

На правах рукописи

Букарев Василий Васильевич

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ
И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ
В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ**

06.01.01 – общее земледелие

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ставрополь – 2010

Работа выполнена в Государственном научном учреждении
«Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»
Российской академии сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук
Багринцева Валентина Николаевна

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Дорожко Георгий Романович

кандидат сельскохозяйственных наук
Нешин Иван Васильевич

Ведущая организация: Государственное научное учреждение
«Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
Россельхозакадемии

Защита состоится « ____ » _____ 2010 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.062.03 при ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, аудитория № 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», а с авторефератом – на официальном сайте: <http://www.stgau.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат сельскохозяйственных наук

А. П. Шутко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность научных исследований. Кукурузе как зерновой и фуражной культуре принадлежит важное место в народном хозяйстве Российской Федерации. Ставропольский край – один из ведущих регионов по выращиванию кукурузы на зерно, ежегодно ее возделывают на площади около 100 тыс. га.

Актуальным является получение высоких, стабильных по годам урожаев зерна этой культуры.

Урожайность кукурузы во многом зависит от сочетания водного и пищевого режимов почв. Регулирование их параметров определяется погодными и технологическими факторами. Для получения высоких урожаев зерна большое значение имеет создание наиболее оптимальных условий, при которых удовлетворяются потребности в питательных веществах и влаге. Это достигается подбором лучшего предшественника, внесением удобрений и посевом с оптимальной густотой стояния. Для зоны с неустойчивым увлажнением оптимизация водного режима за счет предшественника имеет особо актуальное значение. При недостатке влаги в почве наиболее четко проявляется зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от предшественника. Влияние такого предшественника, как яровой ячмень, в сравнении с озимой пшеницей на урожайность кукурузы в зоне неустойчивого увлажнения края не изучено. Тем не менее в сельхозпредприятиях нередко кукурузу на зерно размещают после ярового ячменя.

Органические и минеральные удобрения являются важным резервом повышения урожайности кукурузы. Эффективность удобрений на кукурузе и их окупаемость определяются влагообеспеченностью и отзывчивостью гибридов на улучшение минерального питания. Возможность повышения урожайности современных гибридов кукурузы за счет внесения навоза в сравнении с минеральными удобрениями в зоне недостаточного увлажнения не изучена.

Актуальны комплексные исследования по оптимизации предшественника и выбору гибрида, под который внесение органических и минеральных удобрений экономически наиболее выгодно.

Цель исследований. Изучить влияние на урожайность гибридов кукурузы разных групп спелости предшественников – озимая

пшеница и яровой ячмень, а также навоза и минерального удобрения, установить условия их высокой эффективности.

Задачи исследований:

1. Изучить степень засоренности кукурузы сорными растениями при выращивании после озимой пшеницы и ярового ячменя.
2. Выявить влияние предшественников и удобрений на развитие растений гибридов кукурузы, их рост, формирование листовой поверхности, накопление биомассы.
3. Установить влияние предшественников и удобрений на урожайность гибридов кукурузы.
4. Рассчитать экономическую и биоэнергетическую эффективность применения органических и минеральных удобрений под разные гибриды кукурузы.

Научная новизна. Впервые в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края изучена засоренность кукурузы после таких предшественников, как озимая пшеница и яровой ячмень, выявлено их влияние на развитие растений гибридов разных групп спелости и их урожайность. Установлено влияние подстилочного навоза и полного минерального удобрения на урожайность гибридов кукурузы разных групп спелости.

Практическая значимость. Результаты исследований позволяют рекомендовать производству лучший предшественник под кукурузу на зерно, а также дифференцированный подход к внесению навоза и минерального удобрения под наиболее отзывчивые гибриды.

Положения, выносимые на защиту:

1. Особенности развития, роста, формирования листовой поверхности, накопления сухого вещества у растений гибридов кукурузы разных групп спелости при возделывании по предшественникам озимая пшеница и яровой ячмень, применении навоза и минеральных удобрений.
2. Зависимость урожайности гибридов кукурузы от предшественников и удобрений.
3. Экономическая и биоэнергетическая эффективность применения под гибриды кукурузы разных групп спелости навоза (30 т/га) и минерального удобрения (N60P60K60).

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались ежегодно на заседаниях Ученого совета Всероссий-

ского НИИ кукурузы, районных и краевых агрономических семинарах, включены в рекомендации по возделыванию кукурузы на зерно.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 6 научных статей.

Объем и структура работы. Диссертация излагается на 130 страницах, состоит из введения, пяти глав, выводов и предложений производству, содержит 50 таблиц, 9 рисунков, 19 приложений. Библиографический список включает 188 источников, из них 8 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

На основе анализа научной литературы обобщено состояние изученности проблемы, которой посвящена диссертационная работа. Показаны биологические особенности кукурузы, требования к условиям внешней среды. Рассматривается место кукурузы в севообороте и влияние предшественников на урожайность. Обсуждаются вопросы потребности культуры в элементах питания и система удобрения.

2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научные исследования проводили в Ставропольском филиале Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы в 2002–2004 гг. Опытное поле филиала находится в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Почва – чернозем обыкновенный мицеллярно-карбонатный слабо гумусированный среднесуглинистый. По описанию И. В. Никопольской (1972), почва опытного поля имеет мощность гумусового горизонта 92–96 см. Содержание гумуса в слое 0–20 см составляет 3,5 %. От действия кислоты карбонаты вскипают с глубины 40 см. Гранулометрический состав почвы среднесуглинистый. Плотность почвы в слое 0–20 см равна 1,22 г/см³. Реакция почвенного раствора нейтральная. Сумма поглощенных оснований пахотного слоя равна 42,2 мг/экв на 100 г сухой почвы. Почва име-

ет валовое содержание азота 0,24 %, фосфора 0,1 % и калия 1,4 %, характеризуется низкой обеспеченностью подвижным фосфором.

В районе проведения опытов средняя многолетняя сумма осадков за май – сентябрь составляет 294,6 мм (Румянцев Г. И., 1972). Погодные условия в годы проведения исследований в целом были благоприятными для кукурузы.

В 2002 г. за май – сентябрь осадков выпало 346,8 мм, среднесуточная температура воздуха – 18,9 °С. Погодные условия в первой половине вегетации кукурузы были очень благоприятными. В июне (во время интенсивного роста кукурузы) выпало 117,2 мм осадков. На кукурузу отрицательно повлияла кратковременная засуха во второй половине июля во время цветения. За критический период развития кукурузы выпало 41,4 мм осадков, среднесуточная температура воздуха равна 23,8 °С. Недостаток осадков сочетался с высокой дневной температурой воздуха, негативно отразившейся на процессе опыления початков.

В 2003 г. за период май – сентябрь осадков выпало 172,6 мм, среднесуточная температура воздуха составила 19,0 °С. В мае – июне наблюдалось недостаточное количество осадков и повышенная температура воздуха. Но в июле во время цветения и опыления початков погодные условия были лучше, чем в 2002 г. В критический период развития кукурузы осадков выпало 71,5 мм при среднесуточной температуре воздуха 20,7 °С.

2004 г. был наиболее благоприятным для кукурузы. За период май – сентябрь осадков выпало 276,9 мм, среднесуточная температура воздуха была равна 18,3 °С. В течение всего периода вегетации кукурузы регулярно выпадали осадки, что обеспечивало растениям оптимальный водный режим. За критический период развития кукурузы осадков выпало 42,0 мм, среднесуточная температур воздуха была равна 21,0 °С.

Научные исследования проведены в трехфакторном полевом опыте. Изучали влияние на урожайность кукурузы следующих факторов:

Фактор А – предшественники: озимая пшеница; яровой ячмень.

Фактор В – удобрения: без удобрений; навоз (30 т/га); N60P60K60.

Фактор С – гибриды: среднеранний Корн 280 МВ; среднеспелый Валентин; среднепоздний Эрик.

Схема опыта состояла из 18 вариантов. Повторение вариантов в опыте четырехкратное. Опыт заложен методом расщепленных делянок. Площадь делянки под одним гибридом составляла 75,6 м² (4,2 м×18 м). Учетная площадь делянки была равна 25,2 м² (1,4 м×18 м).

После уборки предшественников проведено дисковое лушение. В октябре на одном из удобряемых фонов внесли навоз из расчета 30 т/га. В конце октября на всей площади, отведенной под опыт, провели отвальную вспашку, в ноябре выравнивающую культивацию. Весной в марте на другом удобряемом фоне внесли минеральное удобрение (нитроаммофоску) из расчета в действующем веществе N60P60K60.

Подстилочный полуперепревший навоз имел влажность 57 %, содержание общего азота 0,66 %, фосфора 0,44 %, калия 0,78 %.

В 2002 г. кукурузу сеяли 29 апреля, в 2003 г. – 14 мая, в 2004 г. – 7 мая. Посев проводили сеялкой СПЧ–6 с завышенной нормой высева. После появления всходов формировали оптимальную для каждого гибрида густоту стояния растений: Корн 280 МВ – 70, Валентин и Эрик 50 тыс/га.

Для защиты от сорных растений кукурузу в фазе 5 листьев обрабатывали гербицидом базис нормой 20 г/га.

Пробы почвы из слоя 0–20 см для анализа на содержание элементов питания отбирали в фазе 5 листьев у кукурузы. В образцах определяли нитратный азот по Грандваль – Ляжу, подвижный фосфор по Мачигину и обменный калий в углеаммонийной вытяжке (Аринушкина Е. В., 1961).

Влажность почвы на глубину до 100 см по слоям через 10 см определяли термо-весовым методом перед посевом кукурузы и в фазе полной спелости по предшественникам. На основании влажности почвы рассчитывали запасы продуктивной влаги в почве.

В течение вегетации кукурузы по Методике государственного сортоиспытания культур (1989), а также в соответствии с Методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой (1980) проводили фенологические наблюдения, учеты численности сорняков, замеры высоты растений, площади листовой поверхности, учет урожая зеленой массы, сухого вещества, урожая зерна, анализ структуры урожая.

Статистическая обработка результатов замеров и учетов осуществлялась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1979).

Экономическую эффективность возделывания кукурузы и экономическую окупаемость применения навоза и минерального удобрения рассчитывали по общепринятым методикам. Биоэнергетическую эффективность удобрений рассчитывали согласно рекомендациям, разработанным Ставропольской краевой станцией химизации (1988).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Предшественник как средообразующий фактор формирования урожая кукурузы

3.1.1. Содержание элементов питания в почве

В почве под кукурузой в фазе 5 листьев после озимой пшеницы содержалось больше нитратного азота, чем после ярового ячменя. В не удобренном варианте после озимой пшеницы азота было 19,3 мг/кг, после ярового ячменя – 15,3 мг/кг. На содержание подвижного фосфора и обменного калия предшествующие культуры не повлияли.

Навоз и минеральное удобрение повысили обеспеченность почвы элементами питания. В почве под кукурузой после озимой пшеницы в варианте без удобрений содержалось нитратного азота 19,3 мг/кг, с навозом – 24,4 мг/кг, с минеральным удобрением – 24,6 мг/кг, после ярового ячменя соответственно: 15,3; 22,7; 24,8 мг/кг. По изучаемым предшественникам содержание подвижного фосфора повысилось по озимой пшенице с 12,0 до 15,9 и 18,9 мг/кг, а по яровому ячменю с 12,3 до 15,7 и 18,5 мг/кг. Обменного калия в почве после озимой пшеницы без удобрений было 317, с применением навоза – 357, минерального удобрения – 367 мг/кг, после ярового ячменя соответственно 310, 360, 363 мг/кг.

3.1.2. Запасы продуктивной влаги в почве

В начале вегетации кукурузы наблюдались различия в запасах продуктивной влаги по предшественникам. Перед посевом кукурузы по озимой пшенице в метровом слое почвы в 2002 г. влаги содержалось 131,3 мм, в 2003 г. – 128,2 мм, в 2004 г. – 122,7 мм, в среднем – 127,4 мм. В почве после ярового ячменя запасы влаги были ниже, в 2002 г. на 19,1 мм (14,5 %), в 2003 г. – на 27,2 мм

(21,2 %), в 2004 – на 9,2 мм (7,5 %), в среднем – на 18,5 мм (14,5 %).

Суммарное водопотребление выше у кукурузы, возделываемой после озимой пшеницы. В среднем за 2002–2004 гг. суммарное водопотребление гибрида Валентин после пшеницы было равно 2436, после ячменя – 2188 м³/га, коэффициент водопотребления – соответственно 501 и 495 м³/т зерна.

3.1.3. Сорные растения в посеве кукурузы

Наблюдались различия в засоренности кукурузы в зависимости от предшественников. В фазе цветения кукурузы в посеве после озимой пшеницы на 1 м² в среднем за 2002–2004 гг. насчитывалось 13,9 сорных растений, после ярового ячменя – 19,3. В основном увеличивалась численность растений амброзии полыннолистной, в среднем с 6,7 до 11,3 шт/м². Масса сорных растений после озимой пшеницы была равна 0,376 кг/м², после ярового ячменя – 0,497 кг/м².

3.2. Влияние предшественников и удобрений на продуктивность гибридов кукурузы

3.2.1. Развитие растений кукурузы

На продолжительность периода от посева кукурузы до появления всходов влияли погодные условия и не влияли предшественники и удобрения.

Фаза развития у кукурузы 5-го листа во всех вариантах опыта наблюдалась одновременно по годам исследований – 4–10 июня.

Цветение гибридов кукурузы в 2002 г. отмечалось 9–16, в 2003 г. – 23–27, в 2004 г. – 24–30 июля. Влияние предшественников на продолжительность периода от всходов до цветения наблюдалось в 2002 г., после ярового ячменя цветение наступило на 3 дня позже, чем после озимой пшеницы. Действие навоза и минерального удобрения на наступление цветения кукурузы проявилось в 2004 г., цветение удобренной кукурузы наступило на 2 дня раньше.

Полная спелость зерна гибридов кукурузы наступала в 2002 г. 27 августа – 9 сентября, в 2003 г. – 11–15 сентября, в 2004 г. – 12–21 сентября. Влияние предшественников на созревание зерна наблюдалось в 2003 г., по яровому ячменю полная спелость зерна

наступала раньше на 2–4 дня. Под влиянием удобрений в 2004 г. вегетация гибридов кукурузы продлилась на 3–4 дня.

3.2.2. Рост растений кукурузы

Предшественники влияли на рост растений кукурузы и их высоту. У всех гибридов, выращиваемых после ярового ячменя, высота растений была меньше, чем после озимой пшеницы. Тенденция уменьшения высоты растений кукурузы при ее посеве после ярового ячменя наблюдалась во все годы исследований.

В среднем за 2002–2004 гг. высота растений в среднем по гибридам кукурузы при их размещении после озимой пшеницы была равна 1,95 м, после ярового ячменя – 1,81 м, т. е. меньше на 0,14 м (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние предшественников и удобрений на высоту растений кукурузы в фазе цветения (2002–2004 гг.), м

Удобрения (фактор В)	Гибрид (фактор С)	Предшественник (фактор А)		Среднее по факторам	
		пшеница	ячмень	В	С
Без удобрений	Корн 280 МВ	1,79	1,72	1,79	1,85
	Валентин	1,94	1,78		1,93
	Эрик	1,81	1,68		1,86
Навоз, 30 т/га	Корн 280 МВ	1,95	1,83	1,89	
	Валентин	2,05	1,82		
	Эрик	1,89	1,81		
N60P60K60	Корн 280 МВ	1,97	1,85	1,96	
	Валентин	2,07	1,91		
	Эрик	2,07	1,91		
Среднее по фактору А		1,95	1,81		
НСР ₀₅ по факторам		0,088		0,108	0,108

Внесение под кукурузу навоза обеспечило увеличение высоты растений, в 2002–2004 гг. в среднем по гибридам и двум предшественникам она увеличилась на 0,10 м. Наиболее значительные изменения высоты растений кукурузы вызывало внесение минерального удобрения. В 2002–2004 гг. в среднем по двум предше-

ственным и трем гибридам высота растений кукурузы от минерального удобрения увеличилась на 0,17 м.

Влияние предшественников и удобрений на высоту растений кукурузы было существенным.

3.2.3. Листовая поверхность растений кукурузы

На размеры листовой поверхности растений кукурузы влияли погодные условия, в основном количество осадков за период от всходов до цветения. В среднем по всем гибридам, предшественникам и вариантам удобрений в 2002 г. площадь листовой поверхности одного растения кукурузы в фазе цветения была равна 0,426 м², в 2003 г. – 0,277 м², в 2004 г. – 0,287 м².

Проявлялось влияние предшественников, при возделывании после ярового ячменя листовая поверхность одного растения кукурузы уменьшалась. В среднем за 2002–2004 гг. по озимой пшенице площадь листовой поверхности одного растения кукурузы в фазе цветения была равна 0,339 м², по яровому ячменю – 0,322 м² (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние предшественников и удобрений на площадь листовой поверхности одного растения кукурузы в фазе цветения (2002–2004 гг.), м²

Удобрения (фактор В)	Гибрид (фактор С)	Предшественник (фактор А)		Среднее по факторам	
		пшеница	ячмень	В	С
Без удобрений	Корн 280 МВ	0,289	0,269	0,302	0,293
	Валентин	0,304	0,296		0,338
	Эрик	0,333	0,322		0,360
Навоз, 30 т/га	Корн 280 МВ	0,310	0,285	0,334	
	Валентин	0,355	0,333		
	Эрик	0,368	0,350		
N60P60K60	Корн 280 МВ	0,310	0,292	0,355	
	Валентин	0,382	0,360		
	Эрик	0,400	0,386		
Среднее по фактору А		0,339	0,322		
НСР ₀₅ по факторам		0,019		0,023	0,023

На формирование площади листовой поверхности растений кукурузы положительно влияли навоз и минеральные удобрения, способствуя увеличению ее размеров. В среднем по всем гибридам и двум предшественникам без применения удобрений площадь листовой поверхности кукурузы была равна 0,302 м². При внесении навоза она увеличилась до 0,334 м² (на 10,6 %), а от минерального удобрения – до 0,355 м² (на 17,5 %). Прирост листовой поверхности от удобрений был существенным, так как увеличение, составившее соответственно 0,032 и 0,053 м², больше НСР.

Различия по площади листовой поверхности между вариантами с применением навоза и минерального удобрения незначительные.

Гибриды различались между собой по площади листовой поверхности. У гибрида Корн 280 МВ площадь листьев в среднем по всем вариантам опыта была равна 0,293 м², у гибрида Валентин – 0,338 м² (на 0,045 м² больше). Максимальной (0,360 м²) площадь листовой поверхности была у гибрида Эрик, на 0,067 м² больше, чем у гибрида Корн 280 МВ, и на 0,022 м² больше, чем у гибрида Валентин.

3.2.4. Накопление сухого вещества посевами

Предшественники оказывали существенное влияние на урожай зеленой массы кукурузы (табл. 3).

В среднем за 3 года по озимой пшенице урожайность зеленой массы кукурузы составила 36,2, по яровому ячменю 32,5 т/га (меньше на 3,7 т/га, или на 10,2 %).

Удобрения существенно повысили урожайность зеленой массы кукурузы, от навоза в среднем по всем гибридам и предшественникам урожайность повысилась с 31,4 до 34,7 т/га (на 3,3 т/га, или на 10,5 %), от минерального удобрения – до 37,0 т/га (на 5,6 т/га, или 17,8 %). Разница в урожае зеленой массы, полученной при внесении навоза и минерального удобрения, незначительная.

Между гибридами наблюдались различия по урожайности зеленой массы, максимальную урожайность зеленой массы обеспечил среднеранний гибрид Корн 280 МВ.

**Таблица 3 – Влияние предшественников
и удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы
в фазе молочно-восковой спелости зерна (2002–2004 гг.), т/га**

Удобрения (фактор В)	Гибрид (фактор С)	Предшественник (фактор А)		Среднее по факторам	
		пшеница	ячмень	В	С
Без удобрений	Корн 280 МВ	36,6	30,9	31,4	36,3
	Валентин	31,2	27,8		33,1
	Эрик	32,3	29,4		33,6
Навоз, 30 т/га	Корн 280 МВ	38,1	33,8	34,7	
	Валентин	35,5	32,4		
	Эрик	36,4	32,1		
N60P60K60	Корн 280 МВ	40,8	37,6	37,0	
	Валентин	37,7	34,1		
	Эрик	37,4	34,2		
Среднее по фактору А		36,2	32,5		
НСР ₀₅ по факторам		2,1		2,6	2,6

Сбор сухого вещества с 1 га посева кукурузы изменялся под влиянием предшественников и удобрений в соответствии с изменениями урожая зеленой массы. Тенденция к снижению сухого вещества при размещении кукурузы после ярового ячменя и к увеличению при применении удобрений наблюдалась во все годы исследований. В 2002–2004 гг. в среднем по гибридам и вариантам удобрений в фазе молочно-восковой спелости зерна урожай сухого вещества посева кукурузы после озимой пшеницы был равен 12,7 т/га. За счет худшего предшественника урожай сухого вещества снизился в среднем по всем гибридам и вариантам удобрений на 1,3 т/га (10,2 %).

Прибавка сухого вещества от навоза и минерального удобрения была существенной. За счет навоза сбор сухого вещества увеличился на 1,2 т/га (10,9 %), минерального удобрения – на 2,0 т/га (18,2 %). Разница по урожаю сухого вещества посевов кукурузы между вариантами с применением навоза в дозе 30 т/га и удобрением N60P60K60 является несущественной.

3.2.5. Формирование початков кукурузы

Количество початков на каждые 100 растений варьировало по годам в зависимости от водного и температурного режимов в критический период развития кукурузы. В 2002 г. в среднем по вариантам опыта на 100 растений сформировалось 78 озерненных, хозяйственно ценных початков, в 2003 г. – 94, в 2004 г. – 98 шт. Проявлялось влияние предшественников, по озимой пшенице в среднем за 2002–2004 гг. початков сформировалось 91, по яровому ячменю – 89 на 100 растений. В среднем по гибридам при их выращивании после озимой пшеницы без удобрений количество початков было равно 87 на 100 растений, от навоза оно увеличилось на 5 шт., от минерального удобрения – на 7 шт.

Предшественники влияли на число зерен в початках. В 2002–2004 гг. в среднем по всем гибридам и вариантам удобрений в початках кукурузы, выращиваемой после озимой пшеницы, зерен было 542, после ярового ячменя – 527 шт. При внесении удобрений в среднем по двум предшественникам от навоза число зерен увеличилось с 524 до 533, от минерального удобрения – до 546 шт.

В тесной взаимосвязи с числом зерен в початке находилась его масса (рис.).

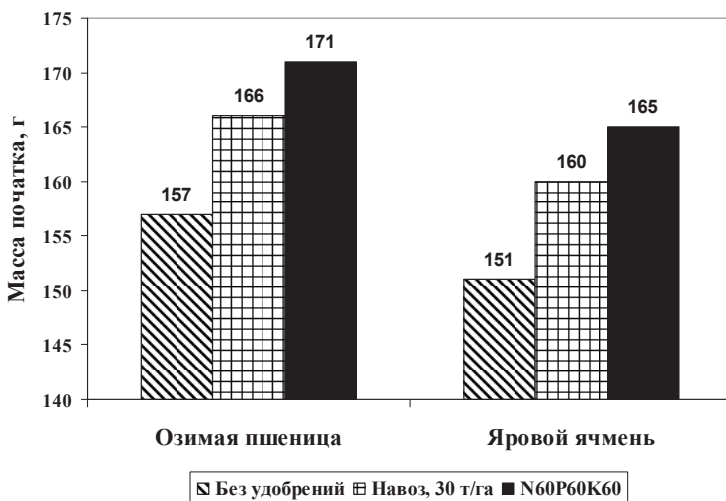


Рисунок – Влияние предшественников и удобрений на массу початка кукурузы в среднем по гибридам (2002–2004 гг.)

В среднем за 2000–2004 гг. по озимой пшенице масса початка кукурузы была равна 165 г, после ярового ячменя – 159 г. За счет удобрения навозом масса початка кукурузы в среднем по гибридам увеличилась с 154 до 163 г, при внесении удобрения N60P60K60 – до 168 г.

3.2.6. Урожайность зерна кукурузы

Урожай зерна гибридов кукурузы по годам и вариантам опыта очень сильно варьировал. На его величину влияли погодные условия во время вегетации (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние предшественников и удобрений на урожай зерна гибридов кукурузы, т/га

Предшественник (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Гибрид (фактор С)	Год		
			2002	2003	2004
Озимая пшеница	Без удобрений	Корн 280 МВ	4,94	5,61	5,70
		Валентин	4,69	4,93	5,02
		Эрик	5,16	5,40	5,54
	Навоз, 30 т/га	Корн 280 МВ	4,94	6,08	6,16
		Валентин	4,77	5,79	5,89
		Эрик	5,5	6,78	6,89
	N60P60K60	Корн 280 МВ	4,99	6,53	6,64
		Валентин	4,87	6,66	6,75
		Эрик	5,52	6,92	7,02
Яровой ячмень	Без удобрений	Корн 280 МВ	3,78	5,29	5,41
		Валентин	3,73	4,95	5,08
		Эрик	4,12	5,32	5,46
	Навоз, 30 т/га	Корн 280 МВ	3,98	5,62	5,71
		Валентин	4,12	5,46	5,57
		Эрик	4,39	5,62	5,71
	N60P60K60	Корн 280 МВ	4,38	5,31	5,42
		Валентин	4,30	5,78	5,87
		Эрик	4,60	6,36	6,45
НСР ₀₅			0,15	0,21	0,25

В среднем по всем гибридам в 2002 г. получено зерна 4,59 т/га, самый низкий урожай за три года. В 2003 г. он был выше на 1,21 т/га (26,4 %), в 2004 г. – на 1,32 т/га (28,8 %).

На урожайность кукурузы повлияли предшественники. В среднем за 3 года по изучаемым гибридам после озимой пшеницы получен урожай зерна 5,77 т/га, а после ярового ячменя меньше на 0,67 т/га (11,6 %). Снижение урожайности было существенным.

Удобрения оказывали положительное влияние, при внесении навоза урожайность повысилась с 5,01 до 5,50 т/га (на 0,49 т/га, или 9,8 %). Минеральное удобрение дало прибавку урожая 0,79 т/га (15,8 %). При использовании минерального удобрения урожай был выше, но разница с урожаем, полученным от навоза, была незначительной (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние предшественников и удобрений на урожай зерна гибридов кукурузы (2002–2004 гг.), т/га

Удобрения (фактор В)	Гибрид (фактор С)	Предшественник (фактор А)		Среднее по факторам	
		пшеница	ячмень	В	С
Без удобрений	Корн 280 МВ	5,42	4,83	5,01	5,36
	Валентин	4,88	4,59		
	Эрик	5,37	4,97		
Навоз, 30 т/га	Корн 280 МВ	5,73	5,10	5,50	
	Валентин	5,48	5,05		
	Эрик	6,39	5,24		
N60P60K60	Корн 280 МВ	6,05	5,04	5,80	
	Валентин	6,09	5,32		
	Эрик	6,49	5,80		
Среднее по фактору А		5,77	5,10		
НСР ₀₅ по факторам		0,36		0,45	0,45

Урожайность у гибридов Корн 280 МВ, Валентин и Эрик была различной, при этом существенными различия по урожаю были у гибридов Валентин и Эрик.

Реакция гибридов разных групп спелости на предшественники одинаковая, снижение урожая зерна при посеве после ярового яч-

меня наблюдается у всех изучаемых гибридов. Однако наиболее резко снижается урожайность среднепозднего гибрида Эрик.

Отзывчивость гибридов на удобрения различная. Одни и те же дозы удобрений на разных гибридах дали разные прибавки урожая (табл. 6).

Таблица 6 – Прибавки урожая зерна гибридов кукурузы в зависимости от предшественников и удобрений (2002–2004 гг.)

Удобрения	Прибавки абсолютные, т/га			Прибавки относительные, %		
	1	2	3	1	2	3
Озимая пшеница						
Навоз, 30 т/га	0,31	0,60	1,02	5,7	12,3	19,0
N60P60K60	0,63	1,21	1,12	11,6	24,8	20,9
Яровой ячмень						
Навоз, 30 т/га	0,27	0,46	0,27	5,6	10,0	5,4
N60P60K60	0,21	0,73	0,83	4,3	15,9	16,7

Примечание: в графе 1 – гибрид Корн 280 МВ, 2 – Валентин, 3 – Эрик.

Абсолютные и относительные прибавки урожая зерна кукурузы выше при использовании навоза и минерального удобрения после озимой пшеницы. На навоз более отзывчив гибрид Эрик, на минеральное удобрение – гибриды Валентин и Эрик.

3.3. Экономическая и биоэнергетическая эффективность применения удобрений под кукурузу

Для оценки окупаемости на кукурузе произведен расчет количества зерна, полученного на 1 тонну навоза и 1 кг действующего вещества минерального удобрения. Окупаемость навоза и минерального удобрения была выше при их внесении под кукурузу после озимой пшеницы, на каждую тонну получено 10,3 кг зерна гибрида Корн 280 МВ, 20,0 кг зерна гибрида Валентин, 34,0 кг зерна гибрида Эрик. После ярового ячменя зерна по гибридам получено соответственно 9,0; 15,3; 9,0 кг. 1 кг д. в. НРК при внесении под кукурузу после озимой пшеницы дал 3,5 кг зерна гибрида Корн 280 МВ, 6,7 кг

гибрида Валентин, 6,2 кг гибрида Эрик, после ярового ячменя соответственно 1,2; 4,1; 4,6 кг. С точки зрения повышения окупаемости органического и минерального удобрений зерном целесообразнее размещение кукурузы после озимой пшеницы. Окупаемость органического и минерального удобрений зерном выше, если они в изучаемых дозах вносятся под гибриды Валентин и Эрик.

Условный чистый доход от возделывания кукурузы по озимой пшенице без удобрений был максимальным при использовании гибрида Корн 280 МВ, с удобрениями – гибрида Эрик. Без применения удобрений условный чистый доход от выращивания гибрида Корн 280 МВ был равен 14,51, гибрида Валентин – 12,71, Эрик – 14,43 тыс. руб/га. При выращивании гибрида Корн 280 МВ с применением навоза условный чистый доход равен 13,72, гибрида Валентин – 12,98, гибрида Эрик – 16,03 тыс. руб/га, с применением минерального удобрения – соответственно 13,80; 13,94; 15,21 тыс. руб/га.

Окупаемость затрат на удобрения определяли по лучшему предшественнику озимая пшеница (табл. 7).

Таблица 7 – Окупаемость затрат на применение удобрений (2002–2004 гг.)

Удобрения	Прибавка, т/га	Стоимость прибавки, руб/га	Затраты, руб/га	Дополнит. доход, руб/га	Окупаемость затрат, руб/руб.
Гибрид Корн 280 МВ					
Навоз, 30 т/га N60P60K60	0,31	1085	1430	-345	–
	0,63	2205	2229	-24	–
Гибрид Валентин					
Навоз, 30 т/га N60P60K60	0,60	2100	1460	+640	0,44
	1,21	4235	2287	+1948	0,85
Гибрид Эрик					
Навоз, 30 т/га N60P60K60	1,02	3570	1502	+2068	1,38
	1,12	3920	2278	+1642	0,72

На среднераннем гибриде Корн 280 МВ затраты на внесение навоза в дозе 30 т/га и минерального удобрения в дозе N60P60K60 не окупались дополнительным чистым доходом. Низкой окупаемость

затрат на внесение навоза была на гибриде Валентин. Применение навоза в качестве удобрения было оправдано только под наиболее отзывчивый на его внесение гибрид Эрик. Затраты на применение минерального удобрения в дозе N60P60K60 окупались только на гибридах Валентин и Эрик.

Коэффициент биоэнергетической эффективности (биоэнергетический КПД) внесения навоза под гибриды Корн 280 МВ и Валентин меньше единицы, что указывает на неэффективное его использование. Больше единицы коэффициент биоэнергетической эффективности при внесении навоза под среднепоздний гибрид Эрик (табл. 8).

Таблица 8 – Биоэнергетическая эффективность применения удобрений под гибриды кукурузы (2002–2004 гг.)

Удобрение	Энергозатраты на удобрения, МДж/га	Прибавка урожая зерна, т/га	Энергия прибавки, МДж/га	Биоэнергетический КПД, ед.
Среднеранний гибрид Корн 280 МВ				
Навоз, 30 т/га N60P60K60	12600	0,31	4692	0,37
	9270	0,63	9536	1,03
Среднеспелый гибрид Валентин				
Навоз, 30 т/га N60P60K60	12600	0,60	9082	0,72
	9270	1,21	18315	1,98
Среднепоздний гибрид Эрик				
Навоз, 30 т/га N60P60K60	12600	1,02	15439	1,23
	9270	1,12	16952	1,83

Биоэнергетическая эффективность применения минерального удобрения под все гибриды была в пределах допустимой, но выше при внесении удобрений под гибриды Валентин и Эрик.

ВЫВОДЫ

1. Обеспеченность кукурузы нитратным азотом снижается при выращивании после ярового ячменя на 4,0 мг/кг. При

внесении под кукурузу после озимой пшеницы навоза в дозе 30 т/га содержание нитратного азота повышается на 5,1 мг/кг, подвижного фосфора – на 3,9 мг/кг, обменного калия – на 40 мг/кг, от минерального удобрения в дозе N60P60K60 – соответственно на 5,3; 6,9; 50 мг/кг.

2. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см перед посевом кукурузы после ярового ячменя ниже, чем после озимой пшеницы на 18,5 мм (14,5 %).
3. Численность сорных растений в посеве кукурузы в фазе цветения, высеваемой после ярового ячменя, по сравнению с озимой пшеницей увеличивается на 5,4 шт/м² (38,8 %), масса – на 0,121 кг (32,2 %).
4. Предшественники влияют на рост растений кукурузы. При выращивании после ярового ячменя у растений кукурузы уменьшается высота, площадь листовой поверхности, масса сухого вещества одного растения, урожай зеленой массы и сухого вещества с 1 га.
5. Навоз в дозе 30 т/га и минеральное удобрение в дозе N60P60K60 увеличивают высоту растений кукурузы, площадь листовой поверхности, массу сухого вещества одного растения, урожай зеленой массы и сухого вещества с 1 га.
6. Показатели структуры урожая кукурузы снижаются при посеве после ярового ячменя. Навоз и минеральное удобрение N60P60K60 способствуют увеличению у кукурузы количества початков на 100 растений, длины початков, числа зерен в них и массы.
7. При размещении после ярового ячменя (по сравнению с озимой пшеницей) без применения удобрений снижается урожайность зерна гибрида Корн 280 МВ на 0,59 т/га (10,9 %), Валентин – на 0,29 т/га (5,9 %), Эрик – на 0,4 т/га (7,4 %), в среднем по гибридам и вариантам удобрений – на 0,67 т/га (11,6 %).
8. Навоз (30 т/га) при внесении после озимой пшеницы повышает урожайность зерна гибрида Корн 280 МВ на 0,31 т/га (5,7 %), Валентин – на 0,60 т/га (12,3 %), Эрик – на 1,02 т/га (19,0 %), минеральное удобрение (N60P60K60) – соответственно на 0,63 (11,6 %); 1,21 (24,8 %); 1,12 т/га (20,9 %).
9. Окупаемость зерном 1 т навоза и 1 кг д. в. минерального удобрения выше при их внесении под кукурузу после озимой пшеницы. Затраты на применение навоза в дозе 30 т/га

и минерального удобрения в дозе N60P60K60 окупаются на гибридах Валентин и Эрик.

10. Биоэнергетическая эффективность применения минерального удобрения в дозе N60P60K60 под все гибриды в пределах допустимой, но выше при внесении под гибриды Валентин и Эрик. Коэффициент биоэнергетической эффективности больше единицы при внесении навоза под среднепоздний гибрид Эрик.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В зоне неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном кукурузу на зерно необходимо размещать по озимой пшенице.
2. При выращивании кукурузы на зерно навоз (30 т/га) целесообразно вносить под наиболее отзывчивый среднепоздний гибрид Эрик, минеральное удобрение (N60P60K60) – под среднеспелый гибрид Валентин и среднепоздний гибрид Эрик.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ:

1. Букарев, В. В. Эффективность применения удобрений под кукурузу / В. В. Букарев, В. Н. Багринцева, В. С. Варданян // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 3. – С. 9–11 (соискатель – 30 %).
2. Букарев, В. В. Зональные особенности формирования урожайя зерна кукурузы / В. В. Букарев, В. Н. Багринцева, И. А. Шмалько, В. В. Варданян, С. В. Никитин // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 5. – С. 3–6 (соискатель – 20 %).

Публикации в других изданиях:

3. Букарев, В. В. Влияние предшественников, удобрений и густоты посева на урожайность кукурузы / В. В. Букарев, В. Н. Багринцева, В. Ф. Нечаев, В. С. Варданян // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы : сб. науч. тр. – Пятигорск, 2009. – С. 224–233 (соискатель – 30 %).

4. Букарев, В. В. Урожайность кукурузы в зависимости от предшественников, удобрений и густоты стояния растений / В. В. Букарев // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы : сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М. И. Хаджинова. – Краснодар : ООО «Эдви», 2009. – С. 201–204.
5. Букарев, В. В. Эффективность органических и минеральных удобрений на гибридах кукурузы / В. В. Букарев // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 73-й научно-практической конференции. – Ставрополь : Параграф, 2009. – С. 33–35.
6. Букарев, В. В. Оптимальная густота стояния растений кукурузы / В. В. Букарев, В. С. Варданян, С. В. Никитин // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 73-й научно-практической конференции. – Ставрополь : Параграф, 2009. – С. 36–39.

Подписано в печать 08.11.2010. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Гарнитура «Times».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 490.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,
г. Ставрополь, ул. Мира, 302.