

Медведев Вячеслав Викторович

**ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И
УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС
В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Казань – 2019

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса»

Научный руководитель:	Фомин Владимир Николаевич , доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Официальные оппоненты:	Таланов Иван Павлович , доктор сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет», профессор кафедры агрохимии и почвоведения Жужукин Валерий Иванович , доктор сельскохозяйственных наук, федеральное государственное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», главный научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства кукурузы и трав
Ведущая организация	Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань

Защита состоится «11» июля 2019 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03 на базе ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2. Тел/факс: 8 (846) 634-61-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Самарский ГАУ:<http://ssaa.ru>, с авторефератом – на сайтах ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: <http://vak.ed.gov.ru> и ФГБОУ ВО Самарский ГАУ:<http://ssaa.ru>

Автореферат разослан « ___ » _____ 2019 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Троц Наталья Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Создание устойчивой кормовой базы и увеличение на ее основе производства продуктов животноводства является одним из важных звеньев в успешной реализации программы импортозамещения. В настоящее время большинство хозяйств Республики Татарстан вышли на удой молока от одной коровы более 6000 кг в год. Достижение такой продуктивности стало возможным благодаря скармливанию кукурузного силоса с высоким содержанием сухого вещества, обменной энергии и транзитного крахмала. По своей универсальности кукуруза превосходит почти все кормовые культуры, на корм сельскохозяйственным животным идут зеленая масса, зерно и продукты переработки. Кормовая ценность силоса во многом зависит от содержания початков и зерна в урожае. Качественный силос должен содержать около 30 % сухого вещества, не менее 32 % крахмала, около 20 % сырой клетчатки, иметь коэффициент переваримости органической массы жвачными животными не ниже 75% (Тагиров М.Ш. и др., 2013).

Благодаря высокой продуктивности кукурузы в фазе молочно-восковой спелости, ее положительной отзывчивости на факторы интенсификации, легкой возможности консервирования путем силосования и хорошей кормовой ценности кукурузного силоса эта культура практически вытеснила из севооборотов другие кормовые культуры.

В связи с появлением на рынке семян ранних гибридов кукурузы, возникла необходимость для повышения концентрации в корме обменной энергии оптимизировать технологию возделывания кукурузы.

Степень разработанности темы. Приемы возделывания кукурузы в разные годы изучались многими учёными (Азаров В.В., 2014; Акинчин А.В. и др., 2012; Багринцева В.Н., 2014; Васин В.Г., и др., 2005; Дроздова В.В., Редина Н.Е., 2016; Корчагин В.А., 2014; Кшникаткина А.Н., 2014; Михайлова М.Ю., 2016., Нафиков М.М., Хафизова А.Р., 2010; Сотченко В.С., 2012; Семина С.А., 2014; Фомин В.Н., Габдрахманов И.Х., Медведев В.В., 2016 и другие авторы), но полевые опыты и лабораторные исследования были проведены в различных природно-климатических зонах, в связи с чем они требуют уточнения в лесостепи Среднего Поволжья.

Цель и задачи исследований – повышение продуктивности кукурузы на основе применения различных схем удобрений и способов обработки почвы при возделывании на силос в условиях глобального потепления климата.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние приемов возделывания кукурузы на рост и развитие растений, пищевой и водный режимы почв;
- установить параметры фотосинтетической деятельности растений в посевах в зависимости от изучаемых агроприемов;
- определить продуктивность кукурузы при выращивании на силос при различных схемах внесения удобрений;
- установить влияние способа обработки почвы на физические и агрохимические свойства почвы;
- дать оценку урожайности и кормовым характеристикам;
- рассчитать экономическую эффективность и дать энергетическую оценку изучаемым технологическим приемам возделывания кукурузы на силос.

Научная новизна. Для условий Среднего Поволжья в результате комплексных исследований выявлены лучшие способы обработки почвы на разных фонах питания на примере среднераннего гибрида кукурузы Машук 250 СВ. Установлены закономерности роста и развития, фотосинтетические параметры фотосинтетической деятельности посевов. Определены физические и агрохимические показатели почвы и закономерности формирования кормовых достоинств зеленой массы кукурузы в зависимости от изучаемых приемов.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что на основе полевых экспериментов выявлены лучшие способы обработки почвы на различный уровень продуктивности позволяющие управлять формированием устойчивых агроценозов кукурузы и обеспечивающие получение запланированных урожаев с хорошими кормовыми характеристиками.

Методология и методы исследования. Методология научных исследований включала методы сравнения, обобщения, анализ, синтез, а так же полевые опыты и лабораторные эксперименты, наблюдения, измерения, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Положения, выносимые на защиту:

-особенности роста и развития раннеспелого гибрида кукурузы в зависимости от приемов возделывания;

- способы основной обработки почвы на выщелоченных черноземах Среднего Поволжья;

- показатели пищевого и водного режимов почвы в посевах кукурузы;

-параметры показателей фотосинтетической деятельности растений кукурузы при различных способах обработки почвы и схем применения удобрений;

- урожайность и кормовые достоинства кукурузы в зависимости от изучаемых агроприёмов;

- химический состав и вынос элементов питания.

Достоверность результатов исследований подтверждаются современными методами проведения исследований в полевых опытах, необходимым количеством наблюдений, учетов и анализов, результатами статистической обработки экспериментальных данных.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы апробировались на Международных научно-практических конференциях (Казань, 2016, 2017, 2018), Всероссийских (Казань, 2017), научных конференциях профессорско-преподавательского состава Татарского института переподготовки кадров агробизнеса» (2016-2018 гг.).

Результаты исследований прошли производственную проверку в колхозе «Родина» Алексеевского муниципального района Республики Татарстан на площади 270 га, что подтверждается актом внедрения, с общим экономическим эффектом 1357 тыс. рублей.

Публикации. По результатам научных исследований опубликовано 9 работ, из них – 3, в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Текст диссертации изложен на 134 страницах. Работа включает введение, четыре главы, заключение и предложения производству. В работе представлены 28 таблиц, 7 рисунков и приложения. Список использованной литературы содержит 186 наименований, в том числе 9 иностранных авторов.

Личный вклад автора: заключается в постановке целей и задач исследований, выборе методик проведения учетов, анализов, закладке полевых опытов, обработке экспериментальных данных, подготовке диссертации, внедрении результатов в аграрное производство.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

Проведен анализ источников научной литературы отечественных и зарубежных исследователей о состоянии изученных вопросов технологии возделывания кукурузы на силос, влияние основной обработки почвы и применения различных удобрений на формирование урожайности зеленой массы, сухого вещества и качественные показатели.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная работа проведена в 2014-2016 гг. на выщелоченном черноземе Закамья Алексеевского муниципального района Республики Татарстан.

Почва опытного поля – выщелоченный чернозем. В пахотном слое в разные годы содержалось: гумуса по Тюрину – 5,8-6,2%, щелочно-гидролизуемого азота по Корнфилду – 85-90 мг/кг, подвижного фосфора – 162-165, обменного калия (по Чирикову) – 185-190 мг/кг почвы, рН сол. – 5,7-5,9.

Схема опыта: Фактор (А) – способ обработки почвы: 1. Вспашка (контроль); 2. Безотвальная обработка.

Фактор (В) – фон минерального питания: 1. Без удобрений (контроль); 2. NPK на 40 т/га з/м; 3. РК – фон; 4. Фон + N₄₀ (безвод. аммиак); 5. Фон + N₆₀ (безвод. аммиак); 6. Фон + N₈₀ (безвод. аммиак); 7. Фон + N₁₀₀ (безвод. аммиак); 8. Фон + N₁₂₀ (безвод. аммиак). Расположение делянок систематическое. Повторность опыта трехкратная. Общая площадь делянки – 263 м², учетная – 200 м². В опыте использовали трехлинейный гибрид кукурузы Машук 250 СВ силосного и зернового направления использования. Предшественник – однолетние травы.

Расчет доз минеральных удобрений на 40 т/га зеленой массы осуществлялся расчетно-балансовым методом. В 2014 г. они были равны N₈₂K₆₂; в 2015 г. – N₈₈K₆₈; в 2016 г. – N₉₂K₆₇.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КОРМОВЫЕ ДОСТОИНСТВА КУКУРУЗЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА СИЛОС

Физические свойства почвы. В наших исследованиях плотность сложения пахотного слоя почвы в период вегетации кукурузы в большей степени изменялась в зависимости от способов основной обработки почвы, в меньшей – от уровня питания. Так плотность почвы перед посевом и перед уборкой была выше на варианте с безотвальной обработкой по всем слоям пахотного слоя почвы (табл. 1), однако она находилась в пределах оптимального уровня, необходимого для роста и развития кукурузы. Если перед посевом плотность сложения почвы в слое 0-10 см при безотвальной обработке почвы на не удобренном фоне составила 1,07 г/см³, в слое 10-20 см – 1,15 и в слое 20-30 см – 1,20 г/см³.

Превышение относительно вариантов вспашки по слоям почвы составило соответственно 0,01; 0,04; 0,03 г/см³. Перед уборкой кукурузы плотность пахотного слоя составила 1,18; 1,25; 1,32 г/см³, что превышало контроль соответственно на 0,02; 0,03 и 0,03 г/см³. С увеличением глубины обработки почвы плотность почвы увеличилась при всех способах обработки почвы. Если при вспашке на контроле плотность почвы в слое 0-10 см была равна 1,06 г/см³, то в слое 10-20 см она составляла 1,11 г/см³ и в слое 20-30 см – 1,17 г/см³. Фон питания на плотность почвы большого влияния не оказал.

В прямой зависимости от плотности почвы находилось и твердость почвы. Увеличение твердости почвы от посева к уборке по всем слоям пахотного слоя прослеживалось во все годы исследований (табл. 2).

На не удобренном фоне на глубине 0-10 см твердость почвы по вспашке (в среднем за 3 года) в фазе всходов составила 8,6 кг/см², по безотвальной обработке – 12,4 кг/см². На глубине 10-20 см эти показатели составили соответственно 22,4 и 24,3 кг/см². С углублением пахотного слоя ее показатели увеличивались, а разница между вариантами обработки была более значительной. Так на глубине 30 см эти показатели составили, соответственно, 26,3 и 28,3 кг/см².

Таблица 1 – Плотность сложения почвы в годы проведения опытов, 2014-2016 гг., г/см³

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Перед посевом			Перед уборкой		
		0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см	10-20 см	20-30 см
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	1,06	1,11	1,17	1,16	1,22	1,29
	НРК на 40 т/га з/м	1,07	1,12	1,18	1,17	1,23	1,31
	РК – Фон	1,07	1,12	1,18	1,18	1,26	1,37
	Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	1,07	1,11	1,17	1,17	1,23	1,30
	Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	1,07	1,10	1,7	1,18	1,24	1,31
	Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	1,06	1,10	1,17	1,18	1,26	1,30
	Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	1,06	1,10	1,18	1,19	1,26	1,33
	Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	1,06	1,10	1,18	1,19	1,26	1,34
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	1,07	1,15	1,20	1,18	1,25	1,32
	НРК на 40 т/га з/м	1,08	1,14	1,21	1,19	1,27	1,34
	РК – Фон	1,08	1,14	1,21	1,19	1,27	1,34
	Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	1,07	1,13	1,22	1,19	1,29	1,35
	Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	1,07	1,15	1,22	1,20	1,29	1,35
	Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	1,07	1,15	1,22	1,20	1,30	1,36
	Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	1,07	1,15	1,23	1,21	1,30	1,36
	Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	1,07	1,15	1,23	1,21	1,33	1,36

Таблица 2– Твердость почвы в зависимости от изучаемых агроприёмов, 2014-2016 гг., кг/см²

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Перед посевом			Перед уборкой		
		0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см	10-20 см	20-30 см
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	8,6	22,4	26,3	15,1	24,9	36,7
	НРК на 40 т/га з/м	8,8	23,1	26,8	15,4	25,2	37,5
	РК – Фон	8,7	23,8	27,4	15,9	26,5	37,9
	Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	8,5	23,5	26,7	15,2	26,2	38,4
	Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	8,4	23,2	26,4	15,4	26,8	38,6
	Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	8,4	23,4	27,6	15,8	27,1	38,5
	Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	8,3	23,4	27,1	15,3	27,6	38,9
	Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	8,0	23,9	27,4	15,5	27,6	38,8
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	12,4	24,3	28,3	17,3	28,3	39,3
	НРК на 40 т/га з/м	12,6	24,9	29,5	17,9	28,6	39,6
	РК – Фон	12,9	24,9	29,3	18,5	28,2	39,7
	Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	12,6	25,2	28,4	18,7	29,3	39,4
	Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	12,9	25,6	28,8	18,9	28,6	40,5
	Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	13,3	26,1	28,1	18,8	29,1	40,7
	Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	13,0	26,4	29,3	18,9	29,7	41,3
	Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	13,6	26,9	29,6	18,9	29,9	41,8

К уборке урожая общая тенденция твердости почвы по вариантам опыта сохранилась. По вспашке на не удобренном фоне в слое 0-10 см она составила 15,1 кг/см², 10-20 см – 24,9 и слое 20-30 см – 36,7 кг/см². На вариантах безотвальной обработки на аналогичных вариантах она была равна соответственно – 17,3, 28,3 и 39,3 кг/см². Превышение составило по сравнению со вспашкой 2,2, 3,40 и 2,60 кг/см².

Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления. Способы основной обработки почвы и удобрения оказали влияние, как на суммарное водопотребление, так и коэффициент водопотребления (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние удобрений и способов основной обработки почвы на суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления кукурузы, 2014-2016 гг.

Способ обработки	Фон питания	Суммарное водопотребление, т/га	Коэффициент водопотребления, т/т
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	1857	139
	НРК на 40 т/га з/м	1917	55
	РК – Фон	1897	91
	Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	1880	67
	Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	1903	59
	Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	1933	52
	Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	1956	51
	Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	1957	49
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	1897	153
	НРК на 40 т/га з/м	1920	59
	РК – Фон	1867	101
	Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	1903	75
	Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	1910	64
	Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	1947	57
	Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	1963	54
	Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	1970	52

	2014 г.	2015 г.	2016 г.
НСР ₀₅ А	35,28	2,66	5,20
НСР ₀₅ В	36,53	7,92	4,87
НСР ₀₅ АВ	58,72	10,56	7,5

Результаты трехлетних исследований показали, что способы основной обработки почвы большого влияния на суммарное водопотребление не оказали. Если при вспашке на без удобренном фоне суммарное водопотребление составило 1857 т/га, то при безотвальной обработке оно составило 1897 т/га. С внесением удобрений расход влаги на 1 га увеличивался. В варианте НРК на 40 т/га зеленой массы оно составило 1917 т/га (или на 3,45 % выше), а варианте Фон + N₁₂₀ расход составил 1957 т/га, что на 5,4 % выше, чем на контроле.

На аналогичных вариантах при безотвальной обработке почвы он был равен – 1920 и 1970 т/га.

Увеличение доз внесения безводного аммиака с 40 до 120 кг д.в./га на фоне РК способствовало увеличению суммарного водопотребления, как при вспашке, так и безотвальной обработке. При безотвальной обработке данный показатель составил соответственно – 1903 т/га; 1910; 1947; 1963 и 1970 т/га.

Из таблицы 3 видно, что на фоне без удобрений по отвальной вспашке коэффициент водопотребления у кукурузы в среднем за три года (2014-2016 гг.) составил 139 т/т, а при безотвальной обработке – 153 т/т. Удобрения способствовали более экономному расходу влаги на единицу продукции. При вспашке в варианте Фон + N₁₂₀ коэффициент водопотребления составил 55 т/т, а при безотвальной обработке – 59 т/т.

Внесение удобрений способствовало общему снижению потребления продуктивной влаги на формирование единицы урожая по всем вариантам обработки почвы.

В вариантах удобрений, где вносился только калий коэффициент водопотребления был выше, по сравнению с вариантами, где вносились наряду с калием еще и азот.

Густота стояния растений и полевая всхожесть семян. Основным признаком получения хорошего урожая является высокая всхожесть семян растений, которая обеспечит оптимальную густоту стояния растений, обеспечивающую достижение поставленной цели.

На результаты полевой всхожести, как показали наши исследования большее влияние оказали климатические условия в годы проведения исследований, меньшее удобрения и способ обработки почвы.

В среднем за три года при отвальной вспашке на без удобренном фоне полевая всхожесть составила 95,0 % (7,6 шт./м²), а на фоне НРК на 40 т/га зеленой массы 96,2 % (7,6 шт./м²). При увеличении норм внесения азота до 100 и 120 кг д.в./га (6 и 7 варианты) полевая всхожесть составила соответственно 93,8 и 92,5 %, что ниже по сравнению с без удобренным фоном на 1,2 и 2,5 %.

При безотвальной обработке на контроле на 1 кв.м. насчитывалось 7,5 растений, в варианте НРК на 40 т/га зеленой массы – 7,6, на фоне РК – 7,5, в четвертом варианте (Фон + N₄₀) – 7,5, в пятом (Фон + N₆₀) и в шестом (Фон + N₈₀) – 7,6, в седьмом – (Фон + N₄₀) – 7,5 и восьмом варианте – 7,4 шт./м².

Полевая всхожесть на аналогичных вариантах составила соответственно – 93,8; 95,0; 93,8; 93,8; 95,0; 95,0; 93,8 и 92,5 %.

Способы основной обработки почвы большого влияния на густоту стояния растений и полевую всхожесть не оказали.

Засоренность посевов. Посевы кукурузы в годы проведения опытов были, в основном, засорены куриным просом, овсюгом, щирицей запрокинутой, щетинником сизым, марью белой и осотом полевым.

Низкой засоренностью отличались варианты без внесения удобрений как по всходам (27-33 шт./м²), так и во время уборки (19-25 шт./м²) по отвальной вспашке. При безотвальной обработке почвы наблюдалась та же закономерность, но засоренность посевов кукурузы была на 16-18 шт./м² больше, чем по отвальной вспашке (рис. 1).

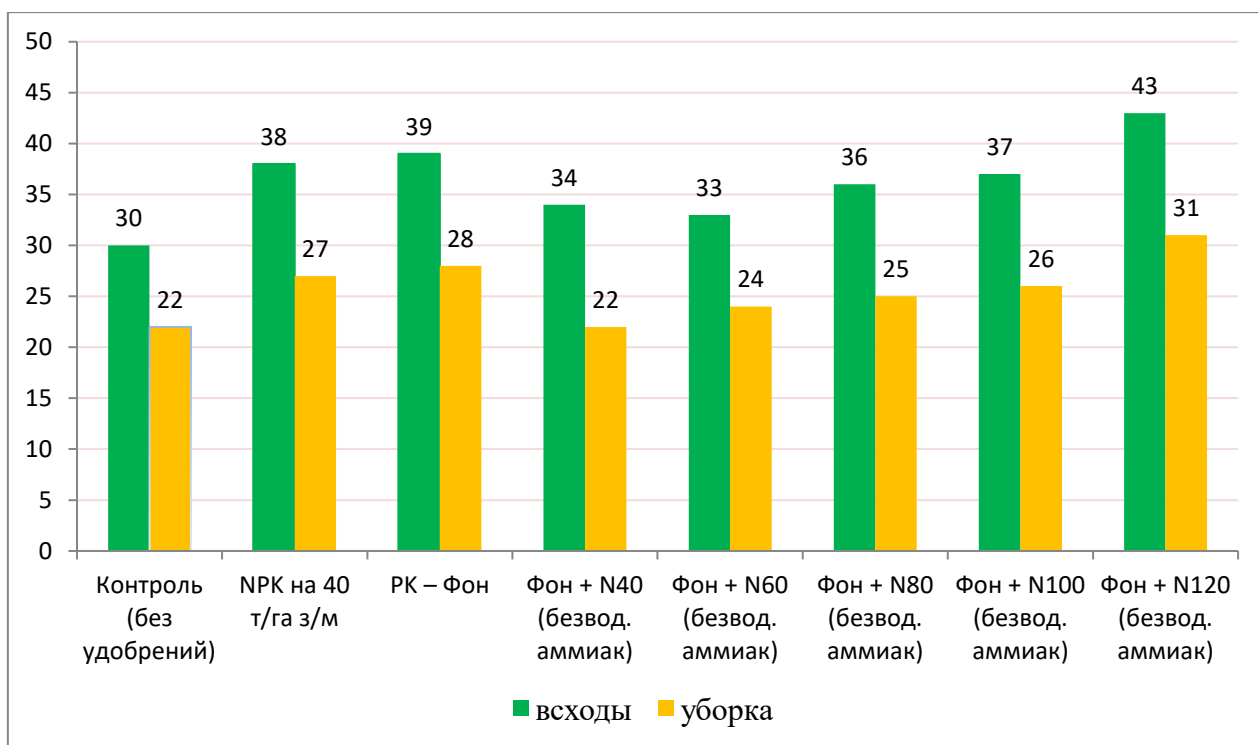
На фонах внесения удобрений засоренность была выше, чем на контроле, как по отвальной вспашке, так и при безотвальной обработке.

Из трех лет исследований наибольшая засоренность посевов по вспашке отмечалась в 2016 году на варианте Фон + N₁₂₀ (безводный аммиак) – 44 шт./м², что выше чем на контроле на 33,3 %. С увеличением доз внесения безводного аммиака засоренность посевов возрастала как по вспашке, так и безотвальной обработке.

Изучаемые способы основной обработки почвы и фон питания оказали влияние и на воздушно-сухую массу сорных растений. Во все годы исследований наименьшей она была на не удобренном фоне. По вспашке она составляла в среднем три года 22,8 г/м², а по безотвальной обработке 33,6 г/м², что на 47,4 % выше.

Наибольшей масса сорных растений по отвальной вспашке была на варианте Фон + N₁₂₀ (безводный аммиак) и составила 34,6 г/м², при безотвальной обработке на варианте Фон + N₈₀ (безвод. аммиак) – 46,6 г/м².

Вспашка



Безотвальная обработка

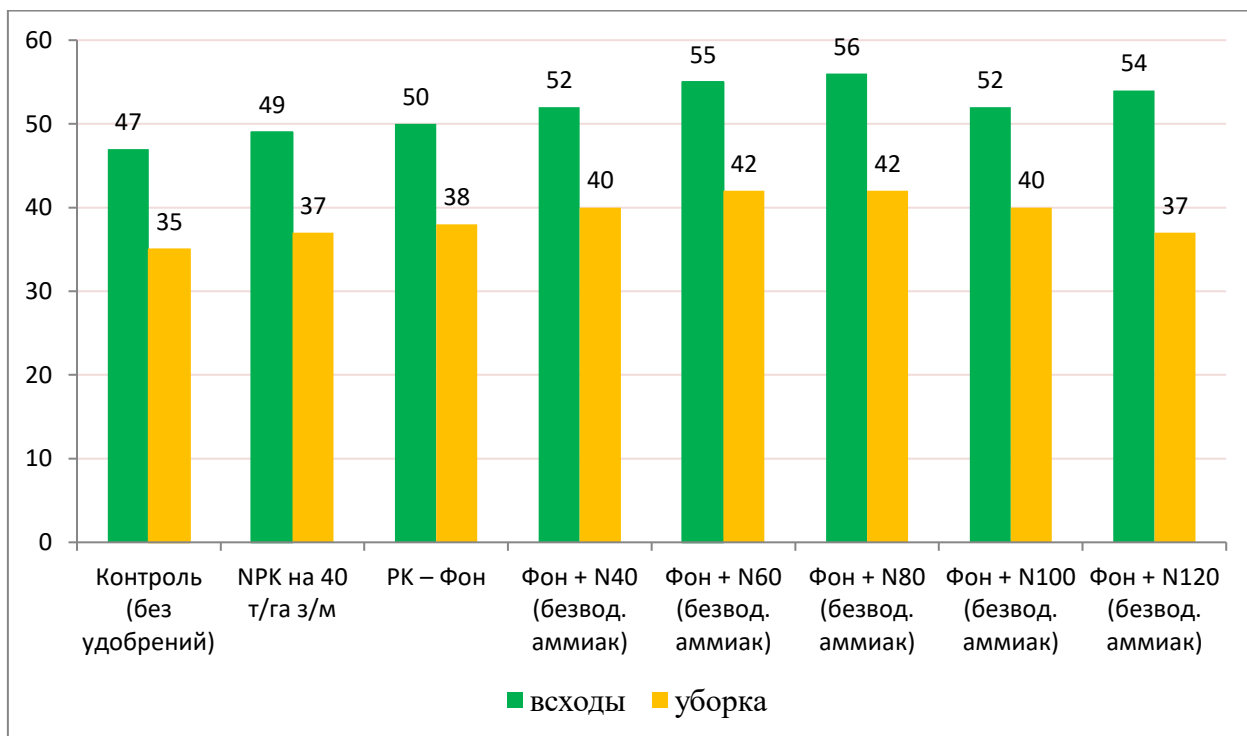


Рисунок 1 – Засоренность посевов кукурузы в среднем за 2014-2016 гг., шт./м²

Фотосинтетическая деятельность посевов. Площадь листьев довольно мобильный показатель фотосинтетической деятельности растений. Она зависит от продолжительности вегетационного периода гибридов, количества и размера листьев на главном стебле, обеспеченности растений необходимыми элементами питания и условий освещенности.

На формирование листовой поверхности влияние оказывают многие факторы, среди которых большое значение имеют метеорологические условия и уровень питания.

В наших опытах величина листовой поверхности в большей степени зависела от уровня питания и метеорологических условий, в меньшей степени – от способов обработки почвы.

В среднем за три года листовая поверхность растений кукурузы в фазе всходов при вспашке на фоне без удобрений составила 4,9 тыс. м²/га, а при безотвальной обработке – 4,7 тыс. м²/га. Удобрения оказали положительное влияние на площадь листовой поверхности при всех способах обработки почвы. В варианте NPK на 40 т/га зеленой массы по вспашке листовая поверхность увеличилась практически в два раза и составила 10,3 тыс. м²/га. С увеличением доз внесения азота по вспашке с 40 до 120 кг д.в./га листовая поверхность увеличилась с 8,6 до 11,9 тыс. м²/га, а по безотвальной обработке с 8,4 до 11,3 тыс. м²/га.

В фазе 7-8-листьев листовая поверхность по вспашке в зависимости от фона питания увеличилась с 15,7 до 24,4 тыс. м²/га (или в 1,55 раза). По безотвальной обработке она была несколько ниже.

Максимальная листовая поверхность сформировалась в фазе выметывания по всем вариантам опыта. По вспашке на контроле она составила 24,4 тыс. м²/га, в варианте NPK на 40 т/га зеленой массы – 35,6, на фоне РК – 28,4 и в варианте Фон + N₁₂₀ она возросла до 37,2 тыс. м²/га (или на 52,5 %). На вариантах безотвальной обработки она составила – 23,8, 34,5, 36,5, 37,2 тыс. м²/га.

Наибольшая листовая поверхность в среднем за три года в опыте была по вспашке в варианте Фон + N₁₂₀ и составила 37,2 тыс. м²/га.

Внесение удобрений способствовало увеличению листовой поверхности во все годы исследований.

Одним из главных показателей фотосинтетической деятельности посевов является листовая фотосинтетический потенциал (ЛФП).

В наших исследованиях ЛФП имел ту же самую динамику, что листовая поверхность. Суммарный ЛФП посевов кукурузы за вегетацию в среднем за три года по отвальной вспашке в зависимости от фона питания варьировал от 1471,1 до 2543,7 тыс. м²/га.в сутки, а по безотвальной обработке от 1380,8 до 2390,9 тыс. м²/га. в сутки (табл. 4).

Внесение удобрений увеличивало значение ЛФП. Максимальный ЛФП за вегетацию получен по вспашке в варианте Фон + N₁₂₀ и составил – 2543,7 тыс. м²/га. в сутки. С увеличением внесения безводного аммиака с 40 до 120 кг д.в./га листовой фотосинтетический потенциал возрастал, особенно при высоких (N₁₀₀₋₁₂₀) дозах внесения. При внесении только калия без азота он значительно снижался, что еще раз подтверждает роль азота в получении высоких урожаев зеленой массы кукурузы. Если на фоне РК по вспашке он составил 1754,1 тыс. м²/га. в сутки, то на фоне NPK на 40 т/га зеленой массы он был равен 2215,3 и варианте Фон+ N₁₂₀ он возрос до 2543,7 тыс. м²/га. в сутки.

Несколько ниже ЛФП сформировался по безотвальной обработке и составил соответственно 1625,8, 2095,5 и 2390,9 тыс. м²/га. в сутки.

Среди трех лет исследований наибольший листовая фотосинтетический потенциал сформировался в 2015 г., несколько ниже он был в 2016 г. Наименьший ЛФП сформирован в 2014 г.

Таблица 4 – Фотосинтетический потенциал посевов кукурузы при выращивании на силос, тыс. м² сутки/га, 2014-2016 гг.

Факторы		Фаза развития растений				
Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Посев-всходы	Всходы-7-8 листьев	7-8 листьев-выметывание	Выметывание-молочная спелость	Суммарный фотосинтетический потенциал посевов
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	25,3	274,6	569,8	601,4	1471,1
	НРК на 40 т/га з/м	61,9	451,9	841,1	860,4	2215,3
	РК – Фон	42,1	349,7	664,2	698,1	1754,1
	Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	49,7	400,5	768,7	776,7	1995,6
	Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	54,2	431,3	809,8	814,3	2109,6
	Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	67,2	477,9	858,9	867,4	2271,4
	Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	71,3	504,8	922,6	927,3	2426,0
	Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	75,1	525,8	968,4	974,4	2543,7
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	25,6	263,7	527,7	563,8	1380,8
	НРК на 40 т/га з/м	61,2	417,3	793,9	823,1	2095,5
	РК – Фон	40,5	327,1	612,2	646,0	1625,8
	Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	47,4	374,3	718,3	731,9	1871,9
	Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	51,0	402,2	776,5	767,4	1997,1
	Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	62,5	444,2	825,2	816,2	2148,7
	Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	67,5	468,4	881,6	882,3	2299,8
	Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	69,4	492,8	912,7	916,0	2390,9

Урожайность кукурузы. В среднем за три года исследований на безудобренном фоне урожайность зеленой массы кукурузы по вспашке составила 14,03 т/га. На фоне, рассчитанном на 40 т/га зеленой массы, собрано по 36,17 т/га. На третьем варианте (РК – фон) получено 22,0 т/га (табл. 5).

При внесении безводного аммиака в дозе 40 кг д. в./га на фоне калийных удобрений урожайность составила 28,06 т/га, при 60 – 33,06 т/га, при 80 – 37,46, при 100 – 39,16 и при 120 кг д.в./га – 40,63 т/га.

Прибавка от удобрений на варианте РК (фон) составила 7,97 т/га, Фон+N₄₀ – 14,03, Фон+N₆₀ – 19,03, Фон+N₈₀ – 23,43, Фон+N₁₀₀ – 25,16, Фон+N₁₂₀ – 26,60 т/га.

На вариантах безотвальной обработки урожайность получена ниже, чем по вспашке.

Максимальная урожайность зеленой массы кукурузы в опыте получена при вспашке на варианте фон+N₁₂₀ и составила – 40,63 т/га. На аналогичном варианте при безотвальной обработке получено 38,70 т/га.

Наибольшую отдачу от единицы азота имели делянки, где было внесено на фоне РК по 80 кг д.в. азота в виде безводного аммиака на гектар. Оплата 1 кг д.в. удобрений на данном варианте при вспашке составила 159 кг зеленой массы, а при отвальной обработке 151 кг. При дальнейшем повышении дозы азота до 100-120 кг д.в./га она уменьшалась и составила при вспашке на варианте Фон+N₁₀₀ – 151 и Фон+N₁₂₀ – 142 кг. На аналогичных вариантах при безотвальной обработке она составила соответственно 144 и 137 кг. При дальнейшем повышении доз внесения безводного аммиака до 100 и 120 кг д.в./га она снижалась как при вспашке, так и при безотвальной обработке. При внесении удобрений по расчету на 40 т/га зеленой массы кукурузы при вспашке она была равна 144 и при безотвальной обработке 133 кг.

Экономическая и энергетическая эффективность. Самый высокий чистый доход и уровень рентабельности в опыте в среднем за три года получены по вспашке в варианте Фон + N₈₀ и составили соответственно 10279 руб./га, при рентабельности 111,7 % и себестоимости 24,5 руб./ц. На втором месте был вариант НРК на 40 т/га зеленой массы, где эти показатели составили – 9758 руб./га; 107,8 % и 25,0 руб./ц.

На аналогичных вариантах без отвальной обработки эти показатели были ниже и составили соответственно 9620 руб./га; 110,5 % и 24,7 руб./ц.; 8986 руб./га, 106,3 % и 25,2 руб./ц. С увеличением доз внесения безводного аммиака свыше 100-120 кг д.в./га, снижались чистый доход, уровень рентабельности и повышалась себестоимость единицы продукции.

Самый низкий чистый доход (2710 руб./га) и уровень рентабельности 66,9% получены при без отвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

При определении энергетической эффективности определялись: содержание энергии в хозяйственно ценно части урожая (МДж./га); затраты совокупной энергии (МДж./га) и коэффициент энергетической эффективности.

Наибольший в опыте коэффициент энергетической эффективности был получен по вспашке в варианте Фон + N₈₀ и составили соответственно 3,70. Несколько ниже – 3,57 он был в варианте НРК на 40 т/га зеленой массы. С увеличением норм внесения безводного аммиака до 100-120 кг д.в./га он составил 3,53 и 3,50. Самый низкий коэффициент энергетической эффективности был по безотвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

Таблица 5 – Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от способов обработки почвы и удобрений, т/га

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средняя	Прибавка от удобрений, т/га	Оплата 1кг д.в. удобрений, кг
Вспашка (к)	1. Контроль (без удобрений)	12,1	15,3	14,7	14,03	-	-
	2. НРК на 40 т/га з/м	32,7	39,5	36,3	36,17	22,14	144
	3. РК – Фон	18,7	26,7	20,6	22,00	7,97	119
	4. Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	25,8	30,0	28,1	28,06	14,03	131
	5. Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	30,1	35,7	33,4	33,06	19,03	150
	6. Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	34,7	40,5	37,2	37,46	23,43	159
	7. Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	36,8	41,6	39,1	39,16	25,16	151
	8. Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	37,6	43,8	40,5	40,63	26,60	142
Безотвальная обработка	1. Контроль (без удобрений)	11,1	14,1	13,8	13,00	-	-
	2. НРК на 40 т/га з/м	29,8	37,1	33,7	33,53	20,53	133
	3. РК – Фон	16,3	24,3	18,4	19,66	6,66	99
	4. Фон + N ₄₀ (безвод. аммиак)	23,7	28,1	26,4	26,06	13,06	122
	5. Фон + N ₆₀ (безвод. аммиак)	27,8	33,2	31,7	30,90	17,90	141
	6. Фон + N ₈₀ (безвод. аммиак)	32,6	38,1	35,0	35,23	22,23	151
	7. Фон + N ₁₀₀ (безвод. аммиак)	35,4	39,2	36,4	37,00	24,00	144
	8. Фон + N ₁₂₀ (безвод. аммиак)	35,3	41,7	39,1	38,70	25,70	137

НСР ₀₅ А	0,666	1,024	0,380
НСР ₀₅ В	0,802	0,777	1,043
НСР ₀₅ АВ	0,783	0,614	0,826

ВЫВОДЫ

1. В условиях Среднего Поволжья можно получить запланированные урожаи зеленой массы кукурузы до 40 т/га, для чего необходимо внести сбалансированные нормы удобрений и правильно выбрать способ обработки почвы.

2. Установлена прямая зависимость суммарного водопотребления от количества выпавших осадков в период вегетации и уровня питания. Чем больше осадков выпадает в период вегетации и выше уровень питания, тем выше расход влаги с 1 га. Внесение минеральных удобрений и безводного аммиака способствует экономному расходованию влаги и снижению коэффициента водопотребления.

3. Физические свойства почвы в большей степени зависели от способа обработки почвы, в меньшей – от удобрений. По всем вариантам опыта с увеличением глубины взятия проб, начиная, от посева до уборки кукурузы прослеживалось увеличение плотности сложения почвы.

Если перед посевом плотность сложения почвы в слое 0-10 см при безотвальной обработке почвы на не удобренном фоне составила 1,07 г/см³, в слое 10-20 см – 1,15 и в слое 20-30 см – 1,20 г/см³. Превышение относительно вариантов вспашки по слоям почвы составило соответственно 0,01; 0,04; 0,03 г/см³. Перед уборкой кукурузы плотность пахотного слоя составила 1,18; 1,25; 1,32 г/см³, что превышало контроль соответственно на 0,02; 0,03 и 0,03 г/см³.

Фон питания на плотность почвы большого влияния не оказал. Твердость сложения почвы имела ту же динамику, что и плотность сложения почвы.

4. Внесение минеральных удобрений способствует увеличению фотометрических параметров посевов кукурузы. Наименьшими они были на контроле независимо от способа обработки почвы. Максимальная листовая поверхность сформировалась в фазе выметывания по всем вариантам опыта. По вспашке на контроле она составила 24,4 тыс. м²/га, в варианте НК на 40 т/га зеленой массы – 35,6, на фоне РК – 28,4 и в варианте Фон + N₁₂₀ она возросла до 37,2 тыс. м²/га (или на 52,5 %). На вариантах безотвальной обработки она составила – 23,8; 34,5; 36,5 и 37,2 тыс. м²/га.

Наибольшая листовая поверхность в среднем за три года в опыте была по вспашке в варианте Фон + N₁₂₀ и составила 37,2 тыс. м²/га.

5. Самая низкая засоренность посевов кукурузы отмечена в вариантах вспашки, наибольшая – при безотвальной обработке. Внесение удобрений повышало численность и массу сорных растений.

6. В среднем за три года исследований на безудобренном фоне урожайность зеленой массы кукурузы по вспашке составила 14,03 т/га. На фоне, рассчитанном на 40 т/га зеленой массы, собрано по 36,17 т/га. На третьем варианте (РК – фон) получено 22,0 т/га. При внесении безводного аммиака в дозе 40 кг д.в./га на фоне калийных удобрений урожайность составила 28,06 т/га, при 60 – 33,06 т/га, при 80 – 37,46, при 100 – 39,16 и при 120 кг д.в./га – 40,63 т/га. На вариантах безотвальной обработки урожайность получена ниже, чем по вспашке.

Наибольшую отдачу от единицы вносимого азота имели деланки, где было внесено на фоне РК по 80 кг д.в. N в виде безводного аммиака на гектар.

7. На химический состав зеленой массы кукурузы большее влияние оказали удобрения, меньшее – способы обработки почвы.

В среднем за три года исследований, содержание азота в зеленой массе кукурузы по вспашке, находилось в пределах 3,03-3,85%, фосфора – 0,45-0,71 и калия – 1,71-1,98%, по безотвальной обработке соответственно – 3,01-3,83; 0,43-0,69 и 1,69-1,97 %. С увеличением удобренного фона содержание элементов питания в зеленой массе кукурузы возрастало.

За годы проведения опытов в течении трех лет на без удобренном фоне в зеленой массе кукурузы по вспашке содержалось азота 3,03 %. На фоне, рассчитанном на 40 т/га зеленой массы 3,41, на третьем варианте (РК – фон) оно составляло 3,14 %.

При внесении безводного аммиака в дозе 40 кг д.в./га на фоне калийных удобрений в зеленой массе азота содержалось – 3,34 %, при 60 – 3,41, при 80 – 3,43, при 100 – 3,76 и при 120 кг д.в./га – 3,85 % (превышение относительно без удобренного фона составило – 0,82 %).

8. Максимальный вынос NPK наблюдался по вспашке в варианте Фон + N₁₂₀, на втором месте среди удобренных фонов был вариант Фон + N₁₀₀ и на третьем NPK на 40 т/га зеленой массы. С увеличением доз внесения безводного аммиака с 40 до 120 кг д.в./га вынос элементов питания возрастал. Несколько ниже показатели выноса элементов питания были в вариантах безотвальной обработки.

9. Наибольший чистый доход и уровень рентабельности в опыте в среднем за три года, получены по вспашке в варианте Фон + N₈₀ и составили соответственно 10279 руб./га, при рентабельности 111,7 % и себестоимости 24,5 руб./ц. На втором месте был вариант NPK на 40 т/га зеленой массы, где эти показатели составили – 9758 руб./га; 107,8 % и 25,0 руб./ц.

На аналогичных вариантах без отвальной обработки эти показатели были ниже и составили соответственно 9620 руб./га; 110,5 % и 24,7 руб./ц.; 8986 руб./га, 106,3 % и 25,2 руб./ц. С увеличением доз внесения безводного аммиака свыше 100-120 кг д.в. га, снижались чистый доход, уровень рентабельности и повышалась себестоимость единицы продукции.

Относительно низкий чистый доход (2710 руб./га) и уровень рентабельности – 66,9% получены при без отвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

Сравнительно высокий в опыте коэффициент энергетической эффективности был получен по вспашке в варианте Фон + N₈₀ и составил, соответственно, 3,70. Несколько ниже – 3,57 он был в варианте NPK на 40 т/га зеленой массы. С увеличением норм внесения безводного аммиака до 100-120 кг д.в./га он составил 3,53 и 3,50. Самый низкий коэффициент энергетической эффективности наблюдался по безотвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Из способов основной обработки почвы под кукурузу предпочтение следует отдавать отвальной вспашке,

2. В условиях Среднего Поволжья на выщелоченных черноземах при планировании урожаев 40 т/га зеленой массы кукурузы на фоне расчехленных норм фосфора и калия необходимо вносить безводный аммиак в дозах 60-80 кг д.в./га, при повышении доз внесения свыше 100-120 кг, применение его экономически не оправдано.

СПИСОК

работ соискателя, опубликованных по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Медведев, В.В. Эффективность внесения различных видов азотных удобрений под зерновые культуры и кукурузу /В.В. Медведев, В.Н. Фомин, Н.М. Якушкин, М.М. Нафиков // Научная жизнь. – 2017. – № 2. – С. 20-26.

2. Медведев, В.В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на динамику влажности почвы, водопотребление и урожайность кукурузы при выращивании на силос / В.Н. Фомин, М.М. Нафиков, В.В. Медведев, Д.В. Якимов // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 12. – С. 12-16.

3. Медведев, В.В. Влияние приемов обработки почвы и удобрений на урожайность и засоренность посевов кукурузы / В.Н. Фомин, М.М. Нафиков, В.В. Медведев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 4-2. – С. 75-79.

Научные статьи, опубликованные в других изданиях:

4. Медведев, В.В. Эффективность различных видов азотных удобрений под кукурузу / В.Н. Фомин, В.В. Медведев // Сборник научных статей. Выпуск 10. – Казань: изд-во «Бриг», 2016. – С. 271-273.

5. Фомин, В.Н. Опыт возделывания маргинальных культур в условиях РТ / В.Н. Фомин, И.Х. Габдрахманов, В.В. Медведев // Сборник научных статей. Выпуск 10. – Казань: изд-во «Бриг», 2016. – С.204-209.

6. Медведев, В.В. Продуктивность кукурузы в зависимости от видов, доз и сроков внесения минеральных удобрений / В.В. Медведев, В.Н. Фомин, М.М. Нафиков // Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов / сборник научных трудов, посвященный 10-ти летнему юбилею кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ. – Казань: изд-во ООО «КОМПАНИЯ АСТОРИЯ», 2017. – С. 49-53.

7. Медведев, В.В. Продуктивность кукурузы в зависимости от видов и доз азотных удобрений, сроков их внесения / В.В. Медведев, В.Н. Фомин, М.М. Нафиков // Проблемы инновационного развития АПК: кадры, технологии, эффективность. Сборник научных статей. Выпуск 11. – Казань: изд-во «Бриг», 2017. – С. 290-295.

8. Медведев, В.В. Продуктивность кукурузы в зависимости от приемов обработки почвы и внесения удобрений / В.Н. Фомин, М.М. Нафиков, В.В. Медведев // Точки роста эффективности АПК в условиях нестабильного рынка. Сборник научных статей. Выпуск 12. – Казань: изд-во «Бриг», 2018. – С. 210-215.

9. Медведев, В.В. Продуктивность кукурузы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений / В.В. Медведев, В.Н. Фомин, М.М. Нафиков // В книге: Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции: в 2 кн. – Барнаул: изд-во: Алтайский ГАУ. - 2018. – С. 361-363.

ЛР №020444 от 10.03.98 г.

Подписано в печать 7.05.2019 г.

Формат 60x84 1/16. Печ.л.1 Заказ № ____.

Тираж 100 экз.

Редакционно-издательский центр Самарского ГАУ.
446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский,
ул. Учебная 2.

Тел.: 8-(846-63) 46-2-44, 46-2-47. Факс: 46-2-44. E-mail: ssaariz@mail.ru