Таблица 9 - Влияние способа защиты на засорённость посевов кукурузы (шт./м²), 2006 - 2008гг. Степная зона.

Варианты	Однолетние		Зимую-щие	Многолетние (корнеотпрыс- ковые)	Всего
	злаковые	широколист- венные			
до обработки (фаза 3 - 4 листа)					
Д ₀ -контроль	86	32	5	4	127
Д ₁	103	32	4	8	147
Д ₂	25	14	4	3	46
2 недели после обработки					
Д ₀	47	42	2	5	96
Д ₁	44	19	5	8	76
Д ₂	19	6	2	5	32
перед уборкой					
Д ₀	94	36	2	10	142
Д ₁	46	16	-	8	70
Д ₂	34	6	2	18	60
НСР ₀₅					1,2

Наибольшая засорённость зафиксирована на контроле (Д₀-междурядная обработка культиватором КРН-5,4), что закономерно. Наименьшая на варианте (Д₂). Из этого следует, что более эффективным приёмом защиты кукурузы является применение почвенного (довсходового) гербицида до посева и баковой смеси гербицидов широкого спектра действия по вегетирующим растениям. Такой способ защиты позволил гарантированно получить в среднем за три года 2,17 т/га в пересчёте на базисную влажность.

Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зерно

Рассматривая экономику выращивания кукурузы в целом, можно сделать вывод, что комплексное применение химических средств защиты кукурузы, удобрений и современной высокопроизводительной техники ведёт к увеличению затрат на 1га (табл. 10).

Таблица 10 - Экономические показатели производства зерна кукурузы. Степная зона (2006 - 2008 гг.)

Вариант	Урожай- ность* т/га	Затраты на 1 га руб.	Прибыль на 1га руб.	Себесто- имость 1т руб.	Прибыль на 1т руб	Уровень рентабель- ности, %
Междурядная культивация (контроль)	0,22	6156	-4616	27983	-20983	-
Обработка гербицидами по вегетации	1,29	7190	1840	5574	1426	26
Почвенный гербицид + гербициды по вегетации	2,07	7543	6947	3644	3356	92

*в пересчёте на стандартную влажность

Однако, следует отметить, что при получении урожайности зерна в пределах 2 т/га, себестоимость снижается в среднем на 35%, прибыль увеличивается в 2,3 раза, а рентабельность производства возрастает с 26 до 92 %.

Расчёт эффективности отдельных элементов интенсификации показал, что:

- применение минеральных удобрений наряду с повышением урожайности, увеличивает себестоимость продукции и снижает рентабельность, но получение дополнительно к урожаю 0,2 т продукции достаточно для окупаемости вложений;
- применение безотвальной основной обработки и посев сеялкой «Аккорд - Оптима» также, незначительно (на 3,9 %) увеличивает производственные затраты на 1 га по сравнению с контролем (СУПН-8). Но, на фоне увеличения урожайности на 10,6 %, на 6 % снижается себестоимость продукции, на 16,2 % растёт прибыль и на 12 % увеличивается рентабельность. Вспашка так же даёт неплохой уровень рентабельности, но он существенно ниже рентабельности предлагаемой технологии.

Заключение

1. Сравнительная оценка возделывания гибридов кукурузы на фуражное зерно показала, что наиболее адаптивными к почвенно - климатическим условиям юга Западной Сибири являются ультраранние гибриды селекции СибНИИСХ: Омка 130 и Омка 150, которые ежегодно обеспечивают стабильную урожайность 2,01 - 3,10 т/га сухого зерна.

2. Технология основной обработки почвы оказывает существенное влияние на запасы продуктивной влаги, содержание элементов питания, агрофизические свойства почвы и, соответственно, на урожайность кукурузы. При вспашке на 22 - 25 см запасы продуктивной влаги в метровом слое составляют 96 - 113 мм, по безотвальной обработке на 30 - 35 см - 121 - 148 мм. Наибольшее содержание N-NO₃, до посева (37,8 мг/кг) и после уборки (16,1 мг/кг) в слое 0 - 30 см отмечено на фоне безотвальной обработки на 30 - 35 см. По запасам P₂O₅ преимущество так же за безотвальным способом основной обработки (164 мг/кг). При безотвальной обработке агрофизические свойства почвы лучше и они близки к оптимальным. Объёмная масса меньше в среднем на 2 %, твёрдость на 3 % в сравнении со вспашкой.

В южной лесостепной и степной зонах, подверженных ветровой эрозии, при возделывании кукурузы эффективнее безотвальная основная обработка почвы на глубину 30 - 35 см. Замена вспашки на безотвальное рыхление на ту же глубину не снижает урожайность зерна, а плоскорезная обработка на 12 - 14 см приводит к её снижению на 1,0 - 1,2 т/га.

Способ посева оказывает наиболее значительное влияние на урожай зерно кукурузы при безотвальном способе основной обработки почвы. Наибольшую урожайность - 2,38 т/га обеспечивает технология посева сеялкой точного высева «Аккорд - Оптима».

3. Внесение минеральных удобрений способствует более экономному расходу влаги и повышению урожая зерна: в южной лесостепной зоне с 3,07 т/га до 3,55 т/га, прибавка 0,48 т/га (15 %), в степной зоне с 2,10 т/га до 2,34 т/га, прибавка 0,24 т/га (12 %).

При возделывании кукурузы на зерно наиболее эффективным приемом защиты посевов от сорной растительности является применение почвенного гербицида «Трофи - 90» 2,0 - 2,5 л/га перед посевом и баковой смеси гербицидов широкого спектра действия «Милагро» 0,8 - 1,0 л/га + «Банвел» 0,3 - 0,4 л/га по вегетирующим растениям в фазе 3-5 листьев. Данный способ защиты, обеспечивает снижение засоренности в два раза по сравнению с междурядной культивацией, а прибавка в урожайности достигает в среднем 1,47 т/га.

4. Комплексное применение химических средств защиты кукурузы, удобрений и высокопроизводительной техники увеличивает производственные затраты на 20 %, при этом повышается урожайность на 20 - 30 %, себестоимость снижается на 30 %, прибыль увеличивается в 2,3 раза а рентабельность производства возрастает в среднем до 92 %.

Предложения производству

1. Для возделывания кукурузы на зерно в южной лесостепной и степной зонах Западной Сибири рекомендуется использовать только раннеспелые гибриды Омка 130 и Омка 150 с периодом вегетации 105 - 110 суток.

2. Оптимальные параметры технологии выращивания кукурузы на зерно включают:

- вспашку на глубину 22 - 30 см (ПЛН-5-35), в засушливых степных районах, подверженных ветровой эрозии, безотвальную обработку почвы на глубину 30 - 35 см («Джон Дир - 512»);

- ранневесеннее боронование в 2 следа;

- внесение почвенного гербицида («Трофи - 90» - 2,5 л/га);

- внесение азотных удобрений (N₆₀) под предпосевную культивацию, а фосфорных (P₆₀) при посеве на глубину заделки семян;

- посев сеялкой точного высева «Аккорд - Оптима»;

- обработка баковыми смесями гербицидов по вегетирующим растениям («Диален - супер» 1,2 л/га, «Титус» 40 г/га, «Миагро» 0,8 - 1,0 л/га+ «Банвел» 0,3 - 0,4 л/га);

- уборка кукурузы на зернофураж должна проводиться в фазе восковой или полной спелости при влажности зерна 29 - 32%.

Список работ в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ

1. Кваша, А.В. Совершенствование технологии выращивания кукурузы на зерно в Западной Сибири / В.И.Дмитриев, А.В.Кваша // Земледелие. - 2011. - № 2. - С.19 - 20.

2. Кваша, А.В. Резерв повышения урожая кукурузы / А.В.Кваша // Защита и карантин растений. - 2011. - № 4. - С.36 - 37.

3. Кваша, А.В. Влияние приёмов обработки почвы, способа посева и гербицидов на урожайность кукурузы в степной зоне Западной Сибири / А.В.Кваша // Известия ТСХА, выпуск 1. - 2011. - С. 134 - 138.

Публикации в других изданиях

4. Кваша, А.В. Совершенствование технологии выращивания кукурузы на зерно в степной зоне Западной Сибири / А.В.Кваша // Сборник материалов региональной научно - практической конференции молодых учёных / ФГБОУ ВПО ГАУ Северного Зауралья. - Тюмень. - 2013. - С. 92 - 95.

5. Кваша, А.В. Влияние приёмов обработки почвы, способа посева и гербицидов на урожайность кукурузы в степной зоне Западной Сибири / А.В. Кваша, В.И.Дмитриев / Вклад молодых учёных в развитие сельского хозяйства Алтайского края: сборник научных работ. - Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии. - 2013. - С.5 - 10.

6. Дмитриев, В.И. Сравнительная оценка гибридов кукурузы при возделывании на зерно в условиях Омской области / В.И.Дмитриев, Н.А. Пунда, А.В. Кваша // Актуальные проблемы научного обеспечения АПК в Сибири (к 185-летию Сибирской аграрной науки) / Материалы международной научно - практической конференции, посвящённой 185-летию основания Сибирской аграрной науки. - Омск. - 2013. - С. 114 - 116.

7. Дмитриев, В.И. Технология возделывания кукурузы на фуражное зерно в степной и лесостепной зоне Западной Сибири / Рекомендации // Дмитриев В.И., Пунда Н.А., Кваша А.В. - Омск: Вариант - Омск. - 2014. - 28 с.

ЛР №020444 от 10.03.98 г.

Подписано в печать 01.02.2017

Формат 60×84 1/16. Печ.л.1

Заказ №___ Тираж 100 экз.

Редакционно-издательский центр Самарской ГСХА

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский,

ул. Учебная, 2

Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47 Факс 46-2-44, E-mail: ssaariz@mail.ru