

На правах рукописи



Тюрин Андрей Викторович

**ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В
УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ульяновск – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Тойгильдин Александр Леонидович

Официальные оппоненты: **Семина Светлана Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции»

Нафиков Макарим Махасимович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, федеральный государственный автономный образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», профессор кафедры биомедицинской инженерии и управления инновациями

Ведущая организация: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва

Защита диссертации состоится «22» декабря 2021 года в 10.00 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 «Самарский государственный аграрный университет» и на сайте www.ssaa.ru

Адрес: 446442, Самарская область, г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ФГОУ ВО Самарский ГАУ, ул. Учебная, 1, диссертационный совет

Автореферат разослан « » 2021 г.

**Ученый секретарь
диссертационного совета**

Троц Наталья Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Кукуруза как важная зерновая и фуражная культура занимает особое место в народном хозяйстве Российской Федерации. Повышения зерновой продуктивности пашни, производства ценных и дешевых кормов для развития отрасли животноводства можно достичь с расширением посевов кукурузы, которая отличается высокой продуктивностью, а зерно - универсальностью использования. (Лебедев В.Б., 2005; Васин, В.Г., 2009; Мелихов, В.В. 2011; Усанова, З.И., 2018). Однако кукуруза на зерно в условиях Среднего Поволжья возделывается на незначительной площади, прежде всего, из-за отсутствия холодостойких гибридов и современных адаптивных технологий ее возделывания.

Согласно данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ульяновской области площадь посевов кукурузы на зерно составила 6687 га с урожайностью 2,72-4,07 т/га (<https://uln.gks.ru/folder/40369>).

Основными производителями зерна кукурузы являются Краснодарский край, Воронежская, Белгородская, Курская и Ростовская области, Северокавказские республики и Ставропольский край, однако в целом по стране валовые сборы зерна кукурузы не обеспечивают его потребность в полном объеме, поэтому разработка и обоснование эффективных приемов возделывания кукурузы на зерно, позволяющие повысить продуктивность пашни в условиях Среднего Поволжья является своевременными и актуальными.

Степень разработки темы. Изучением совершенствования приемов технологии возделывания кукурузы занимались многие (Циков В.С., 1989; Ильин В.С., 1995; Албегов Р.Б., 1998; Панфилов А.Э., 2001, 2012; Кошеляев В.В., 2003; Беляева А.А., 2003; Сотченко В.С., 2012; Шпаар Д., 2009; Толорая Т.Р., 2012; Абсалямов Ф.М., 2017; Прохорова Л.Н., 2018; Васин В.Г., Кошелева И.К., 2018 др.). Исследования были проведены в разных почвенно-климатических условиях Российской Федерации, которые носят разноречивый характер. По-прежнему недостаточно данных по вопросам подбора гибридов, способам защиты растений от засоренности и эффективности листовых подкормок на основе азот- и цинксодержащих удобрений, в условиях изменившегося климата Среднего Поволжья

Цель исследований: разработать и обосновать приемы возделывания кукурузы на зерно для повышения ее кормовой продуктивности в условиях Среднего Поволжья.

Основные задачи исследований:

- дать оценку продуктивности гибридов кукурузы на зерно с различным периодом вегетации;
- выявить биологическую эффективность гербицида в защите растений от засоренности посевов кукурузы на зерно;
- изучить влияние листовых подкормок азот- и цинксодержащими

препаратами на урожайность и продуктивность гибридов кукурузы на зерно;

- провести оценку экономической и энергетической эффективности возделывания гибридов кукурузы на зерно при использовании различных приемов в условиях Среднего Поволжья.

Объект и предмет исследований. Объектом исследований являются гибриды кукурузы на зерно различной группы спелости. Предмет исследований – сравнение продуктивности гибридов кукурузы раннеспелой группы (ФАО до 200) и среднеранней группы спелости (ФАО более 200) при различных вариантах защиты растений от засоренности и применении листовых подкормок азот- и цинксодержащими препаратами.

Научная новизна. Автором установлено, что в условиях Среднего Поволжья более высокой урожайностью и кормовой продуктивностью отличаются гибриды кукурузы на зерно с ФАО 200-220. Применение гербицида Элюмис, МД в агротехнологии кукурузы обеспечивает снижение засоренности посевов кукурузы на 87 %, масса сорных растений снижается в 2,3 раза в сравнении с двукратной междурядной обработкой посевов. Листовые подкормки препаратами Изагри Азот 2 л/га в фазу 3-5 листьев и Изагри Цинк 1 л/га в фазу 6-8 листьев в среднем повышают урожайность зерна гибридов кукурузы на зерно на 7,2 %.

Теоретическая и практическая значимость заключается в обосновании приемов возделывания гибридов кукурузы на зерно с различным периодом вегетации. Выявлено, что наиболее продуктивными для изменяющихся климатических условий Среднего Поволжья являются гибриды с ФАО 200-220, гибриды с ФАО 180 и менее имеют меньшую продолжительность вегетации и относительно низкую продуктивность. При возделывании гибридов с ФАО 240 и более продуктивность может возрастать, однако зерно отличается повышенной влажностью, а в отдельные годы - не вызревает. При возделывании кукурузы на зерно наиболее эффективно применение гербицидов в сравнении с междурядной обработкой посевов и включение листовых подкормок азот- и цинксодержащих препаратов. Полученные результаты имеют важное практическое значение для хозяйств различных форм собственности.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на изучении научной литературы отечественных и зарубежных авторов. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методом статистического анализа; эмпирические – полевые опыты, графическое и табличное отображения полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- продолжительность межфазных периодов и длина вегетации различных гибридов кукурузы на зерно в условиях Среднего Поволжья;

- биологическая эффективность гербицида Элюмис, МД в защите растений кукурузы от засоренности;

- эффективность листовых подкормок препаратами Изагри Азот и Изагри

Цинк при возделывании кукурузы на зерно;

- показатели биохимического состава и кормовой продуктивности гибридов кукурузы на зерно.

Достоверность результатов исследований подтверждается современными методами проведения исследований в полевых опытах, необходимым количеством наблюдений и учетов, результатами статистической обработки экспериментальных данных, показателями корреляционной оценки.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на Международной научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития адаптивно-ландшафтного земледелия», посвященной 50-летию со дня основания ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (2020), XI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» (2021), на заседаниях кафедры земледелия, растениеводства и селекции Ульяновского ГАУ (2018-2021 гг.).

Результаты исследований прошли производственную проверку в ООО «Золотой теленок» Чердаклинского района Ульяновской области, что подтверждается актом внедрения.

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ, в том числе 3 публикации в реферируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

Объем и структура диссертации. Работа изложена на 170 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения и предложений производству, включает 20 таблиц, 6 рисунков, 33 приложения. Библиографический список включает 156 наименований, в том числе 32 зарубежных авторов.

Личный вклад автора. Автор самостоятельно проводил планирование теоретических и экспериментальных исследований, принимал непосредственно участие в закладке и проведении полевых опытов, выполнял учеты, наблюдения и анализы. Ежегодно представлял научные отчеты, на основании которых обобщил полученные результаты и сформировал заключение и предложения производству. Личный вклад автора оценивается в 80 %.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Научные основы и проблемы формирования урожая кукурузы на зерно в условиях Среднего Поволжья (современное состояние изученности вопроса)

Обзор литературы посвящен состоянию изученности вопросов о роли сортов и гибридов в получении урожая зерна кукурузы. Сортам (гибридам) кукурузы в формировании урожая зерна при ее возделывании принадлежит существенная роль. При научнообоснованном их подборе рост урожайности можно повысить в 3 и более раза. Автором также раскрыта проблема защиты

растений кукурузы от вредных организмов и делается вывод, что для более эффективной защиты кукурузы на зерно от засоренности, технология должна базироваться на системной основе с учетом конкретных региональных условий. Обзор литературы показал, что важным способом для повышения минерального питания являются листовые подкормки, своевременное использование которых позволяет снизить его дефицит и обеспечить условия для формирования урожая. Обзор литературы позволил выделить актуальные вопросы в агротехнологиях кукурузы на зерно для их оптимизации за счет проведения полевых опытов.

Глава 2. Почвенно-климатические условия и методика проведения исследований

В годы проведения опытов погодные условия были довольно контрастными: сильная засуха (2018 г.), переувлажненный год (2017 г.), близкий к среднемуголетним (2019 г.). Вегетационный период 2017 года характеризовался большим количеством осадков (за май-август выпало 324 мм при норме 215 мм) и пониженной температурой воздуха в мае-июле, посев кукурузы произвели 19 мая, при этом ГТК май-август составил 1,59 ед. В 2018 году посев произвели 10 мая, и за 2 декаду выпало 16 мм осадков при высокой температуре воздуха (на 3,0 °С выше нормы), что положительно сказалось на получении всходов кукурузы. Однако количество осадков за май-август составило всего 83 мм, а ГТК=0,37 ед., что характеризуется как сильная засуха, при этом засушливыми оказались летние месяцы, что отрицательно сказалось на формировании урожайности кукурузы. Весна 2019 года была ранней, отмечалось быстрое нарастание температуры воздуха, при этом май характеризовался высокой температурой - на 2,8 °С выше среднегоголетних значений, был засушливым (ГТК= 0,29 ед.). Во второй половине вегетации (август) выпало 114 мм осадков, что на 65 мм больше нормы и способствовало формированию выполненного початка кукурузы (ГТК за май-август составил 0,99 ед.).

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесиловый среднесуглинистый.

Для решения поставленных задач был проведен 3-х факторный полевой опыт на тему «Приемы возделывания кукурузы на зерно в условиях Среднего Поволжья»:

Фактор А – гибриды кукурузы.

A₁ – СИ Талисман – ФАО 180;

A₂ – НК Гитаго – ФАО 200;

A₃ – СИ Феномен – ФАО 220;

A₄ – СИ Новатоп – ФАО 240.

Фактор В – способ защиты растений от засоренности.

V₁ – 2-х кратная междурядная обработка почвы;

V₂ – внесение гербицида Элюмис, МД 1,75 л/га (75 г/л мезотрион + 30 г/л никосульфурон) в фазу 3-6 листьев.

Фактор С – листовые подкормки.

С₁ – контроль (без листовых подкормок);

С₂ – в фазу 3-5 листьев Изагри Азот 2 л/га;

С₃ – в фазу 3-5 листьев Изагри Азот 2 л/га + в фазу 6-8 листьев Изагри

Цинк 1 л/га.

Кукуруза на зерно размещалась в севообороте: чистый пар – озимая пшеница – кукуруза на зерно - соя. Норма высева - 75 тыс. семян на 1 га, посев производили сеялкой ТСМ – 4150. Даты сева в 2017 году - 19 мая, в 2018 году – 10 мая и 2019 году – 10 мая. Обработка почвы проводилась по следующей технологии: зяблевая вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 25-27 см, ранневесеннее боронование, предпосевная культивация и посев.

Повторность опыта – 3-х кратная, расположение делянок – систематическое, посевная площадь делянки соответственно 672 (11,2 x 60), 336 (11,2 x 30) и 112 (11,2 x 10) м².

Производственные испытания заключались в оценке сравнительной урожайности и уборочной влажности зерна гибридов кукурузы на зерно различных групп спелости и проводились в 2016, 2018 и 2019 гг. в сельскохозяйственных предприятиях Ульяновской и Пензенской областей. Объекты исследований - гибриды кукурузы на зерно разных групп спелости: 1) Раннеспелые гибриды - ФАО до 200; 2) Среднеранние гибриды - ФАО 200-220; 3) Среднеранние гибриды - ФАО 230 и более.

В опытах изучались гибриды кукурузы отечественной селекции (Золотой початок, АХ Кубань, ВНИИ Кукурузы, Кубанский НИИСХ) и зарубежных компаний (Syngenta, Monsanto, LG, Euralis, Saatbau, Corteva, KWS, Mas Seeds).

Исследования выполнялись посредством постановки и проведения полевых опытов. Учеты и наблюдения проводились по общепринятым методикам:

1. Фенологические наблюдения осуществляли в соответствии с «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1975).

2. Густота стояния растений определялась согласно «Методика полевых опытов по изучению агротехнических приемов возделывания кукурузы» (1967).

3. Запасы продуктивной влаги в почве определялись термостатно-весовым методом. Содержание влаги вычисляли в процентах от массы абсолютно сухой почвы, запасы продуктивной влаги – в миллиметрах (ГОСТ 28168 – 89, 1989).

4. Засоренность определялась количественным методом в 10-кратной повторности способом связанных площадок. Подсчет сорняков проводился по видовому составу.

5. Биологическую эффективность гербицидов рассчитывали по модифицированной формуле Аббота:

$$C_{\text{испр}} = 100 - B_0 / A_0 * 100 * a_k / b_k,$$

где A_0 – количество или биомасса сорняков на 1 м² при определении исходной засоренности в опытном варианте;

B_0 – то же во втором и последующих учетах;

a_k – число или биомасса сорняков на 1 м² при определении исходной засоренности в контроле;

b_k – то же во втором и последующих учетах.

6. Структуру урожая определяли путем взвешивания початков с каждой учетной делянки. Данные урожая, приведенного к стандартной влажности, подвергались математической обработке методом дисперсного анализа.

7. Урожай зерна кукурузы в производственных опытах учитывался методом сплошной уборки прямым комбайнированием с учётной площади. Обмолоченное зерно с каждого варианта опыта взвешивалось отдельно. С учётом фактической влажности масса зерна пересчитывалась на базисные 14 %.

8. Селекционный индекс определяли по методике В.С. Сотченко (1992; 2017) как результат деления урожайности гибрида на уборочную влажность зерна.

9. Химический анализ зерна определялся в испытательной лаборатории ФГБУ «САС Ульяновская». Выход кормовых единиц и переваримого протеина - на основе коэффициентов переваримости (Методические указания..., 1997).

10. Экономическая оценка эффективности возделывания кукурузы на зерно проводилась по технологическим картам. Энергетическая оценка проведена в соответствии с методикой Г.И. Рабочева и др. (2005). Полученные экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного и корреляционного анализов по методике Б.А. Доспехова (1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3. Влияние приёмов возделывания на растения и условия формирования урожая кукурузы

Продолжительность межфазных периодов гибридов кукурузы

Продолжительность вегетации раннеспелого гибрида СИ Талисман ФАО 180 составила от 113 (засушливый 2018 год) до 130 суток (переувлажненный 2017 год), а у среднеранних гибридов НК Гитаго ФАО 200 соответственно от 115 до 131 суток, СИ Феномен ФАО 220 - от 115 до 134 и гибрида СИ Новатоп ФАО 240 – от 120 до 142 суток. При подборе гибридов кукурузы следует учитывать, что в годы с высокой влагообеспеченностью на фоне низкой температуры воздуха по отношению к среднегодовым значениям гибриды с ФАО 240 и более не формируют полноценного зерна (не достигает полной физиологической спелости). Продолжительность межфазных периодов и вегетации гибридов кукурузы на зерно имела прямую связь с суммой осадков и значением гидротермического коэффициента и обратную связь со среднесуточной температурой воздуха.

Густота стояния растений гибридов кукурузы и её сохранность

Полевая всхожесть в значительной степени определялась качеством подготовки почвы, погодными условиями в течение вегетации и существенно изменялась по годам исследований. На сохранность растений ключевое влияние оказывал способ защиты от засоренности, механическая междурядная обработка почвы в посевах снижала сохранность. Проведение листовых подкормок не оказывало существенного влияния на густоту стояния и сохранность растений кукурузы к уборке.

Флористический состав и динамика засоренности посевов кукурузы

Состав сорных растений в посевах кукурузы на зерно был представлен 15 видами с доминированием ярового позднего вида - проса куриного. Численность и масса сорных растений определялись, прежде всего, способом защиты растений от засоренности и существенно снижались при использовании гербицида в сравнении с 2-кратной механической междурядной обработкой почв. Биологическая эффективность гербицида Элюмис (1,75 л/га) в посевах кукурузы на зерно составила 87 %, тогда как при 2-х кратной междурядной обработке посевов количество сорняков снижалось на 66 % (таблица 1).

Таблица 1 - Динамика снижения засоренности посевов кукурузы при междурядной обработке почвы и внесении гербицида Элюмис, МД

№ п/п	Видовой состав	Междурядная обработка почвы			Внесение гербицида Элюмис		
		Перед приемом	На 40-й день	БЭ, %	Перед приемом	На 40-й день	БЭ, %
1	Вьюнок полевой	0,4	0,2	41	0,2	0,0	100
2	Осот полевой	0,5	0,2	52	0,3	0,0	100
3	Марь белая	2,1	0,3	85	1,4	0,1	91
4	Куриное просо	6,8	4,2	39	6,3	1,5	76
5	Просо сорное	4,2	0,7	82	4,2	0,4	90
6	Горец вьюнковый	1,0	0,3	74	1,1	0,0	98
7	Дескурация Софыи	0,8	0,5	33	1,1	0,2	85
8	Чистец однолетний	0,9	0,6	38	1,3	0,3	76
9	Щетинник сизый	1,9	0,4	76	1,8	0,2	87
10	Щирица запрокинутая	2,7	0,5	81	4,0	0,3	94
11	Ярутка полевая	1,5	0,2	88	0,9	0,1	89
12	Овсяг обыкновенный	1,2	0,3	74	1,7	0,0	100
13	Пикульник обыкновенный	1,2	0,3	77	0,9	0,3	70
14	Фиалка полевая	0,8	0,1	87	0,5	0,0	100
15	Паслен черный	0,3	0,1	63	0,7	0,0	96
16	Всего	26,1	8,9	66	26,3	3,4	87

Анализ полученных данных показал, что засоренность (y , шт./м²) имела обратную связь с густотой стояния растений кукурузы перед уборкой (x , тыс. шт./м²) и характеризовалась коэффициентом корреляции $r = 0,171$ и линейным уравнением регрессии: $y = -0,3432x + 62,555$.

Дисперсионный анализ данных количественной засоренности посевов показал, что на 60 % количество сорняков определялось способом защиты растений, изучаемые гибриды и листовые подкормки были равноценными по влиянию на данный показатель. Аналогичные закономерности отмечены и при оценке воздушно-сухой массы сорных растений.

Динамика продуктивной влаги в почве и водопотребление посевов

Коэффициент водопотребления кукурузы на зерно изменялся в определенных пределах, и наименьшие значения были получены на гибридах СИ Феномен – 324-403 и НК Гитаго – 345-402 м³/т зерна с более экономным расходом на вариантах с гербицидной защитой растений от засоренности и листовых подкормок. В засушливых условиях (2018 год) доля почвенной влаги и осадков в формировании урожая равноценно, а в годы с избыточной влагообеспеченностью (2017 год) основным источником воды выступают осадки – до 78,5-79,5 %. На формирование урожая более эффективно используется влага гибридами СИ Феномен и НК Гитаго, особенно по технологии защиты посевов от сорняков за счет внесения гербицида с применением листовых подкормок азот- и цинксодержащими препаратами.

Глава 4. Формирование урожайности и продуктивность гибридов кукурузы на зерно

Структура урожая кукурузы на зерно

Структура урожая кукурузы на зерно определялась генетическими особенностями гибридов. Початки гибрида НК Гитаго отличаются большей длиной, но меньшим количеством рядов, тогда как початки гибрида СИ Феномен имели наименьшую длину и наибольшее количество рядов в початке. Наиболее стабильным показателем структуры урожая является количество рядов зерен в 1 початке - у НК Гитаго –14 шт., СИ Новотоп - 14 шт., СИ Талисман - 16 и СИ Феномен - 16 шт. Изучаемые гибриды отличались высоким процентом выхода зерна с 1 початка, который в среднем составил от 77,8-79,6 % (НК Гитаго) до 79,2 – 80,4 % (СИ Феномен). Оценка влияния изучаемых факторов на структуру урожая кукурузы показала, что более эффективная защита растений от засоренности – внесение гербицида и листовые подкормки способствовали повышению массы зерна с 1 початка и массы 1000 зерен.

Урожайность гибридов кукурузы на зерно

Урожайность зерна кукурузы существенно изменялась по гибридам, способам защиты растений от засоренности и применению листовых подкормок (таблица 2). По уровню урожайности зерна изучаемые гибриды кукурузы можно расположить в следующий ряд: Новотоп 7,77 т/га > Талисман 7,81 > Гитаго 8,27 > Феномен 8,49 т/га, с уборочной влажностью зерна у

гибрида СИ Талисман – 27,3 % НК Гитаго – 27,8 %, СИ Феномен – 29,6 %, тогда как у гибрида СИ Новатоп – 32,0 %.

Внесение гербицида Элюмис, МД более эффективно в защите растений от засоренности посевов, чем междурядная обработка почвы, что положительно сказалось на урожайности. Листовая подкормка препаратом Изагри Азот 2 л/га в фазу 3-5 листьев в среднем по гибридам обеспечила прибавку урожая от 0,14 до 0,23 т/га или на 1,7-2,8 %; обработка посевов по схеме Изагри Азот 2 л/га в фазу 3-5 листьев + Изагри Цинк 1 л/га в фазу 6-8 листьев на 0,43-0,81 т/га или на 5,8-9,9 % в сравнении с вариантом без подкормок.

Проведенные корреляционный и регрессионный анализы позволили выявить зависимости между урожайностью зерна кукурузы с условиями ее формирования. Анализ данных показал, что имеется прямая сильная связь между урожайностью зерна кукурузы и продолжительностью межфазного периода «цветение – созревание» ($r=0,817$) и «посев – созревание» ($r = 0,730$) и длины вегетации ($r=0,43$).

Величина урожая зерна кукурузы имела обратную сильную связь со среднесуточной температурой воздуха в период «цветение-полная спелость» ($r = - 0,865$) и в течение всей вегетации ($r = - 0,934$).

Влияние суммы осадков и ГТК на урожайность кукурузы на зерно было положительным, а связи в период «цветение - полная спелость» характеризовались как прямые слабые, а в период вегетации – прямые сильные.

Установлены прямые связи урожайности с густотой стояния растений перед уборкой ($r = 0,776$), слабая прямая с запасами продуктивной влаги перед посевом в метровом слое почвы ($r = 0,056$) и обратная слабая связь – с численностью сорных растений перед уборкой ($r = - 0,48$) и обратная средняя, с воздушно-сухой массой сорных растений ($r = - 0,346$).

Кормовая продуктивность гибридов кукурузы

Содержание протеина в зерне кукурузы изменялось по годам исследований и изучаемым вариантам опыта. В условиях избыточной влагообеспеченности концентрация протеина в зерне кукурузы была наименьшей и в среднем изменялась от 8,85 % (СИ Талисман) до 10,01 % (СИ Феномен). Наибольшая концентрация протеина была выявлена в засушливом 2018 году – от 9,80 % (НК Гитаго) до 10,65 % (СИ Новатоп). Нами выявлена тенденция повышения содержания протеина с увеличением продолжительности вегетации гибридов. Так, в зерне гибрида СИ Талисман (ФАО 180) в среднем за годы исследований и вариантам опыта содержалось 9,43 % белка на сухое вещество, в зерне гибрида НК Гитаго – 9,86 %, СИ Феномен - 10,01 %, и наибольшим содержанием отличался гибрид СИ Новатоп (ФАО 240) – 10,34 %. По содержанию клетчатки выявлена обратная закономерность.

Более высоким сбором переваримого протеина, обменной энергии и кормовых единиц отличались гибриды НК Гитаго и СИ Феномен. Технология защиты растений от засоренности за счет гербицида и листовых подкормок

(Изагри Азот + Изагри Цинк) обеспечила повышение урожайности и качества получаемой продукции, что положительно сказалось на продуктивности посевов по отмеченным показателям.

Таблица 2 – Урожайность зерна гибридов кукурузы при влажности 14 %, т/га (2017-2019 годы)

Гибрид (Фактор А)	Защита растений (фактор В)	Листо вые подко рмки (факто р С)	2017	2018	2019	В среднем за годы исследований			
						В сред нем	по факт ору А	по факт ору В	по факт ору С
СИ Талисман	В ₁	С ₁	9,65	4,86	6,47	6,99	7,81	7,27	7,83
		С ₂	9,81	4,94	6,84	7,20			
		С ₃	10,20	5,18	7,48	7,62			
	В ₂	С ₁	11,07	5,45	7,91	8,14		8,34	
		С ₂	11,14	5,54	8,04	8,24			
		С ₃	11,69	5,75	8,50	8,65			
НК Гитаго	В ₁	С ₁	10,01	4,65	7,93	7,53	8,27	7,82	8,01
		С ₂	10,20	4,74	8,24	7,73			
		С ₃	10,52	5,11	9,02	8,22			
	В ₂	С ₁	11,37	5,05	9,37	8,60		8,72	
		С ₂	11,37	5,24	9,40	8,67			
		С ₃	11,40	5,83	9,45	8,89			
СИ Феномен	В ₁	С ₁	10,32	5,27	7,09	7,56	8,49	7,94	8,41
		С ₂	10,60	5,64	7,22	7,82			
		С ₃	11,02	6,40	7,86	8,43			
	В ₂	С ₁	11,51	6,72	7,96	8,73		9,04	
		С ₂	11,76	6,81	8,20	8,92			
		С ₃	12,43	6,98	9,02	9,48			
СИ Новатоп	В ₁	С ₁	8,69	6,09	7,12	7,30	7,77	7,47	8,06
		С ₂	8,81	6,39	7,25	7,48			
		С ₃	9,53	5,87	7,51	7,64			
	В ₂	С ₁	9,55	6,68	7,24	7,82		8,00	
		С ₂	9,76	6,70	7,54	8,00			
		С ₃	10,12	6,76	8,16	8,35			
НСП ₀₅			1,99	1,18	1,22	-	-	-	
НСП ₀₅ А			1,00	0,59	0,61	-	-	-	
НСП ₀₅ В			0,71	0,42	0,43	-	-	-	
НСП ₀₅ С			0,71	0,42	0,43	-	-	-	

Производственная проверка полученных результатов

Производственные испытания гибридов кукурузы на зерно в условиях Ульяновской и Пензенской областей на черноземе выщелоченном показали, что наиболее урожайными являются гибриды среднеранней группы спелости с ФАО 200-220. Наименьшей уборочной влажностью зерна отличались

раннеспелые и среднеранние гибриды с ФАО 200-220, гибриды с ФАО 230 и более, несмотря на высокую урожайность, отличались высокой влажностью зерна. По величине селекционного индекса группы гибридов кукурузы расположились в следующий ряд: среднеранние ФАО 200-220 > среднеранние с ФАО более 230 > раннеспелые с ФАО до 200.

Глава 5. Оценка экономической и энергетической эффективности возделывания кукурузы на зерно

Оценка экономической эффективности показала, что возделывание кукурузы на зерно в условиях Среднего Поволжья экономически эффективно. Более высоким условно чистым доходом отличались гибриды НК Гитаго и СИ Феномен при использовании гербицида для защиты растений от засоренности и включении листовых подкормок азот- и цинксодержащих препаратов.

Энергетическая оценка агротехнологий позволяет констатировать высокую энергоотдачу кукурузы на зерно в агроклиматических условиях Среднего Поволжья, причем продуктивность гибридов и энергетическая эффективность возрастает при защите растений от засоренности на основе внесения гербицида и применения листовых подкормок по схеме: Изagri Азот 2 л/га в фазу 3-5 листьев + Изagri Цинк 1 л/га в фазу 6-8 листьев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследования, проведенные в условиях Среднего Поволжья, показали, что продолжительность вегетации гибридов кукурузы определялась температурным режимом и влагообеспеченностью посевов в течение роста растений и отличалась по годам исследований. Полной спелости зерна достигали гибриды СИ Талисман (ФАО 180) за 113-130 суток, НК Гитаго (ФАО 200) за 115-131 сутки, СИ Феномен (ФАО 220) за 115-134 суток. Гибрид СИ Феномен (ФАО 240) в условиях переизбытка влаги и низкого температурного режима не достигал полной спелости.

2. Полевая всхожесть семян кукурузы в значительной степени определялась погодными условиями: высокая температура воздуха в период «посев-всходы» снижала полноту всходов семян кукурузы, более высокая влажность посевного слоя почвы повышала всхожесть семян (на 1 % содержания влаги всхожесть повышается на 3,46 %). Защита растений от засоренности за счет внесения гербицида исключает механическое повреждение растений и повышает сохранность растений к уборке.

3. Видовой состав сорняков в посевах кукурузы на зерно был представлен 15 видами малолетних однодольных, двудольных и многолетних растений (осот полевой, вьюнок полевой). Доминирующим видом являлся яровой поздний сорняк - просо куриное (*Echinochloa crus-galli L.*). Биологическая эффективность гербицида Элюмис (1,75 л/га) в посевах кукурузы на зерно составила 87 %, тогда как при 2-х кратной междурядной обработке посевов количество сорняков снижалось на 66 % к первоначальной засоренности.

Применение гербицида снижало массу сорных растений в 2,3 раза в сравнении с 2-кратной механической обработкой почвы.

4. На формирование урожая более эффективно использовалась влага гибридами СИ Феномен и НК Гитаго, особенно по технологии защиты посевов от сорняков за счет внесения гербицида с применением листовых подкормок азот- и цинксодержащими препаратами. В засушливых условиях (2018 год) доля почвенной влаги и осадков в формировании урожая зерна кукурузы равноценно, а в годы с избыточной влагообеспеченностью (2017 год) основным источником воды выступают осадки – до 78,5-79,5 %.

5. Структура урожая кукурузы на зерно определялась генетическими особенностями гибридов. Початки гибрида НК Гитаго отличаются большей длиной, но меньшим количеством рядов, тогда как початки гибрида СИ Феномен имели меньшую длину и наибольшее количество рядов в початке.

6. Уровень урожайности зерна кукурузы существенно изменялся по гибридам, способам защиты растений от засоренности и применения листовых подкормок. По урожайности изучаемые гибриды можно расположить в следующий ряд: СИ Феномен ФАО 220 – 8,49 т/га > НК Гитаго ФАО 200 – 8,27 т/га > СИ Талисман ФАО 180 – 7,81 т/га > СИ Новатоп ФАО 240 – 7,77 т/га с уборочной влажностью зерна у гибрида СИ Талисман – 27,3 % НК Гитаго – 27,8 %, СИ Феномен – 29,6 %, тогда как у гибрида СИ Новатоп – 32,0 %.

7. Листовая подкормка препаратом Изагри Азот 2 л/га в фазу 3-5 листьев в среднем по гибридам обеспечила прибавку урожая от 0,14 до 0,23 т/га или на 1,7-2,8 %; обработка посевов по схеме - Изагри Азот 2 л/га в фазу 3-5 листьев + Изагри Цинк 1 л/га в фазу 6-8 листьев на 0,43-0,81 т/га или на 5,8-9,9 % в сравнении с вариантом без подкормок.

8. Оценка кормовой продуктивности посевов кукурузы на зерно показала, что гибриды можно расположить в следующий ряд: СИ Феномен – 10,68 < НК Гитаго – 10,60 < СИ Новатоп – 9,90 < СИ Талисман – 9,72 тыс. к.ед./га, аналогичная закономерность выявлена и по сбору переваримого протеина и выходу обменной энергии. Кормовая продуктивность кукурузы повышалась на вариантах с гербицидной защитой растений и применением листовых подкормок.

9. Производственные испытания показали, что наиболее адаптивными, как следствие, урожайными являются гибриды среднеранней группы спелости с ФАО 200-220. Зерно гибридов данной группы отличалось меньшей уборочной влажностью и более высоким расчетным селекционным индексом. Гибриды раннеспелой группы (ФАО до 200) формируют более низкую урожайность, а гибриды с ФАО 230 и более имеют повышенную влажность зерна при уборке, что увеличивает производственные затраты на его доработку и сушку.

10. Возделывание гибридов кукурузы на зерно при урожайности 6,99-9,48 т/га является экономически и энергетически эффективным. Более высокий условно чистый доход был получен при возделывании гибридов НК Гитаго и

СИ Феномен - от 57171 до 63295 руб. с 1 га, при себестоимости зерна от 2833 до 3323 руб. за 1 тонну. Экономическая и энергетическая эффективность возрастает при использовании защиты растений от засоренности за счет внесения гербицида Элюмис, МД в сравнении с междурядной обработкой посевов и применением листовых подкормок азот- и цинк содержащими препаратами.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В условиях Среднего Поволжья для получения 6,0-7,0 т/га зерна кукурузы стандартной влажности возделывать раннеспелые гибриды СИ Талисман с ФАО 180, среднеранние гибриды НК Гитаго с ФАО 200 и СИ Феномен с ФАО 220.

2. Для защиты растений кукурузы от засоренности рекомендуется использовать гербицид Элюмис, МД (1,75 л/га) в фазу 4-6 листьев культуры.

3. Для повышения урожайности и кормовой продуктивности кукурузы на зерно рекомендуется использовать листовые подкормки - в фазу 3-5 листьев Изагри Азот 2 л/га + в фазу 6-8 листьев Изагри Цинк 1 л/га.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Планируется продолжить изучение сравнительной продуктивности новых гибридов, биологической и экономической эффективности гербицидов с различными действующими веществами, минеральных удобрений и листовых подкормок при возделывании кукурузы на зерно в условиях Среднего Поволжья.

Список работ в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ

1. Тюрин, А.В. Продуктивность гибридов кукурузы на зерно в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов, Д.Э.Аюпов, А.В.Тюрин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (52). С. 56-64.

2. Тюрин, А.В. Сравнительная урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости на черноземах выщелоченных лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, А.В.Тюрин, И.А. Тойгильдина / Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (377). С. 35-38.

3. Тюрин, А.В. Эффективность приемов возделывания кукурузы на зерно в условиях Среднего Поволжья / А.В. Тюрин, А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3 (55). С. 56-62.

Публикации в других изданиях

4. Тюрин, А.В. Формирование урожая зерна гибридов кукурузы в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепной зоны Поволжья / А.В. Тюрин, Н.А. Богданов //Материалы конференции «Инновационно-

технологические основы развития адаптивно-ландшафтного земледелия», посвященной 50-летию со дня основания ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, 2020. 140-142 с.

5. Тюрин, А.В. Абиотические факторы и продолжительность вегетации гибридов кукурузы в условиях лесостепной зоны Поволжья /А.В. Тюрин, А.Л. Тойгильдин // Промышленность и сельское хозяйство. 2021. № 7 (36). С. 5-10.

6. Тюрин, А.В. Водопотребление и урожайность гибридов кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Поволжья /А.Л. Тойгильдин, А.В. Тюрин, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов // В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XI Международной научно-практической конференции. Ульяновск, 2021. С. 85-97.

Отпечатано в типографии
Ульяновского ГАУ им. П.А. Столыпина
Подписано в печать 21.10.2021 Формат 60x841/16
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл.печ.л. 1,0 Заказ 5. Тираж 100 экз.
432980, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1