

На правах рукописи



Боровкова Анастасия Сергеевна

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ ФОРМ АЗОТНЫХ
УДОБРЕНИЙ И ХЕЛАТНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
КУКУРУЗЫ НА СИЛОС В ЛЕСОСТЕПИ ЗАВОЛЖЬЯ**

Специальность 06.01.04. – агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

ОРЕНБУРГ – 2003

Работа выполнена на кафедре почвоведения и агрохимии
Самарской государственной сельскохозяйственной академии

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент Несмеянова Нина Ивановна;

Научный консультант: кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент Зудилин Сергей Николаевич.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник
Чичкин Анатолий Петрович;
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент Долматов Алексей Петрович

Ведущая организация: Поволжский научно-исследовательский институт
селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова

Защита состоится « 15 » мая 2003 года в 10 часов на заседании
диссертационного совета Д. 220.051.04 в Оренбургском государственном
аграрном университете

Адрес: 460795 ГПС, г. Оренбург, Челюскинцев – 18

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «10» апреля 2003 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор



А. А. Громов

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В современных условиях полевое кормопроизводство имеет решающее значение в обеспечении животноводства кормами и оказывает огромное влияние на сельскохозяйственное производство в стране в целом. Кормовые культуры являются не только источником производства кормов, но также служат основой биологизации земледелия, сохранения плодородия почвы и охраны окружающей среды. За последние десять лет площадь пашни под силосными культурами сократилась в три раза (с 12,7 до 4,1 млн. га), урожайность в два раза (с 22,0 до 11,0 т/га) как в целом по стране, так и в Самарской области. Несмотря на это кукуруза остается основной силосной культурой в лесостепи Самарского Заволжья. Она занимает 92 – 93 % посевной площади, отводимой под силосные культуры, и 92 – 95 % в валовом объеме заготавливаемого силоса.

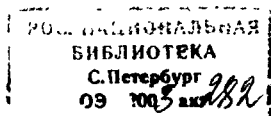
Одним из решающих факторов интенсификации полевого кормопроизводства является повышение уровня внесения удобрений под кормовые культуры. В современных условиях предпочтение должно отдаваться более дешевым формам удобрений. Одним из таких удобрений является карбамид - аммиачная селитра – КАС, выпускаемая в Самарской области. Благодаря исключению энергоемких операций по усушке, грануляции стоимость жидкого удобрения значительно дешевле твердых туков.

Последнее время в практике растениеводства также получили распространение жидкие микроэлементные составы хелатных форм – ЖУСС. ЖУСС дешевле импортных аналогов. В связи с высокой экономической выгодностью применения КАС и ЖУСС работа по их изучению актуальна.

Цель и задачи исследований

Цель нашей работы состояла в разработке научных основ комплексного применения различных форм азотных удобрений, микроэлементов и препарата ЖУСС при выращивании высоких урожаев кукурузы на силос в засушливых условиях лесостепи Заволжья. В задачу исследований входило:

1. Провести сравнительную оценку твердых и жидкой форм азотных удобрений по их влиянию на урожай и качество зеленой массы кукурузы.
2. Установить действие предпосевной обработки семян препаратом ЖУСС на рост, развитие, продуктивность и кормовые достоинства кукурузы.
3. Выявить особенности потребления и использования элементов питания из удобрений растениями кукурузы при дифференцированном и комплексном применении макро- и микроудобрений.
4. Установить экономическую и энергетическую эффективность применения азотных удобрений и ЖУСС в современных технологиях возделывания кукурузы.



Научная новизна

Впервые в условиях лесостепи Заволжья установлена эффективность обработки семян хелатными формами микроэлементов (ЖУСС) на фоне разных форм азотных удобрений при возделывании кукурузы на силос и выявлено их положительное влияние на урожай, кормовые достоинства, фотосинтетическую деятельность.

Практическая ценность

Разработаны элементы технологии совместного применения макро- и микроудобрений. Проведенные полевые исследования и производственные опыты в колхозе «Первое мая» Сергиевского района, Самарской области подтверждают высокую эффективность их внесения под кукурузу, возделываемую на силос, а также свидетельствуют о необходимости широкого применения их в производстве. Предполагаемый объем внедрения 150 тыс. га. Использование жидкого удобрения КАС и препарата ЖУСС позволит дополнительно получить 1000 – 1200 тыс. тонн зеленой массы кукурузы. Материалы исследования могут быть использованы при разработке экологически безопасных технологий и систем земледелия нового поколения.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Совместное применение азотных удобрений и препарата ЖУСС способствует получению более высоких – на уровне 20 – 25 т/га – урожаев кукурузы, улучшает качество зеленой массы и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином.
2. Применение препарата ЖУСС повышает эффективность использования элементов питания из азотно-фосфорно-калийных удобрений.
3. Препарат ЖУСС увеличивает лабораторную и полевую всхожесть, энергию прорастания и силу роста семян кукурузы, содержание основных фотосинтетических пигментов, жизнеспособность пыльцы и продуктивность фотосинтеза.
4. Комплексное использование жидких азотных удобрений и препарата ЖУСС повышает экономическую и энергетическую эффективность возделывания кукурузы в лесостепи Заволжья.

Апробация работы

Основные вопросы диссертации доложены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава, аспирантов и научных сотрудников Самарской ГСХА (2000...2002 гг.); на международной научной конференции «Агрохимические аспекты повышения продуктивности сельскохозяйственных культур», ВИУА, г.Москва, 2002 г.; на 41-ой научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Проблемы повышения эффективности сельскохозяйственного производства в XXI веке», г.Пенза, 2002 г; на научно-практической конференции «Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур», г. Кинель, 2002 г., на

заседаниях кафедры почвоведения и агрохимии Самарской ГСХА (2000...2002 гг.). По теме диссертации опубликовано 5 научных работ.

Представленная работа является составной частью плана научно-исследовательской работы кафедры почвоведения и агрохимии Самарской ГСХА по теме: «Изучение сравнительной эффективности новых органических, минеральных удобрений и биостимуляторов роста в зернопаропропашном севообороте».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов и рекомендаций производству. Работа изложена на 197 страницах компьютерного текста, содержит 27 таблиц, 6 рисунков и 43 приложения. Список использованной литературы содержит 293 наименования, в том числе 40 на иностранном языке.

2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ, МЕТОДИКА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методы исследований – полевой, вегетационный, лабораторный.

Погодные условия вегетации – 2000 и 2001 гг. характеризовались как относительно благоприятные для роста и развития кукурузы; 2002 г. был отрохасушливым.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднегумусный среднемошный тяжелосуглинистый. Величина рН сол. - 6,2, содержание гумуса - 6,2%, подвижного фосфора (по Чирикову) - 15,0 мг, обменного калия (по Чирикову) - 12,6 мг на 100 г почвы.

Объектом исследования служил районированный раннеспелый гибрид кукурузы Кинбел 181 СВ - трехлинейный, высокорослый, (ФАО 180), высота - 190 - 250 см, высота прикрепления початков - 80 - 100 см. Початки средние и сравнительно крупные, слабо конические. Зерно желто-оранжевое, полузубовидное ближе к кремнистому. Окраска нитей светлая. В условиях Самарской области перспективен для выращивания на силос и зерно-стержневую смесь.

Опыты проводились в зернопаропропашном пятипольном севообороте, предшественник - яровая пшеница. Повторность вариантов трехкратная. Общая площадь делянки с удобрениями – 294 м², с обработкой ЖУСС – 147 м², учетная площадь делянки – 50 м².

Изучение эффективности предпосевной обработки семян препаратом ЖУСС в дозе 2 кг/т семян проводилось на фоне полного минерального удобрения в дозе N90P90K60. В качестве азотных удобрений использовались аммиачная селитра (34,2 % N), сульфат аммония (20,5 % N), КАС (28 % N) и аммиачная селитра, вносимая совместно с сернокислыми солями микроэлементов (ZnSO₄, CuSO₄, MnSO₄) в дозе 0,5 % от дозы азота. Удобрения вносились осенью под вспашку.

Обработка семян препаратом ЖУСС, содержащим медь (32 г/кг) и бор (13,3 г/кг) в биологически активной форме, проводилась вручную за два дня до посева. Экспериментальная работа выполнялась в соответствии с методикой полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами (М.: Наука, 1967) и методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (М., Россельхозакадемия, 1997).

Подвижный фосфор и обменный калий определяли по Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ - 26204-84), легкогидролизуемый азот – по Тюрину и Кононовой. Микроэлементы в почве определяли по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО на атомном спектрофотометре: подвижный марганец – ГОСТ Р 50685-94, медь и кобальт – ГОСТ Р 50683-94, цинк – ГОСТ Р 50686-94.

Определение микроэлементов и тяжелых металлов в растениях проводилось по методу атомно-адсорбционной спектрофотометрии, ААС 30.

Фенологические наблюдения проводились по фазам развития растений на делянках с двух несмежных повторений опыта в соответствии с методикой ГСУ.

Определение пигментов выполнено колориметрически на фотоэлектроколориметре КФК – 3 (Кавеленова Л.М., 2001). Жизнеспособность пыльцы определяли по методу Шардакова. Определение энергии прорастания, всхожести проводилось по ГОСТ 12038 -74, силы роста по ГОСТ 12040-74.

Структурный анализ растений кукурузы проводили по методике Государственного сортоиспытания (М.: Колос, 1985).

Химический анализ зеленой массы кукурузы выполнялся в лаборатории животноводства НИЧ Самарской ГСХА. Общий азот, фосфор, калий, жир, клетчатку, золу определяли на инфракрасном анализаторе ИК-4500. Полный зоотехнический анализ зеленой массы кукурузы выполнен в соответствии с руководством по анализам кормов (М.: Колос, 1982).

Расчет питательности кормов в кормовых единицах проведен на основании полученного в исследованиях химического состава растений и коэффициентов переваримости по Томмэ М.Ф. (М.: Колос, 1964).

Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из удобрений рассчитывали разностным методом.

Расчет экономической эффективности результатов исследований выполнен на ПЭВМ с использованием программ экономического обоснования научно-исследовательских работ (М., 1980) и расчета технологической карты (Несмеянов В.И., Мосина Н.Н., 2001).

Энергетическая эффективность определялась в соответствии с рекомендациями Посыпанова Г.С., Долгодворова В.Е. (М.: изд. МСХА, 1995) с учетом биоэнергетической оценки возделывания полевых культур в Среднем Поволжье (Самара, 1998).

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена дисперсионным методом на ПЭВМ (Доспехов Б.А., 1985).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Энергия прорастания, лабораторная всхожесть и сила роста семян С целью изучения действия обработки семян препаратом ЖУСС на их энергию прорастания, всхожесть и силу роста были проведены лабораторные опыты. Исследования показали, что обработка семян препаратом ЖУСС увеличивала энергию прорастания на 25,8% и всхожесть – на 11,5% по сравнению с необработанными семенами. Количество загнивших семян при этом снизилось с 1,75 до 0,5 %, а ненормально проросших – с 8,0 до 3,0% (табл. 1, лабораторный опыт 1).

1. Всхожесть и энергия прорастания семян кукурузы.

Лабораторный опыт 1, 2002г.

Варианты опыта	Количество семян, %				
	проросших на 3 день	проросших на 7 день	набухших	загнивших	ненормально проросших
Без обработки	57,5	81,5	8,8	1,75	8,0
Обработка ЖУСС	83,3	93,0	3,5	0,5	3,0

Важным показателем, характеризующим наличие определенных признаков у семян с одинаковой лабораторной всхожестью, является сила роста семян. Обработка семян препаратом ЖУСС повышала количество нормально проросших семян по сравнению с контролем (без обработки) на 17,5 %, все эти проростки были сильными (табл. 2, лабораторный опыт 2).

2. Влияние ЖУСС на качество и развитие проростков кукурузы, %.

Лабораторный опыт 2, 2002 г.

Показатели	Варианты опыта	
	без обработки	обработано ЖУСС
Количество проростков:		
сильных	51,0	75,5
слабых	7,0	-
Количество проросших семян:		
нормально	58,0	75,5
ненормально	33,0	17,0
Количество непроросших семян:		
набухших	6,5	6,0
загнивших	2,5	0,5
Масса проросших растений, %		
ростки	100,0	128,6
корни	100,0	119,6

Из 58 % нормально проросших семян на контроле – 7% были слабыми. Количество ненормально проросших семян при обработке ЖУСС снижалось с 33,0 до 17,0%, а загнивших с 2,5 до 0,5%. Масса проросших растений под действием ЖУСС увеличивалась: у ростков – на 28,6%, у корней – на 19,6%.

Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке

В наших исследованиях удобрения и препарат ЖУСС увеличивали полевую всхожесть в среднем на 3 – 6 %, максимальной она была в варианте N90(КАС)P90K60+ЖУСС – 89 %. Сохранность растений к уборке также возрастала под действием удобрений и ЖУСС на 2 – 7 %. Максимальная в опыте сохранность растений наблюдалась в варианте N90(КАС)P90K60+ЖУСС – 85%.

Фенология растений кукурузы

Внесение минеральных удобрений и обработка семян препаратом ЖУСС ускоряли развитие кукурузы. Во все фенологические фазы на удобренных фонах продолжительность межфазных периодов сокращалась на 1 день, по сравнению с контролем (без удобрений). Обработка препаратом ЖУСС приводила к сокращению межфазных периодов на два дня как по удобренным, так и по неудобренным фонам.

Влияние удобрений и препарата ЖУСС на засухоустойчивость кукурузы

Обработка семян препаратом ЖУСС увеличивала количество проросших семян в растворе сахарозы, имитирующем недостаток почвенной влаги на 119%, а сухую массу проростков – на 25,5%. Обработка семян препаратом ЖУСС в условиях недостатка влаги способствует лучшему прорастанию семян кукурузы и образованию более крупных проростков. В связи с этим формируются растения, способные в большей мере противостоять засухе.

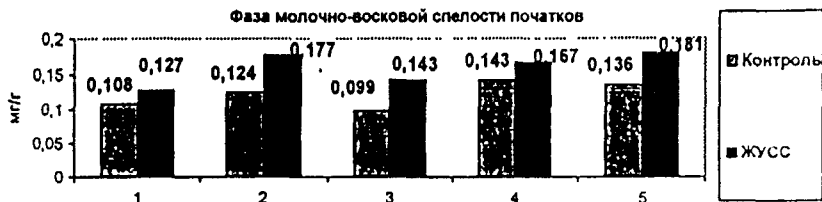
У устойчивых к засухе растений пыльца более жизнеспособна. Жизнеспособность пыльцы увеличивалась под действием минеральных удобрений – на 2 – 5 %, под действием ЖУСС – на 6,5 – 11,0 %.

Еще одним косвенным, но достаточно точным признаком устойчивости к засухе является содержание фотосинтетических пигментов в растениях. В наших опытах максимальное содержание хлорофиллов А и В и каротина было в фазу 5 – 6 листьев, а затем закономерно снижалось. На удобренных вариантах и вариантах с обработкой ЖУСС их количество было выше во все фазы развития. Содержание в растениях кукурузы каротина приобретает особое значение в фазу молочно-восковой спелости початков (рис. 1).

Применение минеральных удобрений увеличивало содержание каротина на 14,8 – 32,4 % по сравнению с вариантом без удобрений, а обработка семян препаратом ЖУСС – на 17,0 – 44,0% по сравнению с

необработанными вариантами. Выявлена также корреляционная зависимость содержания каротина от площади листьев. В вариантах без обработки семян ЖУСС эта зависимость была средней с коэффициентами корреляции (R) и детерминации (d) равными: $R = 0,46$, $d = 21,2\%$. Уравнение регрессии имело вид: $y = x + 0,12$, где y – содержание каротина, x – площадь листьев.

В вариантах с обработкой препаратом ЖУСС степень зависимости была сильной, коэффициенты, соответственно, составили: $R = 0,75$, $d = 56,3\%$, уравнение регрессии имело вид: $y = x + 0,16$.



- 1 – Контроль (без удобрений);
 2 – N 90 (а.а.) P90 K60;
 3 – N 90 (с.а.) P90 K60;
 4 – N 90 (КАС) P90 K60;
 5 – N 90 (а.а.) P90 K60 + м/э.

Рис. 1. Содержание каротина в растениях кукурузы.

Динамика накопления азота, фосфора и калия растениями кукурузы

Наибольшее количество азота, фосфора и калия в растениях кукурузы содержалось в ранние фазы, а затем оно закономерно снижалось (табл. 3).

На удобренных фонах количество питательных веществ в растениях было выше. В фазу 5 – 6 листьев – на 0,14 – 0,76% по азоту, на 0,10 – 0,22% по фосфору, на 0,22 – 0,40% по калию. В фазу цветения – на 0,24 – 0,29% по азоту, на 0,01 – 0,07% по фосфору, на 0,40 – 0,59% по калию. В фазу молочно – восковой спелости – на 0,13 – 0,17%, 0,04%, 0,05 – 0,09% соответственно.

В вариантах с обработкой семян ЖУСС процент азота по сравнению с необработанными вариантами увеличивался во все фазы развития. Так, в фазу 5 – 6 листьев превышение составило 0,10 – 0,26%, в фазу цветения – 0,03 – 0,09%, в фазу молочно – восковой спелости – 0,03 – 0,11%.

Наибольшее влияние обработки семян препаратом ЖУСС на содержание в растениях кукурузы фосфора отмечено в фазу цветения и в фазу молочно-восковой спелости. Превышение над контролем (без

0,12% и 0,03 – 0,11% соответственно. Действие обработки семян препаратом ЖУСС на содержание в растениях калия проявляется в фазы цветения молочно-восковой спелости. В фазу цветения калия было больше на 0,01 0,17%, в фазу молочно-восковой спелости – на 0,05 – 0,29%.

Во все фазы развития наиболее обеспеченными элементами питания были растения вариантов N90(КАС)P90K60 и N90(КАС)P90K60 + ЖУСС.

3. Динамика содержания азота, фосфора и калия в % на абсолютно-сухое вещество в растениях кукурузы, среднее 2000 – 2002 гг.

Варианты	Фенологическая фаза								
	5 – 6 листьев			цветение			молочно-восковая спелость		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без обработки									
1. Без удобрений	4,51	0,84	4,11	1,95	0,59	1,67	1,37	0,43	1,09
2. N90(а.а.) P90K60	5,27	0,94	4,49	2,22	0,60	2,07	1,51	0,35	1,08
3. N90(с.а.) P90K60	4,45	1,06	4,33	2,20	0,64	2,08	1,50	0,43	1,14
4. N90(КАС) P90K60	4,65	1,02	4,51	2,24	0,66	2,26	1,54	0,47	1,18
5. N90(а.а.) P90K60+м/э	4,89	0,94	4,57	2,19	0,66	2,07	1,53	0,43	1,21
ЖУСС									
1. Без удобрений	4,61	0,84	3,77	2,01	0,66	1,84	1,40	0,41	0,93
2. N90(а.а.) P90K60	5,07	0,94	4,44	2,31	0,72	2,17	1,55	0,46	1,29
3. N90(с.а.) P90K60	4,71	1,02	4,69	2,23	0,70	2,09	1,58	0,50	1,43
4. N90(КАС) P90K60	4,77	0,93	4,49	2,29	0,71	2,32	1,65	0,50	1,43
5. N90(а.а.) P90K60+м/э	4,81	0,98	4,36	2,24	0,74	2,11	1,56	0,51	1,26

Динамика легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия в почве

Содержание легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в течение всей вегетации находилось на повышенном уровне, а обменного калия – на высоком. Выявлена положительная корреляция между урожайностью и содержанием азота и фосфора в фазе 5 – 6 листьев. Множественный коэффициент корреляции при этом был равен $R_{y \cdot xz} = 0,719$,

коэффициент множественной детерминации $d y^*xz = 51,7\%$. Множественное линейное уравнение регрессии имело вид: $y = 2,597x + 0,928z - 10,536$, где y – урожайность, x – содержание азота, z – содержание фосфора.

Высокая положительная корреляция наблюдалась также между урожайностью и содержанием азота и калия в почве в фазу 5 – 6 листьев:

$$Ry^*xz = 0,793, \quad d y^*xz = 62,9\%, \quad y = 4,299x - 2,348z + 17,893,$$

где y – урожайность, x – содержание азота, z – содержание калия.

Корреляция между урожайностью и содержанием фосфора и калия в почве в фазе 5 – 6 листьев была средней. Коэффициент корреляции был равен $Ry^*xz = 0,459$, коэффициент детерминации $d y^*xz = 21,1\%$, множественное линейное уравнение плоскости регрессии представляло собой:

$$y = 1,849x + 1,733z - 23,272,$$

где y – урожайность, x – содержание фосфора, z – содержание калия.

На основании этих данных уже в фазе 5 – 6 листьев по обеспеченности почвы элементами питания можно предварительно прогнозировать урожайность зеленой массы кукурузы и обеспеченность животноводства кормами. Уравнения корреляции также показывают, что основная роль в формировании урожая принадлежит азоту.

Содержание микроэлементов в почве и растениях

С целью выяснения эффективности использования вносимых в почву микроэлементов нами были проведены анализы на содержание подвижных форм марганца, меди, цинка и кобальта дважды за ротацию севооборота.

Содержание меди, цинка и кобальта в 1997 году находилось на низком уровне, а марганца – на высоком. За пять лет содержание подвижных форм микроэлементов стало ниже по всем вариантам опыта. Однако, на делянках, где микроэлементы вносились в почву, снижение их количества не было таким резким, как на других вариантах опыта. На всех удобренных вариантах отмечалось несколько большее содержание микроэлементов, чем на неудобренном фоне. Это свидетельствует о положительном влиянии макроудобрений на обеспеченность почв подвижными формами микроэлементов.

Недостаток микроэлементов в почве отразился на содержании последних в растениях. В наших исследованиях содержание марганца и цинка было на нижней границе предела нормы, а меди – меньше необходимого количества (табл. 4).

Во всех удобренных вариантах обеспеченность микроэлементами была выше, чем на контроле (без удобрений) на 4,5 – 13,7 мг/кг по марганцу, на 0,13 – 0,44 мг/кг по меди, на 0,54 – 3,57 мг/кг по цинку.

4. Влияние удобрений и препарата ЖУСС на содержание в растениях микроэлементов

Варианты	Содержание в абсолютно - сухом веществе, мг/кг		
	марганец	медь	цинк
Без обработки			
1. Без удобрений	21,20	2,00	11,50
2. N90(а.а.)P90K60	34,90	2,13	13,06
3. N90(с.а.)P90K60 -	25,70	2,22	15,07
4. N90(КАС)P90K60	31,33	2,44	12,04
5. N90(а.а.)P90K60 + м/з	30,58	2,00	13,40
ЖУСС			
1. Без удобрений	22,27	2,67	11,76
2. N90(а.а.)P90K60	29,02	2,22	12,86
3. N90(с.а.)P90K60	30,83	2,44	14,93
4. N90(КАС)P90K60	29,83	2,67	14,65
5. N90(а.а.)P90K60 + м/з	35,65	2,67	12,14

В варианте с обработкой ЖУСС прослеживалась сходная закономерность по количеству марганца и цинка. Однако, препарат ЖУСС, содержащий в своем составе медь, оказал более заметное влияние на содержание этого микроэлемента, чем минеральные удобрения. На удобренных вариантах, превышение над контролем (без удобрений) по содержанию меди составило 6,5 – 22,0%, на удобренных вариантах с обработкой ЖУСС по сравнению с вариантом без удобрений + ЖУСС – 7,2 – 29,0%.

В исследуемых образцах содержание тяжелых металлов находилось на уровне ПДК: кобальт – 0,3 мг/кг, никель – 0,3 мг/кг, кадмий – 0,07 мг/кг, свинец – 0,5 мг/кг.

Урожайность зеленой массы кукурузы

В среднем за три года исследований (табл.5) урожайность зеленой массы на контроле (без удобрений) составила 16,8 т/га. По фонам минеральных удобрений урожайность колебалась от 21,9 до 23,6 т/га, то есть прибавка равнялась 5,1 – 6,8 т/га или 30,4 – 40,5%.

Максимальная величина данного показателя была получена в варианте N90(КАС)P90K60 – 23,6 т/га. Урожайность в вариантах с твердыми формами азота в составе полного минерального удобрения была практически одинакова. Однако, вариант N90(а.а.)P90K60 превосходил вариант N90(с.а.)P90K60 и уступал варианту N90(а.а.)P90K60+м/з.

Применение препарата ЖУСС позволило дополнительно получить по неудобренному фону 1 т/га (6,0%). По удобренным фонам прибавка составила от 0,9 до 2,0 т/га (4,1 – 8,5%) зеленой массы кукурузы.

Максимальная в опыте урожайность – 25,6 т/га была в варианте с использованием КАС в составе полного минерального удобрения и обработкой семян препаратом ЖУСС.

5. Урожайность зеленой массы кукурузы, среднее 2000 – 2002 гг.

Варианты опыта	Урожайность зеленой массы, т/га							
	без обработки				ЖУСС			
	2000	2001	2002	сред.	2000	2001	2002	сред.
1. Без Удобрений (контроль)	16,7	17,8	15,8	16,8	16,3	18,3	18,7	17,8
2. N90(а.а.) P90K60	21,2	25,4	21,0	22,5	20,4	26,6	24,4	23,8
3. N90(с.а.) P90K60	21,2	25,7	18,8	21,9	20,6	26,5	21,2	22,8
4. N90(КАС) P90K60	23,4	27,1	20,4	23,6	24,1	29,5	23,2	25,6
5. N90(а.а.) P90K60+м/э	21,6	26,3	20,8	22,9	21,7	27,6	23,4	24,2
НСР ₀₅ общ., т/га	1,04	0,93	2,18					

Приросты урожайности и от минеральных удобрений и от препарата ЖУСС были математически достоверны, установлена более высокая эффективность жидкого азотного удобрения КАС по сравнению с другими формами азота.

Структура урожая кукурузы

В среднем за три года наблюдалось увеличение доли листьев и початков и снижение доли стеблей при внесении изучаемых минеральных удобрений и обработке семян препаратом ЖУСС.

Так, в контроле (без удобрений, без обработки) доля стеблей составила 47,8 %, листьев – 20,3 %, початков – 31,9 %. В варианте с внесением аммиачной селитры доля стеблей снизилась на 1,5 %, а доля листьев и початков увеличилась на 1,0 и 0,5 % соответственно. При использовании в составе полного минерального удобрения КАС эти показатели составили 3,8; 1,8; 2,0 %, аммиачной селитры и м/э – 3,3; 2,6; 0,7 % соответственно. В варианте с сульфатом аммония наблюдалось только увеличение доли

початков – на 0,7%. Минимальная доля стеблей (44%) и максимальная початков (33,9 %) получена по фону N90(КАС)P90K60, а листьев в варианте N90(а.а.)P90K60+м/з.

При обработке семян препаратом ЖУСС вышеуказанная тенденция по фонам удобрений в целом сохранилась, вместе с тем по сравнению с необработанными вариантами доля стеблей уменьшилась на 1,2 – 3,6 %, доля листьев и початков увеличилась на 0,3 – 2,9 % и на 0,6 – 1,1 % соответственно. Наилучшим в опыте соотношением стеблей, листьев и початков обладал вариант N90(КАС)P90K60 + ЖУСС.

Влияние удобрений и ЖУСС на химический состав растений

В среднем за три года исследований (табл. 6) применение минеральных удобрений увеличивало содержание сухого вещества, сырого протеина, переваримого протеина, сырого жира, БЭВ и сахаров в растениях кукурузы, количество клетчатки, напротив, снизилось.

6. Химический состав растений кукурузы, среднее 2000 - 2002 гг.

Варианты	Сухое в-во, %	Содержание в % на абсолютно сухое вещество						Сахара г/кг
		проте ин	перев. прот.	жир	клет чатка	зола	БЭВ	
<i>Без обработки</i>								
1. Без удобрений	24,07	8,39	4,87	2,50	24,06	4,39	60,65	13,20
2. N90(а.а.)P90K60	26,28	9,30	5,39	2,77	22,99	4,39	60,55	14,37
3. N90(с.а.)P90K60	26,54	9,28	5,38	2,84	22,78	4,17	60,93	14,66
4. N90(КАС)P90K60	28,06	9,70	5,63	2,90	22,02	4,22	61,16	14,77
5. N90(а.а.)P90K60+м/з	27,69	9,45	5,48	2,98	22,79	4,37	60,41	15,99
<i>ЖУСС</i>								
1. Без удобрений	25,43	8,80	5,10	2,53	23,89	4,50	60,28	14,26
2. N90(а.а.)P90K60	27,70	9,71	5,63	2,87	22,47	4,34	60,60	16,67
3. N90(с.а.)P90K60	27,86	9,86	5,72	2,96	22,53	4,52	60,13	15,59
4. N90(КАС)P90K60	29,26	10,42	6,04	3,24	21,64	4,62	60,09	15,12
5. N90(а.а.)P90K60+м/з	29,06	9,90	5,74	2,81	22,03	4,48	60,79	15,61

Варианты с обработкой ЖУСС имели тенденцию к увеличению содержания сухого вещества (на 1,32 – 1,94%), сырого протеина (на 0,41 – 0,72%), переваримого протеина (на 0,25 – 0,41%), сырого жира (на 0,03 –

0,34%), золы (на 0,11 – 0,4%), сахаров (на 0,35 – 2,3 г/кг) как по неудобренному, так и по удобренным фонам.

Влияние удобрений и ЖУСС на кормовые достоинства кукурузы

Содержание в 1 кг сухого вещества кормовых единиц и обменной энергии по всем вариантам опыта отличалось незначительно (табл. 7). Сборы сухого вещества, переваримого протеина, кормовых единиц и КПЕ на удобренных вариантах и в вариантах с ЖУСС значительно увеличивались по сравнению с вариантами без удобрений и без обработки, но в большей мере за счет увеличения урожайности, а не роста содержания питательных веществ в урожае.

Минеральные удобрения существенно повлияли на обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином. На контроле (без удобрений) этот показатель составил 55,36 г/К. ед., по удобренным фонам он был выше на 4,5 – 6,8 г/ К. ед. При обработке семян ЖУСС произошло увеличение на 2,0 – 4,6 г/ К. ед. по сравнению с необработанными вариантами.

7. Кормовые достоинства растений кукурузы, среднее 2000 - 2002 гг.

Варианты	Содержание в 1 кг сухого в-ва		Обеспечить К.ед. перевар. протеин.	Сбор, т/га			
	К.ед.	ОЭ		сухого в - ва	перевар. протеина	К. ед.	КПЕ
Без обработки							
1. Без удобрений (контроль)	0,88	10,04	55,36	4,04	0,20	3,56	2,76
2. N90(а.а.)P90K60	0,89	10,08	60,45	5,97	0,32	5,32	4,26
3. N90(с.а.)P90K60	0,90	10,11	59,95	5,88	0,31	5,28	4,20
4. N90(КАС)P90K60	0,90	10,13	62,19	6,63	0,37	6,09	4,92
5. N90(а.а.)P90K60+м/з	0,90	10,10	61,37	6,39	0,39	5,73	4,60
ЖУСС							
1. Без удобрений	0,88	10,03	58,31	4,52	0,26	3,97	3,14
2. N90(а а)P90K60	0,90	10,10	62,77	6,63	0,37	5,96	4,84
3. N90(с а.)P90K60	0,90	10,09	63,88	6,40	0,36	5,74	4,68
4. N90(КАС)P90K60	0,90	10,13	66,79	7,57	0,45	6,86	5,70
5. N90(а.а.)P90K60+м/з	0,90	10,09	63,83	7,07	0,40	6,37	5,20

Степень зависимости обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином (у) от величины урожайности (х) и доли початков в урожае (z) была высокой. В вариантах без обработки множественный коэффициент

корреляции составил $R_{y \cdot xz} = 0,997$, коэффициент детерминации $d_{y \cdot xz} = 99,4\%$, а множественное линейное уравнение плоскости регрессии имело вид: $y = 0,894x + 0,398z + 27,602$. В вариантах с ЖУСС соответственно $R_{y \cdot xz} = 0,981$, $d_{y \cdot xz} = 96,2\%$ и $y = 0,770x + 1,460z - 3,329$. Наибольшее содержание питательных веществ и их максимальные сборы получены в варианте N90(КАС)P90K60 + ЖУСС.

Использование элементов питания растениями кукурузы из удобрений

Кукуруза лучше использовала элементы питания из удобрений в варианте N90(КАС)P90K60. Коэффициент использования азота при этом составил 54,9%, фосфора 18,2%, калия – 68,6%. В вариантах N90(а.а.)P90K60 и N90(с.а.)P90K60 коэффициенты использования были практически одинаковыми: азота 38,4 и 36,0%, фосфора – 10,3 и 11,8%, калия – 52,9 и 48,0% соответственно. Вариант N90(а.а.)P90K60+ м/э уступал варианту N90(КАС)P90K60, но превосходил вариант N90(а.а.)P90K60. Коэффициенты использования в этом случае составили: азота – 42,2% , фосфора – 22,6%, калия – 67,7%.

Коэффициенты использования элементов питания из удобрений увеличивались при обработке семян перед посевом ЖУСС. Так, в варианте N90(а.а.)P90K60 коэффициент использования азота возрос на 4,5%, фосфора – на 4,4%, калия – на 3,4%, в варианте N90(с.а.)P90K60 – на 4,2%, 7,0% и 27,9%, в варианте N90(КАС)P90K60 – на 13,5%, 9,9% и 43,2%, в варианте N90(а.а.)P90K60+м/э – на 10,4%, 0,0%, 12,1% соответственно.

Следует отметить, что размер выноса азота, фосфора и калия определяется в большей степени величиной урожая и в меньшей степени количественным содержанием в нем элементов питания.

Экономическая и энергетическая эффективность применения минеральных удобрений и препарата ЖУСС

Расчет экономической эффективности показал, что внесение жидкого азотного удобрения КАС наиболее выгодно (табл. 8). В этом варианте получена наибольшая рентабельность - 130,13 % и наименьшая себестоимость 1 т зеленой массы и 1 КПЕ: 122,3 и 0,59 руб. соответственно. Вариант с использованием традиционной формы азотного удобрения – аммиачной селитры – уступал как другим удобренным вариантам, так и варианту без удобрений.

Обработка семян препаратом ЖУСС экономически выгодна. Рентабельность от применения этого приема увеличивается на 19,6 – 29,89 % по сравнению с необработанными вариантами. Максимальная рентабельность получена в варианте с N90(КАС)P90K60 + ЖУСС – 160,02%.

Энергетически все изучаемые варианты были выгодны, так как КЭЭ был больше единицы. Коэффициент энергетической эффективности на контроле (без удобрений) был максимальным и составил 2,17. На удобренных

вариантах КЭЭ был ниже - 1,51 - 1,64. Традиционная форма азотного тука - аммиачная селитра - уступала всем остальным изучаемым удобрениям, независимо от обработки.

8. Экономическая и энергетическая эффективность применения минеральных удобрений и препарата ЖУСС при возделывании кукурузы на силос, среднее 2000 – 2002 гг.

Показатели	Без удобрений	N90(а.а.) P90K60	N90(с.а.) P90K60	N90(КАС) P90K60	N90(а.а.) P90K60+м/з
Без обработки					
Себестоимость 1 т зеленой массы, руб.	112,86	130,63	127,10	122,30	130,47
Себестоимость 1 КПЕ, руб.	0,69	0,69	0,66	0,59	0,65
Рентабельность, %	96,51	95,66	103,7	130,13	107,86
КЭЭ	2,17	1,51	1,59	1,64	1,62
ЖУСС					
Себестоимость 1 т зеленой массы, руб.	109,20	125,81	124,06	115,60	125,74
Себестоимость 1 КПЕ, руб.	0,62	0,62	0,60	0,52	0,59
Рентабельность, %	118,09	118,21	123,36	160,02	127,46
КЭЭ	2,21	1,62	1,63	1,69	1,69

Максимальный КЭЭ, полученный в контрольном варианте (без удобрений) нельзя считать оптимальным, так как отказ от применения удобрений, особенно систематический, отрицательно сказывается на плодородии почвы. Среди удобрённых вариантов максимальный КЭЭ получен при использовании в составе полного минерального удобрения КАС - 1,64 (без обработки), незначительно уступает ему вариант с аммиачной селитрой и микроэлементами - 1,62. При обработке ЖУСС КЭЭ этих двух вариантов становится одинаковым - 1,69.

Выводы

1. Урожайность зеленой массы кукурузы от применения удобрений возросла на 30,4 – 40,5 %, от предпосевной обработки семян ЖУСС – на 4,1 – 8,5%. Наибольшая урожайность в среднем за три года получена в варианте N90(КАС)P90K60 + ЖУСС – 25,6 т/га. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о преимуществе жидкой формы азотного удобрения КАС и обработки ЖУСС.

2. При внесении изучаемых минеральных удобрений и обработке семян препаратом ЖУСС наблюдалось увеличение доли листьев и початков и снижение доли стеблей.
3. Кукуруза лучше использует азот и калий из полного минерального удобрения в составе которого в качестве азотного применяется КАС. Коэффициент использования азота увеличивается на 12,7 – 18,9 %, калия – на 0,9 – 20,6 %. Препарат ЖУСС увеличивает вынос питательных веществ и коэффициенты их использования из удобрений. Коэффициент использования азота из удобрений возрос на 4,5 – 13,5%, фосфора – на 4,4 – 9,9%, калия – на 3,4 – 43,2%.
4. Выявленные зависимости между урожайностью и содержанием элементов питания в почве позволяют уже в фазу 5 – 6 листьев прогнозировать урожайность и показывают, что основная роль в формировании урожая принадлежит азоту.
5. Обработка семян препаратом ЖУСС повышает лабораторную (на 11,5%), полевую (на 4,0 – 6,0 %) всхожесть и энергию прорастания семян (на 25,8%), ускоряет развитие и созревание растений кукурузы на 2 дня.
6. Применение минеральных удобрений и ЖУСС увеличивает количество основных пластидных пигментов в растениях кукурузы, повышает жизнеспособность пыльцы. Минеральные удобрения (в меньшей степени) и препарат ЖУСС (в большей степени) повышают способность растений кукурузы противостоять засухе.
7. Удобрения повышали содержание в растениях микроэлементов, однако в меньшей степени, чем хелатная форма микроэлементов – ЖУСС. Содержание меди в растениях от обработки семян ЖУСС увеличилось на 0,7 – 7,0 %. Использование минеральных удобрений и препарата ЖУСС обеспечило экологическую безопасность их применения. Содержание кобальта, никеля, кадмия и свинца находилось в пределах ПДК.
8. Применение минеральных удобрений и препарата ЖУСС увеличивало содержание сухого вещества, сырого и переваримого протеина, сырого жира, БЭВ и сахаров в растениях кукурузы. Количество клетчатки снижалось.
9. От применения минеральных удобрений возросли сборы сухого вещества – на 45,5 – 64,1 %, переваримого протеина – на 55,0 – 95,0 %, кормовых единиц – на 48,3 – 71,1 %, КПЕ – на 52,2 – 78,3 %, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – на 8,3 – 12,3 % по сравнению с неудобренным фоном.
10. От применения ЖУСС увеличались сборы сухого вещества – на 11,9 – 14,2 %, переваримого протеина – на 2,6 – 21,6 %, кормовых единиц – на 8,7 – 12,6 %, КПЕ – на 11,4 – 15,9 %, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – на 3,8 – 7,4 % по сравнению с вариантами без обработки.
11. Экономически и энергетически применение жидкого удобрения КАС и препарата ЖУСС было более выгодным по сравнению с твердыми

удобрениями и с вариантами без обработки, при этом рентабельность возросла на 22,27 - 34,47 % и на 19,6 - 29,89 % соответственно, а коэффициент энергетической эффективности составил 1,64. Обработка семян ЖУСС увеличила коэффициент энергетической эффективности до 1,69.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью получения экономически и энергетически оправданных, высоких урожаев кукурузы на силос хорошего качества на типичном черноземе в лесостепи Заволжья необходимо применять полное минеральное удобрение в дозе N90 P90 K60, в составе которого в качестве азотного используется жидкое удобрение КАС и проводить предпосевную обработку семян препаратом ЖУСС в дозе 2 кг/т семян.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Несмеянова Н.И., Шоломов Ю.А., Боровкова А.С. Влияние минеральных удобрений, микроэлементов и препаратов нового поколения Черказ и ЖУСС на урожайность и кормовые достоинства кукурузы // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства.: Материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2002. – с. 55 – 56.
2. Боровкова А.С. Качество зеленой массы кукурузы в связи с применением различных форм азотных удобрений и препарата ЖУСС // Проблемы повышения эффективности сельскохозяйственного производства в XXI веке: Материалы конференции. Пенза, 2002. – с. 3 – 4.
3. Несмеянова Н.И., Боровкова А.С. Эффективность предпосевной обработки семян кукурузы хелатной формой микроудобрений (препарат ЖУСС) на типичном черноземе // Агрохимические аспекты повышения продуктивности сельскохозяйственных культур: Материалы конференции. – М.: Агроконсалт. – 2002. – С. 314 – 316.
4. Несмеянова Н.И., Шоломов Ю.А., Боровкова А.С. Применение различных форм азотных удобрений и препарата ЖУСС в посевах кукурузы // Агрохимические аспекты повышения продуктивности сельскохозяйственных культур: Материалы конференции. – М.: Агроконсалт. – 2002. – С. 318 – 320.
5. Несмеянова Н.И., Боровкова А.С. Вынос и коэффициенты использования элементов питания из удобрений растениями кукурузы // Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур: Материалы конференции. – Кинель, 2002. – с. 116 – 118.

2003-А
7031

№ .7031

ЛР № 020444 от 10.03.98 г.
Подписано в печать 2.04.2003.
Формат 60x84 1/16
Бумага типографическая № 1
Усл печ. л. 1
Заказ 199 тираж 100

Ризограф Самарской государственной сельскохозяйственной академии
446442, п Усть-Кинельский, ул Учебная 1