

На правах рукописи

**СОЛНЦЕВА
ОЛЬГА ИВАНОВНА**

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ
СКОРОСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ
С ПОМОЩЬЮ ГЕРБИЦИДОВ**

Специальность 06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидат сельскохозяйственных наук

Брянск-2020

Работа выполнена на кафедре агрономии, землеустройства и экологии ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» в 2015-2019 гг.

**Научный
руководитель**

Прудников Анатолий Дмитриевич
доктор сельскохозяйственных наук, Заслуженный работник высшей школы, профессор кафедры агрономии, землеустройства и экологии ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»

**Официальные
оппоненты**

Исаков Александр Николаевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии Калужский филиал ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева

Лопачев Николай Андреевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, агрохимии и агропочвоведения ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

**Ведущая
организация**

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита состоится ___ сентября 2020 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета Д. 220.005.01 при ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, корпус 4. E-mail: uchsovet@bgsha.com Тел. факс +7 (48341) 24-7-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>.

Автореферат разослан ___ сентября 2020 г. и размещен на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации <http://vak.ed.gov.ru>.

Просим принять участие в работе совета или прислать свой отзыв в двух экземплярах, заверенных печатью.

Учёный секретарь
диссертационного совета
доктор с.-х. наук

Дьяченко Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Кукуруза – важная и широко распространенная зерновая и силосная культура. Ее успешное возделывание в качестве кормовой культуры стало возможным после появления скороспелых гибридов. Однако потенциал современных гибридов в основном, используется лишь на 35-40% (Белоус Н.М., 2010; Хлопяников А.М., 2010; Шальнов И.В., 2016). При возделывании кукурузы на силос в Нечерноземной зоне России очень важно обеспечить своевременную и качественную борьбу с сорняками, которые могут привести к потерям 40% и более величины урожая (Шпаар Д., 2010). При высокой степени засоренности механические способы малоэффективны, в связи с чем становится необходимым поиск современных гербицидов. Для кукурузы ввиду её биологических особенностей разрабатывают специальные гербициды. В настоящее время все ведущие концерны мира предлагают гербициды для кукурузы. Поэтому сравнительная оценка современных гербицидов стала темой диссертационной работы.

Появление новых гербицидов позволяет снизить воздействие машино-тракторных агрегатов на поле, сократить число проходов по нему. Этот приём борьбы с сорняками за один проход опрыскивателя дает кукурузе возможность стать наиболее эффективной культурой.

Степень разработанности темы исследований. Большой вклад в изучение технологии возделывания, особенностей роста и развития, защиты кукурузы внесли учёные: Н.Н. Третьяков, В.П. Новиков, З.И. Усанова, А.Д. Прудников, В.Е. Ториков, И.Н. Романова, А.В. Дронов, и другие.

В то же время в регионах Нечерноземной зоны не в полной мере изучены вопросы формирования урожайности и качества урожая новых раннеспелых гибридов кукурузы при использовании в технологии возделывания средств защиты растений – гербицидов. Поэтому возникла необходимость проведения исследований данной темы.

Цели и задачи исследований – изучить особенности формирования урожайности раннеспелых гибридов кукурузы Каскад 166 АСВ и Пионер 7709 при возделывании их по зерновой технологии с использованием гербицидов; влияние гербицидов на состояние растений кукурузы и на уровень засоренности.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

1. Изучить особенности роста и развития растений, формирование урожайности кукурузы при обработке посевов различными гербицидами.
2. Выявить влияние гербицидов на формирование площади листьев, ФПП, накопление сырой и сухой фитомассы.
3. Определить качество и кормовую ценность урожая кукурузы в зависимости от применяемых гербицидов.
4. Рассчитать экономическую эффективность производства зеленой массы кукурузы при возделывании с применением разных гербицидов.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях Смоленской области изучены особенности роста и развития, формирования урожайности и качества урожая, фотосинтетической деятельности, хода продукционного

процесса раннеспелых гибридов кукурузы Пионер 7709 и Каскад 166 АСВ при использовании в технологии возделывания средств защиты растений – гербицидов. Установлены наиболее эффективные гербициды, позволяющие повысить урожайность агроценозов раннеспелой кукурузы без применения механической прополки. Рассчитана экономическая эффективность применения гербицидов на кукурузе.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлены наиболее приемлемые гербициды для раннеспелых гибридов кукурузы с экологической, экономической и хозяйственной точки зрения.

Определено действие гербицидов на сорный компонент и их влияние на формирование площади листьев, фотосинтетического потенциала и урожайности кукурузы. Установлено влияние гербицидов на качество корма.

Методология и методы диссертационного исследования. Методологической основой работы стал комплексный подход при изучении поставленной проблемы. Проведение полевого опыта, экспериментальные наблюдения и статистическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову (1985), экономическая эффективность возделывания рассчитывалась на основе составления технологических карт (Шакиров Ф.К., 2003).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Селективные гербициды, обеспечивающие уничтожение большей части сорной растительности.
2. Формирование высокопродуктивных агроценозов кукурузы при использовании селективных гербицидов.
3. Селективные гербициды, способствующие формированию посевов кукурузы с высоким качеством силосной массы.
4. Экономическая эффективность использования гербицидов.

Степень достоверности результатов, апробация и внедрение результатов работы основывается на подробном анализе различных информационных источников, подтверждаясь полученными в ходе полевого опыта экспериментальными данными. За четырехлетний период была изучена эффективность исследуемых гербицидов при различных метеорологических условиях, существенность различий многофакторного опыта подтверждается результатами статистической обработки экспериментальных данных.

Производственное внедрение. Результаты исследований по теме диссертационной работы: «Особенности формирования агроценозов скороспелых гибридов кукурузы с помощью гербицидов» прошли производственную проверку и внедрены в СПК «Дружба» Починковского района Смоленской области на площади 46 га и могут быть в дальнейшем использованы при выращивании кукурузы с помощью гербицидов для получения зелёной массы в условиях Нечерноземной зоны России.

Личный вклад автора. Личный вклад автора состоит из совместной с научным руководителем работы, разработке схемы опыта, планировании эксперимента, самостоятельном проведении полевого опыта и лабораторных исследований, проведении сопутствующих исследований, камеральной обра-

ботке данных, составлении годовых отчетов, апробации результатов исследований. Более 85% данных получены лично автором.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 3 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертационной работы.

Диссертационная работа изложена на 159 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений производству, списка литературы и приложений. Работа содержит 43 таблицы, 22 рисунка, 5 приложений. Список литературы включает 233 наименования, в том числе 21 на иностранных языках.

Благодарности.

Автор выражает благодарность и искреннюю признательность своему научному руководителю – заслуженному работнику высшей школы РФ, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Прудникову Анатолию Дмитриевичу. За помощь в проведении опытов, за ценные конструктивные советы и замечания, профессору Романовой И.Н., Прудниковой А.Г., доцентам Кугелеву И.М., Глушакову С.Н., Князевой С.М., Птицыной Н.В., Лякиной О.А., Перепичай М.И., старшему преподавателю Даньшиной О.В., лаборантам и сотрудникам кафедры агрономии, землеустройства и экологии.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Современное состояние научной проблемы

В главе приведен обзор научной литературы по теме исследований и сделано теоретическое обобщение актуальности изучения выбранной темы. Рассмотрены ботанико – биологическая характеристика кукурузы и биологические особенности сорняков, преобладающих в Нечерноземной зоне России. Изучена характеристика наиболее широко используемых селективных гербицидов для кукурузы. Проанализирована эффективность применения селективных гербицидов в агроценозах кукурузы в зависимости от погодных условий и преобладающих сорняков.

Глава 2. Условия и методика проведения исследований

Экспериментальную работу проводили на опытном поле Смоленской ГСХА в 2015 – 2019 гг.

Многообразие погодных условий за указанный период исследований позволяет с достаточной достоверностью вычленить влияние погодных условий на формирование урожайности кукурузы и, следовательно, выявить роль и значение изучаемых приемов.

Опыт, в котором изучались системные гербициды для раннеспелых гибридов кукурузы Каскад 166 и П 7709, проводился на двух участках опытного поля. В 2016 году опыт проводился на участке 1 после многолетних трав – козлятника восточного, в 2017-2019 гг. опыт проводился на участке 2 после однолетних трав и кукурузы.

Почвы опытных участков (1 и 2), где проводились исследования, дерново-подзолистые, легко суглинистые.

Агрохимические свойства почвы участка 1 характеризовались следующими показателями: гумус – 2,05%; реакция почвенного раствора слабокислая – 5,63; подвижный P_2O_5 (в модификации ЦИНАО по Кирсанову) – 145 мг/кг; обменный K_2O (в модификации ЦИНАО по Кирсанову) – 132 мг/кг.

Агрохимические свойства почвы участка 2 характеризовались следующими показателями: гумус – 1,81%; реакция почвенного раствора среднекислая – 5,02; подвижный P_2O_5 (в модификации ЦИНАО по Кирсанову) – 109 мг/кг; обменный K_2O (в модификации ЦИНАО по Кирсанову) – 74 мг/кг.

Каждый вариант занимал площадь 20 м². Повторность в опытах 4-кратная. Размещение вариантов – рендомизированное.

Посев кукурузы осуществлялся: в 2016 году – 12 мая, 2017 году – 17 мая, 2018 году – 10 мая, 2019 году – 16 мая.

Почва на опытном участке осенью пахалась как зябь. Весной проводилось 1-2 обработки культиваторами КРН-4. Под культивацию вносились удобрения в дозе N60P60K60. В фазу 5-7 листьев проводили подкормку азотным удобрением N40. В это время на втором варианте проводили удаление сорной растительности с помощью ручной прополки.

Обработку посевов кукурузы гербицидами проводили в строго определенное время ручным ранцевым опрыскивателем. После этого никакие мероприятия по уходу не проводились.

Опыт проводился по следующей схеме:

1. Контроль (без гербицидов).
2. Междурядная обработка (ручная прополка 2 раза).
3. Аденго – 0,5 л/га, до всходов.
4. Аденго – 0,5 л/га, в фазу 2-3 листьев.
5. МайсТер Пауэр – 1,5 л/га, в фазу 4-5 листьев.
6. Титус Плюс – 0,385 кг/га, в фазу 3-4 листьев.
7. Элюмис – 1,5 л/га, в фазу 4-5 листьев.
8. Люмакс – 4,0 л/га, в фазу 3 листьев.

Исследования, наблюдения и лабораторные анализы выполнены по общепринятым методикам и ГОСТам. Экономическая оценка изучаемых приемов приведена на основании технологических карт. Статистическая обработка данных проведена на ПЭВМ по алгоритмам дисперсионного анализа, изложенного Б.А. Доспеховым (1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3. Изменение засоренности посевов раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от применяемых приемов обработки

Видовой состав и характеристика сорняков

По данным маршрутных обследований (2016-2019 гг.) после проведения защитных мероприятий в посевах кукурузы выявлено 25 видов сорных растений, из которых высокая численность была у видов, относящиеся к семействам мятликовые (Poaceae) и маревые (Chenopodiaceae).

Среди однолетних сорняков преобладали: куриное просо, ярутка поле-

вая, горец развесистый, галинсога, марь белая. Присутствовали также вероника лекарственная, фиалка полевая, фиалка трехцветная, бодяк полевой.

Динамика изменения численности и вредоносности сорняков в зависимости от применяемых гербицидов

Опытные участки отличались обилием сорняков. В 2016 году основным засорителем выступал пырей ползучий, в дальнейшем в варианте без обработок массовое распространение получили куриное просо, ярутка полевая, пастушья сумка, галисога и другие.

В варианте с механическим удалением сорняков провели 2 прополки, так как после первой началось интенсивное отрастание пырея ползучего, и кукуруза снова оказалась затененной. В вариантах с применением гербицидов отросший пырей был практически полностью уничтожен, сохранились единично представленные растения полыни горькой, дымянки лекарственной и бодяка полевого. Лучшее действие и практически полное уничтожение сорной растительности было достигнуто в варианте с МайсТер Пауэр, на делянках с данной обработкой сохранились лишь единичные растения бодяка полевого, полыни горькой, дымянки, а пырей ползучий был полностью уничтожен.

Худшим среди гербицидов показал себя Титус Плюс, который оказывал негативное воздействие на кукурузу, замедляя её рост. В этом варианте частично сохранился бодяк полевой.

О действии гербицидов в 2017-2018 годах можно судить по таблице 1.

2017 год был достаточно неблагоприятным для роста и развития кукурузы по погодным условиям, так как из-за пониженных температур и частых дождей в мае был затянут срок посева. В контрольном варианте сорняки росли достаточно интенсивно, их число составило 408 шт/м². Преобладали: ярутка полевая, пастушья сумка, марь белая, звездчатка средняя, пырей ползучий, куриное просо.

Междурядную обработку провели дважды, в результате чего перед уборкой количество сорняков на одном метре квадратном составило 90 шт., в том числе 22 шт. пырея ползучего.

Действие гербицидов было почти таким же как в 2016 году. Наилучшие результаты были отмечены у Аденго, внесенного после появления всходов. Наихудшие – у Титус Плюс.

2018 год был благоприятным для кукурузы и сорняков, в результате этого в варианте без обработок перед уборкой сорняков насчитывалось 448 шт/м², из них только 154 шт. – проса куриного. Присутствовали так же двудольные сорняки: марь белая, лебеда, гречишка развесистая, галинсога и другие. Механические обработки уменьшили засоренность к уборке до 88 шт/м². Сохранились бодяк полевой, дымянка лекарственная, полынь горькая и обыкновенная, пырей ползучий, просо куриное.

Гербициды уничтожили большую часть сорной растительности. Лучше всех с сорняками справлялся Аденго (после всходов). Остальные гербициды практически с одинаковой эффективностью уничтожали сорные растения.

2019 год отличался жаркой весной и началом лета, в результате этого засоренность в контрольном варианте уменьшилась в три раза.

Таблица 1 – Эффективность гербицидов в посевах кукурузы в 2017-2019 гг.

Вариант	Засоренность перед уборкой											
	2017г.				2018г.				2019г.			
	двудольные		злако- вые	всего	двудольные		зла- ко- вые	все- го	двудольные		зла- ко- вые	всего
	одно- лет- ние	мно- го- лет- ние			од- но- лет- ние	мно- го- лет- ние			од- но- лет- ние	мно- го- лет- ние		
Каскад 166 АСВ												
1. Контроль	257	3	149	408	223	7	218	448	65	7	77	149
2. Междурядная обработка	52	3	35	90	41	4	43	88	21	4	24	49
3. Аденго до всходов	5	0	10	15	6	2	10	18	0	2	2	2
4. Аденго после всходов	1	1	7	9	1	2	7	10	0	1	1	2
5. Майс Тер Пауэр	4	1	13	18	3	2	11	16	1	1	1	3
6. Тигус Плюс	36	3	16	55	18	4	26	48	6	3	6	15
7. Люмакс	2	3	9	14	2	3	14	19	2	3	3	8
8. Элюмис	26	2	17	45	16	4	21	41	4	3	3	10
П 7709												
1. Контроль	225	3	170	396	216	8	210	434	60	6	73	139
2. Междурядная обработка	54	2	42	98	44	4	42	90	19	4	29	52
3. Аденго до всходов	7	-	4	11	5	2	9	16	0	1	2	3
4. Аденго после всходов	2	1	4	7	2	3	9	14	0	1	2	3
5. Майс Тер Пауэр	23	1	4	44	5	3	8	16	0	1	3	4
6. Тигус Плюс	23	4	21	48	21	4	24	49	7	3	7	17
7. Люмакс	10	1	6	18	6	3	15	24	2	3	2	7
8. Элюмис	18	2	9	29	17	3	22	42	5	3	3	11

Междурядную обработку в 2019 году провели один раз. Гербициды действовали достаточно эффективно, особенно Аденго и МайсТер Пауэр (к уборке сохранилось 2-4 сорных растения на 1 м²). Малоэффективным оказался Титус Плюс, который заметно замедлял развитие кукурузы. Количество сорняков составило – 15-17 шт/м² (в основном многолетних сорняков полыни горькой и пырея ползучего).

Вынос элементов питания и потери урожая кукурузы при использовании различных гербицидов

Развитие сорняков оказывало заметное воздействие на растения кукурузы. Оно подавляло рост гибридов кукурузы в контрольных вариантах и оказывало заметное действие в вариантах междурядной обработки.

Сорняки отчуждали значительные количества питательных веществ из почвы (таблица 2).

Таблица 2 – Вынос питательных веществ сорняками в посевах кукурузы (среднее 2016-2019 гг.)

№	Вариант	Урожайность, т/га		Вынос с урожаем (кг/га)		
		Зеленой массы	Сухого вещества	N	P	K
Каскад 166 АСВ						
1.	Контроль	13,14	3,44	65,63	13,15	51,95
2.	Междурядная обработка	3,38	0,90	17,70	3,65	13,28
3.	Аденго до всходов	0,61	0,17	3,23	0,68	2,58
4.	Аденго по всходам	0,54	0,15	2,73	0,50	2,23
5.	МайсТер Пауэр	0,86	0,22	4,00	0,88	3,25
6.	Титус Плюс	1,95	0,51	10,03	2,03	8,00
7.	Люмакс	1,36	0,35	6,55	1,33	5,38
8.	Элюмис	1,00	0,27	5,13	1,10	4,25
П 7709						
1.	Контроль	14,50	3,86	71,18	14,75	55,00
2.	Междурядная обработка	3,71	0,95	17,95	3,63	14,33
3.	Аденго до всходов	0,71	0,19	3,63	0,67	2,90
4.	Аденго по всходам	0,72	0,18	3,60	0,73	2,68
5.	МайсТер Пауэр	0,73	0,18	3,48	0,78	2,93
6.	Титус Плюс	1,78	0,46	9,18	18,25	7,55
7.	Люмакс	1,46	0,38	7,43	1,53	6,34
6.	Элюмис	0,76	0,18	3,70	0,75	3,15

В контрольном варианте вынос элементов питания был значительным. В массе сорняков содержалось до 73 кг/га азота, до 15 кг/га фосфора и около 60 кг/га калия. При междурядных обработках вынос элементов питания уменьшался почти в четыре раза. Наименьшим был вынос в вариантах с использованием гербицидов, причем минимальный был в вариантах с Аденго (после появления всходов) – 2-3 кг/га азота, около 0,5 кг/га фосфора и 2-5 кг/га калия. Другие гербициды действовали слабее и вынос питательных элементов возрастал в 2-3 раза.

Глава 4. Влияние селективных гербицидов на рост, развитие растений кукурузы, урожайность и качество полученного корма

Влияние применения селективных гербицидов на формирование агроценоза и высоты растений кукурузы

Рост кукурузы в высоту зависел от температурных условий вегетационного периода, плодородия почв и применяемых гербицидов.

В благоприятном 2016 году высота растений кукурузы достигала 311 см в варианте П 7709 при применении МайсТер Пауэр. В контрольном варианте и с междурядными обработками кукуруза отставала не только в росте, но и в развитии (на 5-7 дней). Её высота составляла 149-151 см. Следует отметить, что в вариантах с гербицидными обработками растения успевали достичь восковой спелости, в то время как на контроле – только молочной. Большую высоту имели растения в вариантах с Аденго и МайсТер Пауэр.

Май и июнь 2017 года с пониженными температурами, безусловно, не лучшим образом сказались на росте и развитии культуры. В варианте без гербицидов кукуруза имела такую же высоту, как и в 2016 году. При междурядных обработках и применении гербицидов высота растений составляла от 209 до 215 см. Восковая спелость была отмечена в конце сентября, что на 15 дней позднее, чем в предыдущем году. Существенных различий по высоте между гибридами выявить не удалось, препараты действовали аналогично 2016 года.

Таблица 3 – Высота растений кукурузы по фазам развития (среднее 2016-2019 гг.), см

Вариант	Всходы	Вымётывание	Цветение	Молочная спелость	Восковая спелость
Каскад 166 АСВ					
1.Контроль	4,18	111,25	160,50	163,75	162,00
2.Междурядная обработка	4,08	175,75	232,25	233,50	233,50
3.Аденго до входов	4,05	188,00	246,25	245,25	246,75
4.Аденго по всходам	4,10	188,25	245,00	246,50	245,25
5.МайсТер Пауэр	4,05	186,50	244,75	246,00	246,00
6.Тигус Плюс	4,10	175,00	237,00	237,25	235,75
7.Люмакс	3,98	181,25	242,00	242,50	243,75
8.Элюмис	4,15	183,25	244,50	245,25	245,25
П 7709					
1.Контроль	4,45	111,75	161,25	164,25	162,25
2.Междурядная обработка	4,33	177,50	230,00	231,25	230,50
3.Аденго до входов	4,23	189,50	242,00	240,50	242,50
4.Аденго по всходам	4,35	187,75	242,50	243,00	241,50
5.МайсТер Пауэр	4,33	186,00	244,00	244,75	243,50
6.Тигус Плюс	4,30	178,50	232,75	235,25	233,75
7.Люмакс	4,30	183,25	393,00	240,50	241,25
8.Элюмис	4,40	183,25	240,25	241,00	241,50

В 2018 году сорняки на контрольном варианте задерживали развитие кукурузы и замедляли ее рост, высота растений составила 162-168 см. Применение междурядных обработок привело к повышению роста растений до 210-212 см. Применение Аденго и МайсТер Пауэр также положительно сказалось на высоте культурных растений, она составила 236-237 см у гибрида Каскад 166 АСВ и 228-229 см у гибрида П 7709.

В результате воздействия гербицида Титус Плюс отмечено некоторое замедление развития на два дня и уменьшение высоты растений практически на 10 см.

В 2019 году наблюдалась более слабая засоренность посевов, в итоге на контрольном варианте растениям кукурузы удалось достичь высоты 189-190 см, тогда как при обработке МайсТер Пауэр – 224-228 см. При междурядной обработке – 211-215 см. Самым неэффективным гербицидом оказался Титус Плюс.

Динамика площади листьев агроценозов кукурузы и фотосинтетический потенциал в зависимости от применяемых гербицидов

Выдающийся русский ученый К.А. Тимирязев неоднократно подчеркивал значение листового аппарата в формировании урожая. Руководствуясь положением, что урожай растений почти полностью создается листьями культуры, мы систематично проводили определение площади листьев кукурузы. Исследования показали, что площадь листьев растений кукурузы зависела от изучаемых факторов и погодных условий.

Таблица 4 – Площадь листьев растений кукурузы (среднее 2016-2019 гг.), тыс. м²/га

Вариант	Система обработки	Фазы роста и развития				
		5-лист	8-9 лист	Выветывание	Молочная спелость	Восковая спелость
Каскад 166 АСВ						
1.	Контроль	1,98	4,95	20,38	24,48	18,15
2.	Междурядная обработка	1,93	7,83	32,93	38,18	30,90
3.	Аденго до всходов	2,00	8,83	34,60	40,33	33,00
4.	Аденго по всходам	1,95	8,60	34,85	40,83	33,50
5.	МайсТер Пауэр	1,90	9,40	35,50	41,85	33,93
6.	Титус Плюс	1,90	7,73	31,10	38,70	30,58
7.	Люмакс	1,98	8,30	33,60	40,50	31,88
8.	Элюмис	1,98	8,35	35,13	41,65	33,30
П 7709						
1.	Контроль	1,98	4,95	19,28	24,00	17,83
2.	Междурядная обработка	1,98	7,68	32,85	38,45	30,68
3.	Аденго до всходов	1,88	8,95	35,20	41,65	33,38
4.	Аденго по всходам	1,95	8,68	33,93	40,88	32,43
5.	МайсТер Пауэр	1,93	9,33	36,23	43,63	34,60
6.	Титус Плюс	1,88	7,73	32,10	39,30	31,00
7.	Люмакс	1,93	8,35	33,03	39,58	31,95
8.	Элюмис	2,00	8,60	35,05	41,25	32,58

Как видно из таблицы 4 площадь листьев существенно возростала после формирования 8-9 листа, максимального значения этот показатель достиг у гибридов Каскад 166 АСВ и П 7709 в фазу молочной спелости при обработке гербицидом МайсТер Пауэр – 41,85 и 43,63 тыс. м²/га соответственно; а затем пошел на спад за счет естественного отмирания листьев. У обоих гибридов по площади листьев незначительно уступали варианты с обработкой гербицидами Аденго (до и после всходов) и Элюмис.

Влияние условий выращивания сказалось на фотосинтетическом потенциале растений кукурузы. Так, в контрольных вариантах чистая продуктивность фотосинтеза была в 1,5-1,7 раза ниже, чем в вариантах с применением гербицидов. Наиболее высокий ФП был в вариантах МайсТер Пауэр и Аденго, он равнялся 2312-2498.

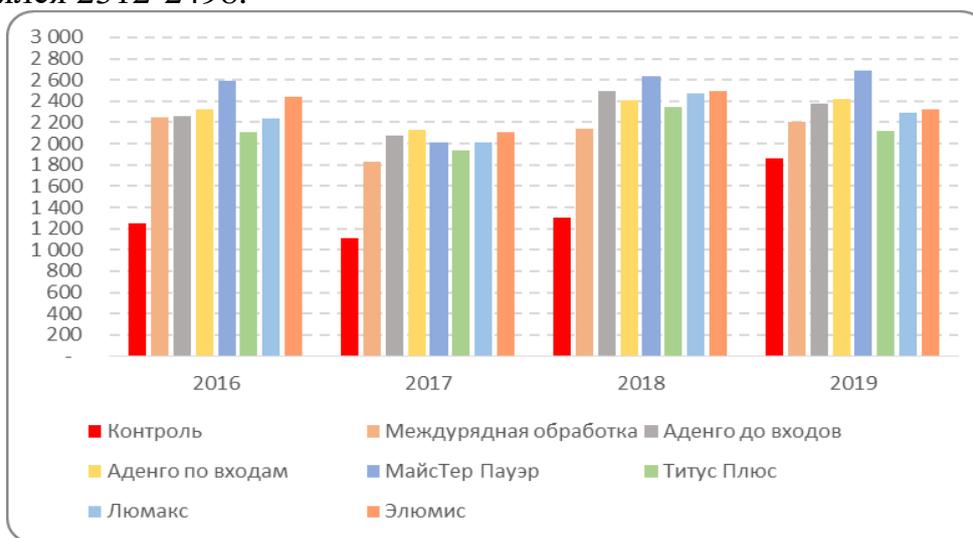


Рисунок 1 – Фотосинтетический потенциал посевов кукурузы гибрида Каскад 166 АСВ в зависимости от гербицидов, тыс. м²/га в сутки

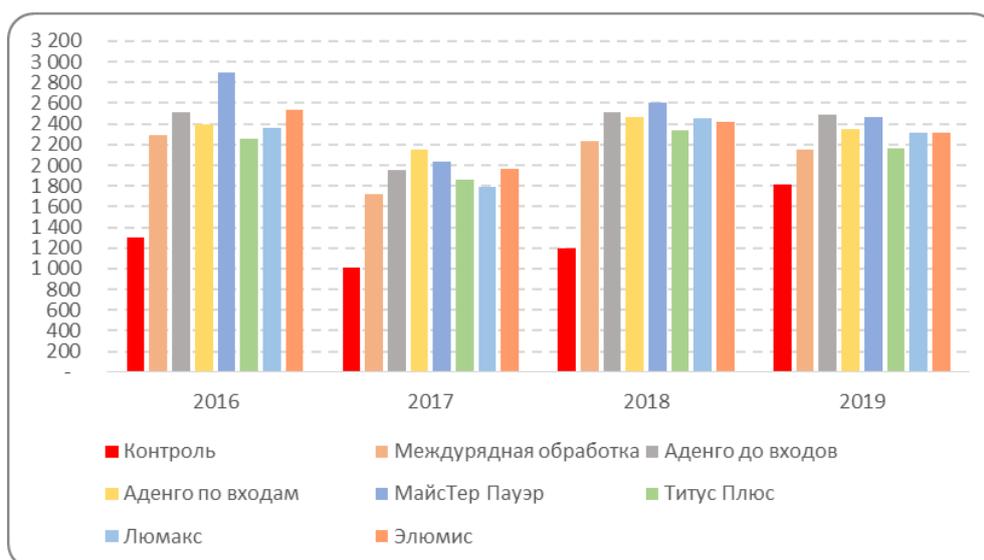


Рисунок 2 – Фотосинтетический потенциал посевов кукурузы гибрида П 7709 в зависимости от гербицидов, тыс. м²/га в сутки

Урожайность является основной количественной оценкой того или иного агротехнического приема и технологии в целом.

Важно отметить, что мероприятия по борьбе с сорняками оказали влияние на содержание сухого вещества в зеленой массе кукурузы. В целом, в контрольных вариантах содержалось на 4-5% сухого вещества меньше чем при проведении междурядной обработки и на 6-7% меньше чем при обработке гербицидами. В годы проведения опытов восковая спелость кукурузы наступала в разные сроки. В благоприятном 2016 и 2018 годах это была первая половина сентября, 2017 году – конец сентября, а в 2018 году – третья декада сентября.

Более поздние сроки проведения уборки обычно отрицательно сказываются на величине урожая. В контрольном варианте величина урожая составила у гибрида П 7709 – 5,23 т/га сухого вещества; у Каскад 166 АСВ – 5,63 т/га. Проведение междурядной обработки увеличивало сбор сухого вещества более чем в два раза до 11,27 т/га у П 7709 и 11,47 т/га у Каскад 166 АСВ.

Таблица 5 – Урожайность сухого вещества кукурузы (т/га)

Вариант	2016г	2017г	2018г	2019г	В среднемзагоды
Каскад 166 АСВ					
1.Контроль	4,99	4,22	4,86	8,44	5,63
2.Междурядная обработка	14,31	7,82	11,95	11,81	11,47
3.Аденго до всходов	14,27	12,63	16,04	16,42	15,14
4.Аденго после всходов	15,73	12,86	14,97	18,70	15,57
5.МайсТер Пауэр	18,66	11,81	17,30	15,49	15,82
6.Титус Плюс	12,27	9,12	13,17	10,65	11,30
7.Люмакс	14,43	11,74	15,29	12,00	13,36
8.Элюмис	16,65	12,05	15,31	12,22	14,06
П 7709					
1.Контроль	5,08	3,40	4,50	7,93	5,23
2.Междурядная обработка	15,80	7,51	10,97	10,80	11,27
3.Аденго до всходов	17,81	10,92	14,55	16,24	14,88
4.Аденго после всходов	16,50	10,43	14,80	15,91	14,41
5.МайсТер Пауэр	19,69	9,96	15,12	13,94	14,68
6.Титус Плюс	12,97	8,58	11,70	11,22	11,11
7.Люмакс	15,28	7,45	13,44	12,00	12,04
8.Элюмис	17,89	10,04	14,92	13,93	14,19
НСР _г гибридов	1,03	0,83	0,91	0,87	0,89
НСР _г гербицидов	0,92	0,76	0,84	0,77	0,81

Как видно, применение гербицидов увеличило урожайности гибридов кукурузы. Наилучший эффект был достигнут при обработке МайсТер Пауэр – 15,82 т/га у Каскад 166 АСВ и Аденго (до всходов) у П 7709 – 14,88 т/га. Аденго на гибриде Каскад 166 АСВ незначительно уступал МайсТер Пауэр на гибриде П 7709. Худшим оказался Титус Плюс. Особенно низкой была урожайность сухого вещества на Каскад 166 АСВ в 2019 году, когда этот

гербицид уступал междурядной обработке. Другие препараты давали результат лучше, но хуже, чем Аденго и МайсТер Пауэр. Гибрид П 7709 был более требователен к плодородию почвы, он имел урожайность на 8,22% ниже в 2018 чем в 2016 году.

Структура урожая кукурузы

По структуре урожая кукурузы можно судить о качестве полученного корма. В исследованиях Дитера Шпаара отмечалось, что лучший силос должен иметь долю початков – 50% и выше. В наших исследованиях такой величины достигнуто не было. Однако, в 2016 году в отдельных вариантах с обработкой МайсТер Пауэр, Аденго и Элюмис удалось получить 40,0-47,1% початков в структуре урожая. В другие годы доля початков в структуре урожая была ниже. Следует обратить внимание, что в контрольном варианте доля початков составила 24,0-37,6%, то есть, была заметно ниже вариантов с обработками посевов. При междурядных обработках на долю початков приходилось на 1,5-2% меньше, чем в вариантах с Аденго и МайсТер Пауэр.

Таблица 6 – Структура урожая кукурузы (среднее 2016-2019 гг.)

№ п/п	Вариант	Структура урожая, %			Содержание сухого вещества, %
		Листья	Стебли	Початки	
Каскад 166 АСВ					
1.	Контроль	26,13	44,40	29,83	25,73
2.	Междурядная обработка	18,08	43,48	39,70	28,77
3.	Аденго до всходов	16,23	43,28	41,25	31,62
4.	Аденго по всходам	16,30	44,05	39,63	31,42
5.	МайсТер Пауэр	15,28	43,13	41,65	31,76
6.	Титус Плюс	16,25	45,80	38,20	31,11
7.	Люмакс	16,95	43,48	39,58	31,02
8.	Элюмис	16,40	43,68	39,93	31,847
П 7709					
1.	Контроль	27,35	42,43	30,03	25,95
2.	Междурядная обработка	19,10	41,53	39,38	30,92
3.	Аденго до всходов	16,50	41,58	41,93	32,03
4.	Аденго по всходам	16,23	43,05	40,73	32,20
5.	МайсТер Пауэр	16,13	43,20	40,68	32,32
6.	Титус Плюс	16,30	44,28	39,43	31,36
7.	Люмакс	17,40	41,63	40,98	31,55

Химический состав биомассы кукурузы в зависимости от применяемых гербицидов

Химический состав биомассы кукурузы в зависимости от применяемых гербицидов позволил установить различия между ними и контрольным вариантом.

В контрольном варианте содержалось на 0,7-1,5% больше сырого протеина (таблица 7), чем в вариантах с гербицидами. Различий между гербицидами выявить не удалось. В контрольном варианте так же содержалось на 1,5-2% больше клетчатки, что связано с меньшей долей початков в более ранние фазы развития кукурузы, которые она успела достигнуть к уборке. Наибольшие отличия по химическому составу были по содержанию безазотистых экстрактивных веществ. Их доля в вариантах без применения гербицидов была на 3-6% меньше, чем с применением.

Таблица 7 – Химический состав биомассы кукурузы в зависимости от применяемых гербицидов (среднее 2016-2019 гг.), (% в с.в.)

Вариант	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %	Сырой жир, %	Безазотистые экстрактивные вещества, %	Обменная энергия, (МДж/кг с.в)
1.	9,41 / 9,29	25,95 / 25,26	5,40 / 5,04	3,06 / 2,87	56,23 / 57,55	9,60 / 9,72
2.	8,75 / 8,08	23,88 / 23,71	4,68 / 4,82	2,70 / 2,89	60,00 / 60,50	9,68 / 9,81
3.	8,60 / 8,24	21,96 / 21,93	4,37 / 4,51	2,82 / 2,91	62,32 / 62,44	10,16 / 10,17
4.	8,59 / 8,30	22,20 / 22,26	4,50 / 4,52	2,86 / 2,82	61,81 / 62,10	10,12 / 10,12
5.	8,68 / 8,48	22,30 / 22,34	4,45 / 4,68	2,73 / 2,88	61,97 / 61,64	10,12 / 10,11
6.	8,09 / 7,75	23,20 / 23,28	4,18 / 4,20	2,52 / 2,39	62,02 / 62,37	10,03 / 9,98
7.	8,41 / 8,33	22,49 / 22,14	4,63 / 4,74	2,82 / 2,82	61,65 / 61,98	10,09 / 10,14
8.	8,42 / 8,44	22,18 / 22,24	4,54 / 4,84	2,87 / 2,85	62,04 / 61,56	10,13 / 10,13

*- числитель – гибрид Каскад 166 АСВ; знаменатель – гибрид П 7709

Глава 5. Экономическая эффективность применения различных селективных гербицидов в посевах кукурузы

Экономические показатели позволяют сделать окончательные суждения о роли различных гербицидов в технологии возделывания кукурузы на силос.

В связи с тем, что кукурузный силос часто становится одним из основных компонентов зимнего рациона дойных коров, очень важно рассчитать основные экономические показатели.

При расчете экономической эффективности использовалась технологическая карта, а стоимость 1 кормовой единицы принималась равной 8,00 рублям.

Также учитывалась различная стоимость посевного материала. У гибрида П7709 она составляла 11600 рублей за 1 посевную единицу, что значительно дороже стоимости семян Каскад 166 АСВ (таблица 8).

Наибольшее количество кормовых единиц получено у гибрида Каскад 166 АСВ в вариантах с Мастер Пауэр и Аденго по всходам. Почти на 5 ц к.ед. уступал вариант Аденго до всходов. Варианты с гербицидами Элюмис и Люмакс давали по 9260 и 9072 к.ед с га. Худший результат получен у гербицида Титус Плюс. Междурядная обработка давала 7791 к. ед.

Таблица 8 – Основные экономические показатели выращивания кукурузы на силос по зерновой технологии

№ п/п	Наименование варианта	Урожайность силосной массы, к.ед	Стоимость продукции (руб)	Заплаты (руб)	Чистый доход (руб)	Рентабельность, %
Каскад 166 АСВ						
1	Контроль	3597	28776	23850	4926	20,7
2	Междурядная обработка	7791	62328	25852	36476	141,1
3	Аденго до всходов	9845	78760	33157	45603	137,5
4	Аденго по всходам	10375	83000	33269	49731	149,5
5	МайсТер Пауэр	10474	83792	34183	49609	145,1
6	Титус Плюс	8022	64176	31850	32326	101,5
7	Люмакс	9072	72576	34148	38428	112,5
8	Элюмис	9260	74080	33378	40702	121,9
П 7709						
1	Контроль	3350	26800	34450	-7650	-
2	Междурядная обработка	7707	61656	36652	25004	68,2
3	Аденго до всходов	9744	77952	42776	35176	82,2
4	Аденго по всходам	9388	75104	42475	32629	76,8
5	МайсТер Пауэр	9555	76440	43781	32659	74,6
6	Титус Плюс	7434	59472	41148	18324	44,5
7	Люмакс	7990	63920	44446	19474	43,8
8	Элюмис	9177	73416	43776	29640	67,7

Гибрид П7709 наивысший сбор корма давал в варианте Аденго до всходов. Затем следовали варианты МайсТер Пауэр, Аденго по всходам и Элюмис. Гербицид Люмакс превосходил Титус Плюс и междурядную обработку.

По величине чистого дохода выделялись два варианта: Аденго по всходам и МайсТер Пауэр у гибрида Каскад 166 АСВ – 49,73 и 49,61 тыс. руб. Гибрид П7709 заметно уступал из-за высокой стоимости посевного материала.

По рентабельности выделялись варианты с использованием Аденго по всходам и МайсТер Пауэр у гибрида Каскад 166 АСВ – 149,5% и 145,1%; а у гибрида П 7709 варианты с использованием Аденго до и после всходов – 82,2% и 76,8% соответственно.

Следовательно, на основании результатов экономической оценки для слабокультуренных почв Смоленской области следует рекомендовать отечественный гибрид Каскад 166 АСВ с применением гербицидов Аденго и МайсТер Пауэр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты работы

1. При выращивании кукурузы на силос по зерновой технологии в условиях Смоленской области нельзя обойтись без применения гербицидов. Степень засоренности дерново-подзолистых почв очень высока, поэтому применение современных гербицидов с антидотом типа Аденго или МайсТер

Пауэр оправдано. Эти гербициды уничтожают большую часть многолетних и однолетних однодольных и двудольных сорняков на 95-100%.

2. При трёхлетнем применении гербицидов были почти полностью уничтожены трудно искоренимые сорняки, такие как полынь горькая и обыкновенная и дымянка лекарственная.

3. Вынос питательных веществ сорняками в вариантах без обработки достигал: N – 98 кг/га, P – 20,5 кг/га, K – 78 кг/га. При таком развитии сорняков не обеспечивалось эффективное выращивание культуры.

4. Применение селективных гербицидов на кукурузе обеспечивало быстрое подавление сорняков и формирование требуемой площади листьев (более 4 м²/м²) и гарантировало фотосинтетический потенциал величиной более 2100.

5. Наиболее эффективными гербицидами для борьбы с сорняками в условиях Смоленской области являются гербициды Аденго при обработке до и после появления всходов и МайсТер Пауэр.

6. Гербицид Элюмис незначительно уступал по величине урожайности гербицидам Аденго и МайсТер Пауэр, но превосходил Люмакс и Титус Плюс.

7. Гербицид Титус Плюс уступал изучаемым гербицидам по урожайности кукурузы за счёт подавления растений кукурузы, наблюдавшимся после внесения.

8. Междурядные обработки по эффективности уступали всем изучаемым гербицидам вследствие повторного отрастания сорняков после междурядных обработок.

9. Самый высокий чистый доход обеспечивало применение гербицидов Аденго до всходов и МайсТер Пауэр. Он составлял более 49 тысяч рублей с гектара.

10. Отечественный гибрид Каскад 166 АСВ превосходил импортный гибрид П7709 по величине чистого дохода и рентабельности.

11. По величине рентабельности наилучший результат получен при использовании гербицида Аденго по всходам.

Предложения производству

1. При возделывании кукурузы по зерновой технологии целесообразно использовать раннеспелый гибрид Каскад 166 АСВ.

2. Применение селективных гербицидов Аденго и МайсТер Пауэр оправдано при выращивании кукурузы.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В дальнейшем планируется продолжение изучения данной темы: изучить эффективность уничтожения сорняков в посевах кукурузы вновь появляющимися на рынке гербицидами и уметь корректировать дозу препаратов в зависимости от погодных условий, видов сорняков и степени засоренности посевов.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

В изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Прудников, А.Д. Действие гербицидов на химический состав корма из кукурузы / А.Д. Прудников, **О.И. Солнцева** // Агрехимический вестник. – 2019. - №2. – С. 65-67.
2. Прудников, А.Д. Воздействие гербицидов на сорный компонент при возделывании раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Смоленской области / А.Д. Прудников, **О.И. Солнцева** // Вестник РГАУ. – 2019. - №2 (42). С. 145-150.
3. Прудников, А.Д. Применение гербицидов при возделывании раннеспелых гибридов кукурузы / А.Д. Прудников, **О.И. Солнцева** // Защита и карантин растений. – 2019. - №8. С. 46-48.

В других изданиях:

4. Прудников, А.Д. Оценка современных гербицидов при выращивании кукурузы на силос по зерновой технологии / А.Д. Прудников, **О.И. Солнцева**, М.В. Петрова // Актуальные проблемы АПК: взгляд молодых исследователей: материалы международной научно-практической конференции. – Смоленск, 2017. – С. 441-445.
5. Прудников, А.Д. Эффективность гербицидов при возделывании кукурузы в Смоленской области / А.Д. Прудников, **О.И. Солнцева** // Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности: материалы международной научно-практической конференции. – Смоленск, 2017. – С. 177-181.
6. Прудников, А.Д. Влияние гербицидов на засоренность скороспелых гибридов кукурузы / А.Д. Прудников, **О.И. Солнцева** // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV международной научной конференции. – Брянск, 2018. – С. 649-654.
7. Прудников, А.Д. Эффективные гербициды для раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Смоленской области / А.Д. Прудников, **О.И. Солнцева** // Управление устойчивым развитием сельских территорий региона: материалы международной научно-практической конференции. – Смоленск, 2018. – С. 85-88.
8. Прудников, А.Д. Эффективность использования гербицидов для раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Смоленской области / А.Д. Прудников, **О.И. Солнцева** // Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции. – Смоленск, 2018. – С. 182-187.