

На правах рукописи

ПРОХОРОВА ЛЮБОВЬ НИКОЛАЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В ЗОНЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ
ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.01. – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2015

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Кириллов Николай Александрович

Официальные оппоненты: **Семина Светлана Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Пензенская ГСХА», профессор кафедры переработки сельскохозяйственной продукции

Дабахова Елена Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородская ГСХА», профессор кафедры агрохимии и экологии

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

Защита состоится 22 января 2016 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная площадь, д. 1.

e-mail: dissovet01@sgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2015 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Увеличение производства растениеводческой продукции без применения различных природных и синтетических препаратов, оптимизирующих состояние агроценозов, в настоящее время практически невозможно. Наряду с использованием удобрений и гербицидов в современных технологиях одним из наиболее перспективных приемов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является применение препаратов, регулирующих рост растений.

Несмотря на высокую ценность кукурузы, вопрос о её возделывании на зерно в северной зоне Поволжья остается открытым. Препятствием к распространению зерновой кукурузы в этом важнейшем аграрном регионе России до последнего момента являлись отсутствие холодостойких гибридов с коротким периодом вегетации и современных приемов возделывания. С появлением на рынке регуляторов роста, способных сокращать период вегетации и оптимизировать использование растениями тепловых и пищевых ресурсов, стало возможным успешное возделывание кукурузы на зерно во многих северных регионах России, включая Чувашию, что и послужило основанием для проведения настоящих исследований.

Степень разработанности проблемы. Изучением приемов возделывания кукурузы на зерно в Поволжье занимались А.К. Микитаев и Х.Т. Кумышев (1989), Р.В. Кравченко (2009), А.С. Лукаткин и Н.Н. Каштанова (2013), В.С. Гринев и О.В. Бурухина (2013), П.А. Саскевич (2015), Н.А. Кириллов, А.И. Волков (2007-2015). О возможности применения регуляторов роста растений на посевах кукурузы впервые отмечено в работах А.Б. Тимофийчук (2013) С.А. Семиной и Ю.А. Семиной (2014). Наши исследования проводились в развитие существующего учения о применении регуляторов роста растений при возделывании кукурузы на зерно в северной зоне Поволжья.

Цель исследований – совершенствование технологии возделывания кукурузы на зерно путем использования раннеспелых гибридов и рост регулирующих препаратов на дерново-подзолистых почвах Поволжья.

В задачи исследований входило:

- установить особенности изменения агрофизических, агрохимических и биологических свойств дерново-подзолистой почвы при применении в технологии возделывания кукурузы препаратов, регулирующих рост растений;
- определить действие препаратов, регулирующих рост растений на энергию прорастания и всхожесть семян кукурузы;
- выявить влияние регуляторов на ростовые процессы растений, урожайность и качество зерна кукурузы;
- дать энергетическую и экономическую оценку эффективности использования препаратов, регулирующих рост растений при возделывании кукурузы на зерно в зоне дерново-подзолистых почв Поволжья.

Научная новизна. Впервые в климатических условиях Чувашии изучены особенности изменения агрофизических, агрохимических и биологических свойств дерново-подзолистой почвы при применении регуляторов роста в

технологии возделывания раннеспелых гибридов кукурузы на зерно. Установлено положительное действие препаратов Байкал ЭМ 1, Крезацин, Циркон и Эпин на энергию прорастания, всхожесть, ростовые процессы, урожайность и качество зерна кукурузы. Выявлена высокая энергетическая и экономическая эффективность применения рекомендуемых препаратов.

Теоретическая и практическая ценность работы. Выявленные автором особенности изменения агрофизических, агрохимических и биологических свойств дерново-подзолистой почвы, а также роста, развития и формирования продуктивности посевов при применении современных регуляторов роста существенно расширяют теоретическую базу агробиологических основ создания зерновых агроценозов кукурузы в северной зоне Поволжья.

Проведенные исследования на дерново-подзолистых почвах позволили рекомендовать производству возделывание раннеспелых гибридов кукурузы Катерина СВ и НК Гитаго с использованием регуляторов роста Крезацин и Байкал ЭМ 1 в 0,0005 и 0,005 % концентрации при предпосевной обработке семян и двукратном опрыскивании вегетирующих посевов в фазу 3-5 и 6-7 листьев, что обеспечивает урожайность зерна на уровне 4,45-5,81 т/га.

Реализация результатов исследований. Внедрение усовершенствованной технологии возделывания кукурузы на зерно в колхозе «Красный партизан» Ибресинского района и ЗАО «Прогресс» Чебоксарского района Чувашской Республики повысило урожайность зерна на 0,72-0,81 т/га и обеспечило получение 12250-12380 руб./га чистого дохода.

Объекты и предмет исследований. Объекты исследований – раннеспелые гибриды РОСС 145 МВ, Поволжский 107 СВ, Катерина СВ, НК Гитаго; препараты регулирующие рост растений Крезацин, Циркон, Эпин, Байкал ЭМ 1. Предмет исследований – особенности изменения агрофизических, агрохимических и биологических свойств дерново-подзолистой почвы, а также роста, развития и формирования продуктивности посевов кукурузы при выращивании её на зерно в условиях северной зоны Поволжья.

Методология и методы исследований. Методология основана на использовании результатов ранее проведенных исследований. В работе использовали аналитический, экспериментальный, статистический, энергетический и экономический методы исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

- особенности варьирования агрофизических, агрохимических и биологических показателей плодородия дерново-подзолистых почв Поволжья, при использовании в технологии выращивания кукурузы препаратов, регулирующих рост растений Крезацин, Циркон, Эпин, Байкал ЭМ 1;
- закономерности изменения энергии прорастания и всхожести при предпосевной обработке семян кукурузы препаратами, регулируемыми процессы роста и развития растений;
- возможность получения стабильно высоких качественных урожаев зерна раннеспелых гибридов кукурузы при применении препаратов, регулирующих рост растений на фоне минимальной обработки почвы;

– снижение энергетических затрат и повышение экономической эффективности при применении разработанных приемов возделывания кукурузы на зерно.

Достоверность результатов исследований подтверждается данными многолетних полевых исследований и лабораторных анализов, выполненных по общепринятым методикам и подвергнутых математической обработке методом дисперсионного анализа.

Апробация работы. Основные результаты диссертационного исследования докладывались на научно-практических конференциях: Чувашской ГСХА (Чебоксары, 2012-2014), VIII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул; 2013), IV Международной научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные вопросы развития аграрной науки в современных экономических условиях» (ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2015), Всероссийской научно-практической конференции «Почва – национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния» (Ижевск, 2015).

Публикации. По материалам исследований опубликована 21 научная работа, в том числе 5 – в изданиях, рекомендованных в списке ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения и рекомендаций производству. Работа изложена на 146 страницах компьютерного текста, включает 62 таблицы, 6 рисунков, 79 страниц приложений. Список литературы состоит из 158 наименований, в том числе 14 зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во «Введении» обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, теоретическая и практическая значимость исследований, обоснованы научная новизна полученных результатов, основные положения, выносимые на защиту, представлены результаты апробации работы.

В первой главе «Обзор литературы» рассматривается научное представление биологических и агротехнологических основах возделывания кукурузы на зерно, детально анализируется существующий научно-практический материал по влиянию минеральных удобрений и регуляторов роста на элементы почвенного плодородия, рост, развитие растений и формирование зерновой продуктивности культуры.

Во второй главе «Условия и методика проведения исследований» описана схема опыта, приведены методики выполнения исследований, рассмотрены почвенно-климатические особенности региона.

Полевые опыты проводились с 2012 по 2014 гг. на дерново-подзолистых почвах Чувашской республики в полевом севообороте со следующим чередованием культур: клевер – яровая пшеница – кукуруза – картофель. Вегетационные периоды исследуемых годов характеризовались повышенным температурным режимом и достаточным количеством осадков, за исключением

2014 года, когда выпало осадков меньше нормы в начальный период вегетации растений, что отразилось на ростовых процессах.

Варианты опыта.

Фактор А – гибриды кукурузы: 1) РОСС 145 МВ (стандарт); 2) Поволжский 107 СВ; 3) Катерина СВ; 4) НК Гитаго.

Фактор В – обработка семян и посевов препаратами регулирующими рост растений: 1) Без обработки (контроль); 2) Байкал ЭМ 1; 3) Крезацин; 4) Циркон; 5) Эпин. Семена кукурузы обрабатывались перед посевом в рекомендуемых дозах – Байкал ЭМ 1 в 0,005 % концентрации, Крезацин, Циркон и Эпин в 0,0005 % концентрации. Две обработки посевов регуляторами осуществляли в фазу 3-5 и 6-7 листьев растений кукурузы в вышеуказанных концентрациях из расчета нормы расхода рабочего раствора 300 л/га.

Повторность опыта – четырехкратная, размещение вариантов – рендомизированное. Площадь делянок второго порядка – 100 м².

Опыт проводился на фоне ресурсосберегающей технологии возделывания кукурузы на зерно, основанной на разноглубинном (6-10 см) осеннем дисковании и лущении стерни предшественника орудиями БДМ-6 и ПЛЛ-10-25, весенней предпосевной обработке на 8-10 см культиватором КБМ-10,8 и посеве сеялкой Amazone. Минеральные удобрения в дозе N₉₀P₆₀K₆₀ вносили дробно под предпосевную культивацию и при посеве. Посев производили во второй декаде мая по схеме 70х30 см. Уход за посевами включал внесение гербицидов Дуал Голд (1,6 л/га) до появления всходов кукурузы и Банвел (0,8 л/га) в фазе 3-5 листьев культурных растений. Уборку урожая осуществляли в фазу полной спелости зерна (конец сентября – начало ноября).

Изучение агрохимических, агрофизических и биологических свойств почвы проводилось на опытных делянках гибрида РОСС 145 МВ, а учет урожайности и качества полученного зерна – на всех исследуемых гибридах кукурузы. В опытах проводили полевые наблюдения и лабораторные анализы: плотность сложения почвы определяли отбором проб с ненарушенным сложением с помощью бура Некрасова; общую скважность почвы – отношением плотности сложения к плотности твердой фазы; структурно-агрегатный состав почвы – по методу Н.И. Саввинова; скорость фильтрации воды почвой – методом квадратных рам; из агрохимических свойств почвы анализировали: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), подвижные формы фосфора и калия – по методу Кирсанова (ГОСТ 26207-91), рН_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 2648-85), нитраты – калориметрическим методом с хромотроповой кислотой; биологическую активность почвы – методом закладки аппликаций.

Определение энергии прорастания и всхожести проводили согласно ГОСТу 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» и ГОСТу 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия». Фенологические и биометрические наблюдения за растениями, учет структуры урожая и урожайности зерна кукурузы – по методике Госсортсети. Биохимические

анализы зерна проводили в агрохимцентре «Чувашский», энергетическую оценку рассчитывали по методу Г.И. Рабочева (2005), экономическую эффективность – по технологическим картам с учетом зональных нормативов, статистическую обработку данных – по Б.А. Доспехову (1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе «Изменение агрофизических, агрохимических и биологических свойств дерново-подзолистой почвы при применении регуляторов роста растений в технологии возделывания кукурузы» приведены результаты трехлетних полевых исследований. Установлено, что наибольшее ($1,24 \text{ г/см}^3$) среднее значение плотности сложения 0-20 см слоя легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы было на контрольном варианте, а наименьшее ($1,20 \text{ г/см}^3$) – на варианте с применением препарата Байкал ЭМ 1. Значения показателей плотности сложения почвы на вариантах с другими препаратами были близкими к контролю. В целом, плотность сложения почвы под посевами кукурузы за годы исследований находилась в пределах оптимальных значений для растений – $1,20-1,30 \text{ г/см}^3$.

В обратной зависимости от плотности сложения почвы находится ее общая скважность, которая при применении препарата Байкала ЭМ 1 позволила сохранить к уборке урожая максимальный объем почвенных пор – 40,6 %. Этому значению на 0,5; 0,8 и 1,3 % уступали варианты с использованием препаратов Циркон, Крезацин и Эпин, а минимальная общая скважность отмечалась на контрольном варианте – 38,8 %.

Максимальное (71,6 %) содержание агрономически ценных агрегатов за период исследований было выявлено на варианте применения Байкала ЭМ 1, а минимальное (69,8 %) – на контроле (таблица 1). Использование препаратов Крезацин, Эпин и Циркон в меньшей степени по сравнению с Байкалом ЭМ 1, способствовало формированию макроагрегатов.

Таблица 1 – Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) в среднем за 2012-2014 гг.

Варианты опыта	Содержание агрегатов 0,25-10 мм, %					
	посев			уборка		
	слой почвы, см			слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
Контроль (без обработки)	63,4	64,3	63,9	68,9	70,6	69,8
Байкал ЭМ 1	63,3	64,3	63,8	70,9	72,3	71,6
Крезацин	63,4	64,2	63,7	69,4	70,8	70,1
Циркон	62,9	63,9	63,4	70,5	71,7	71,1
Эпин	63,4	64,3	63,9	69,5	71,0	70,2
F_{ϕ}						0,83
F_T						9,30
$НСР_{05}$						3,84

На участках использования Байкала ЭМ 1 в 2012 г. на кукурузе и в последующие годы на картофеле и клевере сформировалось наибольшее количество макроагрегатов к уборке урожая – соответственно 71,1; 55,9 и 76,2 %, что было выше соответственно на 1,7; 3,4 и 5,7 %; 1,4; 3,1 и 5,5 %; 1,1; 2,8 и 4,9 %; 0,8; 2,6 и 4,1 % по сравнению с контрольным вариантом и вариантами применения Крезацина, Эпина и Циркона (рисунок 1), что, в целом, свидетельствует о наибольшем положительном эффекте последствия применения Байкала ЭМ 1 на структуру дерново-подзолистой почвы.

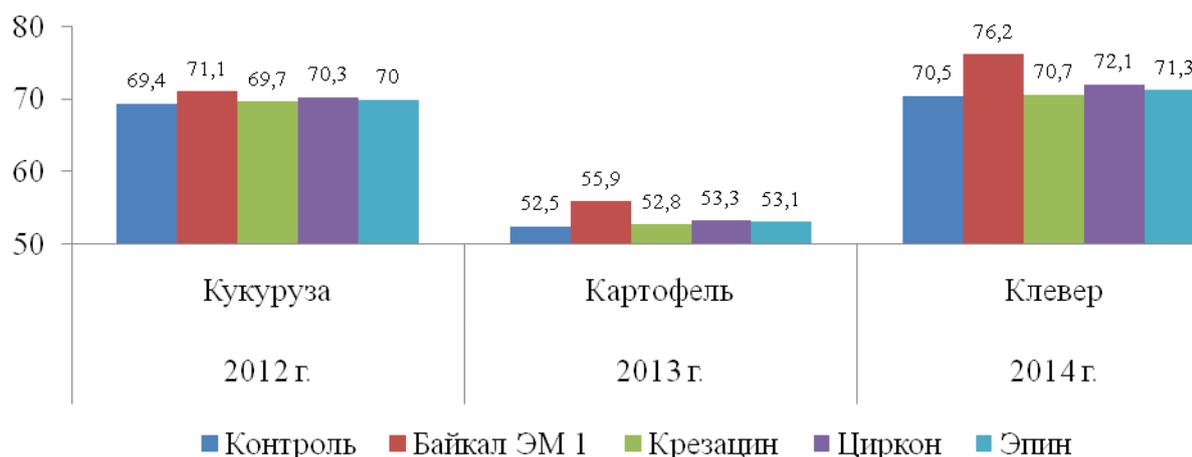


Рисунок 1 – Динамика содержания агрономически ценных агрегатов при использовании регуляторов роста и развития растений, %

Максимальное количество водопрочных агрегатов было сформировано на варианте с использованием препарата Байкал ЭМ 1 – 24,9 %, а минимальное – на контроле – 22,5 % (таблица 2). В среднем, использование препаратов Крезацина, Эпина и Циркона увеличивало количество водопрочных агрегатов в легкосуглинистой дерново-подзолистой почве по сравнению с контрольным вариантом на 0,6; 0,7 и 1,5 % соответственно.

Таблица 2 – Содержание водопрочных агрегатов в среднем за 2012-2014 гг.

Варианты опыта	Содержание водопрочных агрегатов, %					
	посев			уборка		
	слой почвы, см			слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
Контроль	15,7	20,4	18,1	21,5	23,5	22,5
Байкал ЭМ 1	15,6	20,4	18,0	23,5	26,4	24,9
Крезацин	15,6	20,1	17,9	22,1	24,1	23,1
Циркон	15,1	19,8	17,4	22,8	25,1	24,0
Эпин	15,7	20,3	18,0	22,1	24,3	23,2
F_{ϕ}						0,77
F_{τ}						15,71
$НСР_{05}$						3,84

Изучение последствия регуляторов роста показало, что максимальное количество водопрочных агрегатов образуется на опытных участках с

использованием биопрепарата Байкала ЭМ 1 к концу 2014 г. – 29,6 %, а минимальное (24,8 %) – на контрольном варианте – 24,8 % (рисунок 2).

Применение регуляторов роста растений и в последующем оказывало положительное влияние в противодействии водной эрозии, которая проявлялась в накоплении большего количества макроагрегатов. Объясняется это тем, что при использовании регуляторов роста растения кукурузы формируют более мощную корневую систему, которая способствует интенсивному размножению прикорневой почвенной биоты, связанной с разложением и переработкой органики. С повышением микробиологической активности увеличивается и прочность почвенных агрегатов. При этом живое почвенное сообщество играет важную роль, образуя слизь, связывающую отдельные почвенные частицы в водопрочные макроагрегаты.

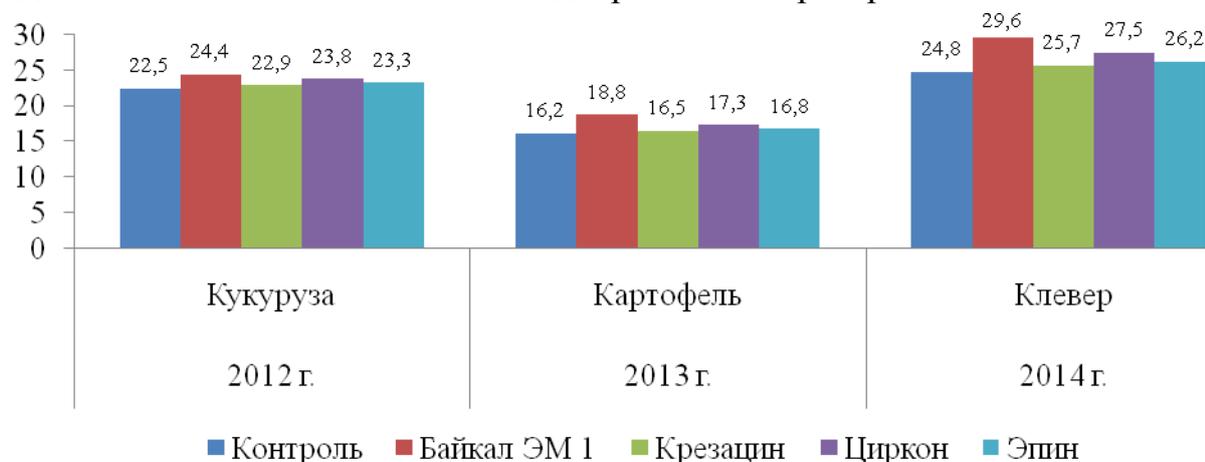


Рисунок 2 – Динамика количества водопрочных агрегатов почвы при использовании регуляторов роста растений, %.

Применение регуляторов роста растений несколько улучшает фильтрационные свойства почвы: при использовании Эпина она увеличивается в среднем на 0,01-0,03 мм/мин, Крезацина – на 0,03-0,05; Циркона – на 0,04-0,06 и Байкала ЭМ 1 – на 0,07-0,10 мм/мин.

В тесной взаимосвязи с агрофизическими показателями плодородия находятся и агрохимические свойства почвы. На всех опытных вариантах при возделывании кукурузы на зерно с минимальной обработкой почвы происходит увеличение содержания гумуса на 0,02 % (1,98 %), кроме варианта с использованием биопрепарата Байкала ЭМ 1, где значение данного показателя увеличивалось до 2,01 % или на 0,05 %. Последнее связано с тем, что попавшие в почву микроорганизмы, составляющие основу биопрепарата Байкала ЭМ 1, дополнительно способствуют скорейшему разложению пожнивно-корневых остатков предшественника (яровой пшеницы) в течение вегетационного периода до простых химических соединений, которые являются основополагающими компонентами образования гумусовых веществ.

Максимальное содержание подвижного фосфора и обменного калия (156 и 122 мг/кг) было установлено на контроле, где был получен наименьший урожай кукурузного зерна, а минимальное количество (139 и 106 мг/кг) – на варианте с

использованием регулятора роста Крезацина, сформировавшем наибольший урожай зерна соответственно. Использование Эпина и Циркона способствовало снижению содержания доступных форм фосфора и калия на опытных делянках на 11 и 12 мг/кг и 8 и 10 мг/кг, соответственно. На делянках с применением Байкала ЭМ 1, где урожайность зерна была второй по величине, содержание подвижного фосфора было меньше максимального и первоначального значения на 6 и 19 мг/кг соответственно, а количество обменного калия было ниже на 3 и 17 мг/кг аналогичных показателей. Причиной тому, на наш взгляд, является то, что входящие в состав регулятора роста микроорганизмы, способствуют переходу труднорастворимых соединений фосфора и калия в доступные растениям, легкоусвояемые формы, а помимо этого, сама микробная масса может содержать до 12 % азота, 3,5 – фосфора и 2,2 % – калия. Об этом же в своих научных обзорах писал В.В. Вакуленко (2015).

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{60}$ увеличивало кислотность дерново-подзолистой почвы на контрольном варианте и на варианте с использованием Крезацина на 0,06 ед. (6,35), а на вариантах с применением Эпина, Циркона и Байкала ЭМ 1 на 0,05; 0,03 и 0,02 ед. соответственно. При этом наблюдалось снижение количества нитратного азота за вегетационный период до значения 5,5 мг/кг. В целом, максимальное (2,4 мг/кг) снижение содержания нитратов было отмечено на варианте с применением Крезацина, а минимальное (1,6 мг/кг) – на контроле.

Наибольшее значение биологической активности почвы, зафиксировано при использовании Байкала ЭМ 1 – 52,9 %, что, видимо, связано с содержанием более 80 видов микроорганизмов в составе самого препарата, которые, попадая в почву, начинают усиленно размножаться, увеличивая их общее количество, а наименьшее на контрольном варианте – 45,6% (рисунок 3).

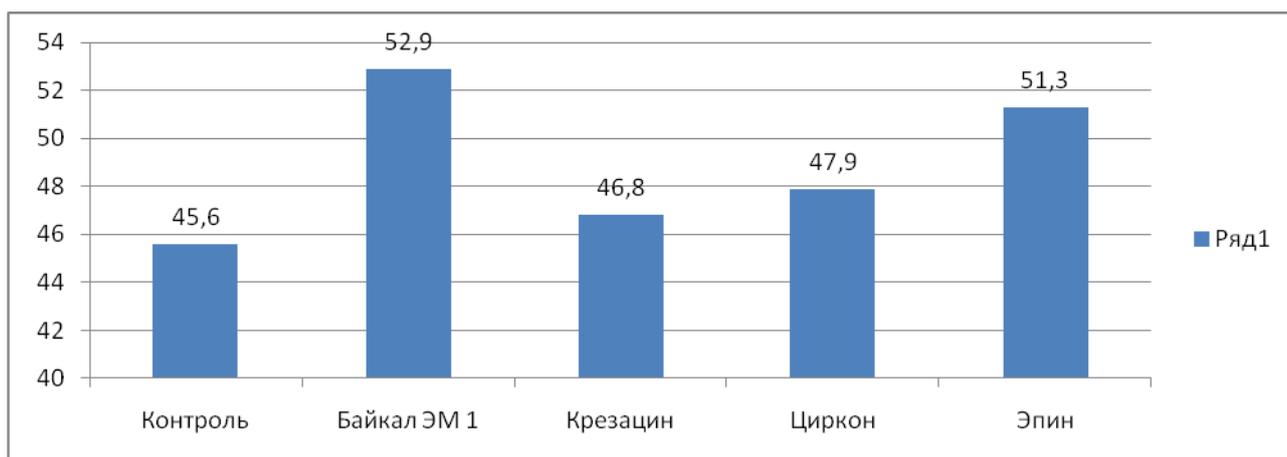


Рисунок 3 – Степень разложения льняного полотна в среднем за 2012-2014 гг., %

При использовании регуляторов роста растений Крезацина, Циркона, Эпина и Байкала ЭМ 1 улучшаются биологические свойства почв через повышение количества микроорганизмов в почве и их способности разлагать органические вещества. В дальнейшем это будет способствовать более быстрому разложению органических остатков кукурузы и сохранению

почвенного плодородия путем увеличения содержания гумуса и улучшения других агрохимических и агрофизических показателей.

В четвертой главе «Влияние регуляторов роста и развития растений на энергию прорастания и всхожесть семян кукурузы» в лабораторных условиях было установлено, что обработка регуляторами роста повышает энергию прорастания семян кукурузы гибрида РОСС 145 МВ на 9-16 %; Поволжский 107 СВ – на 4-19 %; Катерина СВ – на 7-29 %; НК Гитаго – на 3-15 % (таблица 3). Наибольшие показатели лабораторной всхожести оказались в вариантах с Крезацином – 97 % и Цирконом – 95 %, что было выше контроля на 8 и 4 % у семян гибридов Катерина СВ и НК Гитаго соответственно. Наименьшая лабораторная всхожесть семян кукурузы в наших исследованиях была выявлена у гибрида Поволжский 107 СВ на контрольном варианте – 86 %. Несколько выше значения данного показателя на аналогичном варианте опыта были у гибридов РОСС 145 МВ, Катерина СВ и НК Гитаго – соответственно на 2, 4 и 5 %. Полевая всхожесть в наших опытах колебалась в зависимости от гибрида и используемого регулятора роста растений в пределах 56-75 %, а в целом, как и в лабораторных исследованиях, анализируемые препараты Байкал ЭМ 1, Эпин, Циркон и Крезацин при проведении полевых испытаний показали существенный ростостимулирующий эффект.

Таблица 3 – Влияние регуляторов роста растений на энергию прорастания и всхожесть семян кукурузы в среднем за 2012-2014 гг.

Варианты опыта	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %
Контроль	57	89	58
Байкал ЭМ 1	60	91	71
Крезацин	66	96	74
Циркон	63	93	73
Эпин	62	92	72
F_{ϕ}	49,82	93,00	478,43
F_T	3,26	3,26	3,26
HCP_{05}	1,52	0,80	0,91

В пятой главе «Влияние регуляторов на ростовые процессы, урожайность и качество зерна кукурузы» дается анализ продукционного процесса кукурузы в зависимости от изучаемых приемов.

Первые проростки кукурузы появлялись на 9-14 день в зависимости от года, используемого гибрида и регулятора роста растений. Более ранние всходы были отмечены на делянках с семенами, обработанными регулятором роста Крезацин в 2013 г., а массовые всходы а контроле появлялись на 14-16 день. Наибольшие параметры роста были характерны для растений гибрида НК Гитаго, обработанных Байкалом ЭМ 1 и Крезацином. Они обладали наибольшей массой, высотой, площадью и общим количеством листьев. Чуть меньшими значениями анализируемых показателей отличались гибриды Катерина СВ и РОСС 145 МВ, а самым низким – Поволжский 107 СВ.

В целом, на всех вариантах опыта растения, обработанные регуляторами, превышали контроль: на 17-26 % – у гибрида РОСС 145 МВ; на 3-5 % – у гибрида Поволжский 107 СВ; на 23-44 % – у гибрида Катерина СВ и 16-28 % – у гибрида НК Гитаго. Более высокие параметры роста растений обеспечили и повышение урожая зерна. Максимальная урожайность зерна кукурузы была отмечена на гибриде НК Гитаго. На контрольном варианте она составила 4,67 т/га, на варианте с использованием Байкала ЭМ 1 – 5,81 т/га, Крезацина – 5,73 т/га, Циркона – 5,46 т/га и Эпина – 5,39 т/га (таблица 4). Это очень высокий показатель для агроклиматических условий Чувашской республики, где урожайность зерна кукурузы в производстве не превышает 4,0 т/га.

Таблица 4 – Урожайность зерна изучаемых гибридов кукурузы в среднем за 2012-2014 гг., т/га

Варианты опыта	РОСС 145 МВ	Поволжский 107 СВ	Катерина СВ	НК Гитаго
Контроль	3,02	2,88	3,43	4,67
Байкал ЭМ 1	4,03	3,35	4,38	5,81
Крезацин	4,55	3,53	4,45	5,73
Циркон	3,84	3,45	4,28	5,46
Эпин	3,66	3,28	4,14	5,39

$HCP_{05} = 0,07$ $F_{\phi} = 1223,00$ $F_{05} = 2,84$ (фактор А);
 $HCP_{05} = 0,08$ $F_{\phi} = 198,00$ $F_{05} = 2,61$ (фактор В);
 $HCP_{05} = 0,16$ $F_{\phi} = 8,00$ $F_{05} = 2,00$ (взаимодействие АВ).

Таким образом, использование препаратов регулирующих рост растений позволяет повысить урожайность зерна кукурузы на 14-40 % в зависимости от возделываемого гибрида. Прибавка урожайности зерна на изучаемых вариантах составила: при использовании регуляторов роста на гибриде РОСС 145 МВ – 0,64-1,53 т/га; на гибриде Поволжский 107 СВ – 0,40-0,65 т/га; на гибриде Катерина СВ – 0,71-1,02 т/га и на гибриде НК Гитаго – 0,72-1,14 т/га.

Биохимический анализ зерна кукурузы показал, что минимальное содержание обменной энергии, переваримого протеина и кормовых единиц было на контроле и составило соответственно 12,44 МДж/кг, 68,01 г/кг, 1,35 кг/кг – у гибрида РОСС 145 МВ; 12,20 МДж/кг, 67,80 г/кг, 1,32 кг/кг – Поволжский 107 СВ; 12,53 МДж/кг, 68,42 г/кг, 1,36 кг/кг – Катерина СВ; 12,56 МДж/кг, 68,51 г/кг, 1,36 кг/кг – НК Гитаго, что оказалось меньше максимальных показателей вариантов, обработанных Байкалом ЭМ 1, на 3,0; 7,2 и 2,9 % – у гибрида РОСС 145 МВ; на 4,3; 4,4 и 4,6 % – Поволжский 107 СВ; на 3,3; 6,9 и 3,7 % – Катерина СВ; на 3,9; 7,3 и 4,4 % – НК Гитаго (таблица 5).

Чуть меньшие значения наивысших показателей качества кукурузного зерна были нами выявлены на вариантах с использованием Циркона, которые превышали контрольные значения на 1,6; 6,0 и 1,5 % – у гибрида РОСС 145 МВ; на 3,2; 3,0 и 3,8 % – Поволжский 107 СВ; на 2,9; 5,9 и 2,2 % – Катерина СВ; на 3,3; 6,2 и 3,7 % – НК Гитаго для обменной энергии, переваримого протеина и кормовых единиц соответственно.

**Таблица 5 – Содержание питательных элементов в зерне кукурузы
в среднем за 2012-2014 гг.**

Варианты опыта	Показатели									
	Сырой протеин, % ГОСТ 13496.4	Сырая клетчатка, % ГОСТ 13496.2	Сырой жир, % ГОСТ 13496.15	Сырая зола, % ГОСТ 26226	Кальций, % ГОСТ 26570	Фосфор, % ГОСТ 26657	БЭВ, %	Обменная энергия, МДЖ/кг	Переваримый протеин, г/кг	Кормовые единицы, кг/кг
РОСС 145 МВ										
Контроль	9,43	3,29	4,45	1,89	0,06	0,42	69,93	12,44	68,01	1,35
Байкал ЭМ 1	10,28	2,86	4,69	1,67	0,06	0,42	70,18	12,82	72,93	1,39
Крезацин	9,79	3,14	4,55	1,83	0,07	0,38	69,95	12,58	70,85	1,37
Циркон	10,08	3,09	4,59	1,78	0,06	0,42	69,83	12,64	72,08	1,37
Эпин	9,74	3,21	4,54	1,84	0,07	0,39	69,84	12,55	70,06	1,36
Поволжский 107 СВ										
Контроль	9,24	3,62	4,23	2,01	0,08	0,37	69,69	12,20	67,80	1,32
Байкал ЭМ 1	9,96	2,99	4,54	1,77	0,07	0,40	70,30	12,72	70,81	1,38
Крезацин	9,61	3,37	4,38	1,90	0,08	0,36	69,81	12,42	68,74	1,35
Циркон	9,87	3,19	4,48	1,82	0,07	0,39	70,07	12,59	69,81	1,37
Эпин	9,53	3,45	4,38	1,94	0,08	0,37	69,76	12,38	68,26	1,34
Катерина СВ										
Контроль	9,49	3,18	4,50	1,82	0,06	0,42	70,17	12,53	68,42	1,36
Байкал ЭМ 1	10,39	2,72	4,75	1,66	0,05	0,46	70,35	12,95	73,12	1,41
Крезацин	9,94	2,95	4,61	1,76	0,06	0,43	70,19	12,72	71,55	1,38
Циркон	10,29	2,79	4,70	1,68	0,05	0,46	70,26	12,89	72,45	1,39
Эпин	10,05	3,00	4,66	1,78	0,06	0,43	69,99	12,66	72,08	1,37
НК Гитаго										
Контроль	9,50	3,21	4,52	1,86	0,06	0,44	70,20	12,56	68,51	1,36
Байкал ЭМ 1	10,44	2,77	4,87	1,67	0,05	0,46	70,43	13,05	73,50	1,42
Крезацин	10,05	2,92	4,71	1,75	0,06	0,44	70,14	12,78	71,85	1,39
Циркон	10,27	2,83	4,82	1,70	0,05	0,46	70,41	12,97	72,77	1,41
Эпин	10,17	2,92	4,78	1,79	0,05	0,45	69,94	12,90	72,26	1,39

Варианты с использованием Крезацина и Эпина уступали по качественным показателям зерна вариантам с применением Байкала ЭМ 1 и Циркона по содержанию обменной энергии, переваримого протеина и кормовых единиц, но превосходили контроль соответственно на 1,1; 4,2 и 1,5 % и 1,0; 3,0 и 0,8 % – у гибрида РОСС 145 МВ; на 1,8; 1,4 и 2,3 % и 1,5; 0,7 и 1,5 % – Поволжский 107 СВ; на 1,5; 4,6 и 1,5 % и 1,0; 5,3 и 0,7 % – Катерина СВ; на 1,8; 4,9 и 2,2 % и 2,7; 5,5 и 2,2 % – НК Гитаго, соответственно.

В период проведения исследований зерно кукурузы наилучшего качества было получено в 2013 году, что во многом, было связано с благоприятными погодными условиями конца лета и начала осени.

В шестой главе «Энергетическая и экономическая эффективность использования регуляторов роста и развития растений» приведены расчеты, показывающие что наивысший коэффициент энергетической

эффективности в опыте был установлен на варианте с возделыванием гибрида НК Гитаго с использованием биопрепарата Байкала ЭМ 1 – 2,58, а наименьший – на варианте с гибридом Поволжский 107 СВ без обработки регуляторами роста растений – 1,47 (таблица 6).

Таблица 6 – Коэффициент энергетической эффективности применения регуляторов роста растений в среднем за 2012-2014 гг.

Варианты опыта	РОСС 145 МВ	Поволжский 107 СВ	Катерина СВ	НК Гитаго
Контроль	1,55	1,47	1,70	2,15
Байкал ЭМ 1	1,96	1,65	2,11	2,58
Крезацин	2,11	1,68	2,10	2,52
Циркон	1,87	1,67	2,06	2,47
Эпин	1,79	1,58	1,99	2,44

В целом, результаты наших многолетних исследований достоверно свидетельствуют о положительном влиянии препаратов регулирующих рост растений Байкал ЭМ 1, Крезацин, Циркон и Эпин при возделывании на зерно всех без исключения изучаемых гибридов кукурузы, которое выразилось в прибавке урожая – от 0,4 до 1,53 т/га или биологической энергии – от 5,47 до 19,67 тыс. МДж/га, увеличении чистого энергетического дохода – в 1,3-2,3 раза и снижении энергоёмкости 1 т кукурузного зерна – на 5-25 % по сравнению с контрольным вариантом.

Самый низкий уровень рентабельности производства зерна кукурузы был на контроле: 34,9 % – у гибрида РОСС 145 МВ; 33,2 % – Поволжский 107 СВ; 43,8 % – Катерина СВ; 67,0 % – НК Гитаго (таблица 7).

Таблица 7 – Уровень рентабельности возделывания гибридов кукурузы на зерно в среднем за 2012-2014 гг.

Варианты опыта	РОСС 145 МВ	Поволжский 107 СВ	Катерина СВ	НК Гитаго
Контроль	34,9	33,2	43,8	67,0
Байкал ЭМ 1	62,0	37,4	71,1	93,0
Крезацин	78,4	43,2	73,0	91,4
Циркон	56,7	40,5	68,2	85,2
Эпин	51,5	34,6	65,5	84,0

Таким образом, использование регуляторов роста значительно повышает рентабельность возделывания кукурузы на зерно на дерново-подзолистых почвах: Эпин – на 16,6 % – у гибрида РОСС 145 МВ; 1,4 % – у гибрида Поволжский 107 СВ; 21,7 % – у гибрида Катерина СВ; 17,0 % – у гибрида НК Гитаго; Циркон – на 21,8 % – у гибрида РОСС 145 МВ; 7,3 % – у гибрида Поволжский 107 СВ; 29,2 % – у гибрида Катерина СВ; 18,2 % – у гибрида НК Гитаго; Байкал ЭМ 1 – на 27,1 % – у гибрида РОСС 145 МВ; 4,2 % – у гибрида Поволжский 107 СВ; 27,3 % – у гибрида Катерина СВ; 26,0 % – у гибрида НК Гитаго; Крезацин – на 43,5 % – у гибрида РОСС 145 МВ; 10,0 % – у гибрида

Поволжский 107 СВ; 24,4 % – у гибрида Катерина СВ; 24,4 % – у гибрида НК Гитаго. Также при применении регуляторов отмечается снижение себестоимости получаемой продукции в 1,16-1,32 раза. Наилучшие показатели в этом отношении отмечены при применении Байкал ЭМ 1 и Крезацин при возделывании гибридов кукурузы НК Гитаго и Катерина СВ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение регуляторов роста при предпосевной обработке семян и двукратном опрыскивании вегетирующих растений кукурузы совместно с внесением минеральных удобрений способствуют улучшению показателей плодородия дерново-подзолистых почв:

- агрофизических: увеличение общей скважности с 38,8 до 40,6 %, содержания агрономически ценных и водопрочных агрегатов с 69,8 до 71,6 % и с 22,5 до 24,9 %; снижению плотности сложения почвы с 1,24 до 1,20 г/см²;

- агрохимических: ежегодному приросту гумуса на 0,02-0,06 % при сохранении основных элементов питания в случае ежегодного внесения минеральных удобрений и оставления пожнивно-корневых остатков в почве;

- биологических – при применении регуляторов Крезацин, Циркон, Эпин и Байкал ЭМ 1 увеличивается число микроорганизмов в почве и их способность разлагать органические вещества почвы в среднем на 1,2; 2,3; 5,7 и 7,3 % по сравнению с контролем, соответственно.

Обработка регуляторами роста повышает энергию прорастания семян, лабораторную и полевую всхожесть семян гибрида РОСС 145 МВ на 9-16; 3-7 и 12-14 %; Поволжский 107 СВ – на 4-19; 2-7 и 13-23 %; Катерина СВ – на 7-29; 1-7 и 12-16 %; НК Гитаго – на 3-15; 3-6 и 13-16 % соответственно.

Предпосевная обработка семян и двукратное опрыскивание посевов водными растворами регуляторов роста способствует накоплению вегетативной массы растений кукурузы. Варианты с использованием регуляторов, превышали контрольные на 17-26 % – при возделывании гибрида РОСС 145 МВ; на 3-5 % – гибрида Поволжский 107 СВ; на 23-44 % – гибрида Катерина СВ и на 16-28 % – гибрида НК Гитаго.

При использовании регуляторов роста урожайность зерна кукурузы повышается на 14-40 % в зависимости от используемого гибрида. Так, на гибриде РОСС 145 МВ прибавка урожая составила 0,64-1,53 т/га; на гибриде Поволжский 107 СВ – 0,40-0,65 т/га; на гибриде Катерина СВ – 0,71-1,02 т/га и на гибриде НК Гитаго – 0,72-1,14 т/га.

Содержание обменной энергии, переваримого протеина и кормовых единиц в зерне при использовании Крезацина на гибриде РОСС 145 МВ превышают контрольные варианты на 1,1; 4,2 и 1,5 %; Эпина – на 1,0; 3,0 и 0,8 %; Циркона – на 1,6; 6,0 и 1,5 %; Байкала ЭМ 1 – на 3,0; 7,2 и 2,9 %.

Наивысший коэффициент энергетической эффективности получен на варианте с возделыванием гибрида НК Гитаго с использованием биопрепарата Байкал ЭМ 1 – 2,58, а наименьший – на варианте с гибридом Поволжский 107 СВ без обработки рост регулируемыми препаратами – 1,47.

Использование препарата Эпин повышает рентабельность возделывания зерна кукурузы на 16,6-21,7 %; Байкал ЭМ 1 – на 4,2-27,3 %; Циркон – на 7,3-29,2 %; Крезацин – на 10,0-43,5 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В системе энергосберегающей технологии возделывания кукурузы для получения высоких и стабильных урожаев полноценного зерна и сохранения плодородия дерново-подзолистых почв Поволжья рекомендуется:

- использовать раннеспелые гибриды Катерина СВ и НК Гитаго;
- применять предпосевную обработку семян и двукратное опрыскивание посевов в фазе 3-5 и 6-7 листьев водными растворами регуляторов роста Крезацин в 0,0005 % концентрации или Байкал ЭМ 1 в 0,005 % концентрации.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных

ВАК Минобрнауки России:

1. Волков, А.И. Способ повышения урожайности, питательной и энергетической ценности зерна кукурузы / А.И. Волков, **Л.Н. Прохорова**, Н.А. Кириллов // Кормопроизводство. – 2013. – № 7. – С. 16-17 (0,12 печ. л.; авт. – 0,04).

2. Волков, А.И. Перспективные сорта и гибриды кукурузы на зерно для Волго-Вятского региона / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, **Л.Н. Прохорова** // Аграрная Россия. – 2013. – № 10. – С. 5-7 (0,18 печ. л.; авт. – 0,06).

3. Кириллов, Н.А. Внедрение в севообороты нетрадиционных культур / Н.А. Кириллов, А.И. Волков, **Л.Н. Прохорова** // Аграрная наука. – 2014. – № 5. – С. 10-12 (0,18 печ. л.; авт. – 0,06).

4. **Прохорова, Л.Н.** Отзывчивость гибридов кукурузы на применение регуляторов роста и развития растений / Л.Н. Прохорова, А.И. Волков, Н.А. Кириллов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2 (30). – С. 24-28 (0,31 печ. л.; авт. – 0,16).

5. **Прохорова, Л.Н.** Энергетическая эффективность биопрепаратов при зерновой технологии возделывания кукурузы / Л.Н. Прохорова, А.И. Волков, Н.А. Кириллов, Л.А. Куликов // Аграрная Россия. – 2015. – № 9. – С. 2-5 (0,25 печ. л.; авт. – 0,16).

Публикации в журналах, сборниках и материалах конференций:

6. Волков, А.И. Урожайность зерна кукурузы при использовании регуляторов роста / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, **Л.Н. Прохорова** // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – основа успешного развития АПК». – Чебоксары, 2012. – С. 18-20 (0,18 печ. л.; авт. – 0,06).

7. Волков, А.И. Применение химических средств защиты на посевах кукурузы / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, Яковлев В.И., **Л.Н. Прохорова** // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – основа успешного развития АПК». – Чебоксары, 2012. – С. 20-22 (0,18 печ. л.; авт. – 0,05).

8. Кириллов, Н.А. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания кукурузы на зерно в климатических условиях Чувашской Республики / Н.А. Кириллов, А.И. Волков, **Л.Н. Прохорова** // Матер. Всерос. заочн. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы бухгалтерского учета и налогообложения в отраслях производственной сферы АПК». – Чебоксары, 2012. – С. 94-97 (0,25 печ. л.; авт. – 0,08).

9. Волков, А.И. Эффективность ресурсо- и энергосберегающих технологий возделывания кукурузы на зерно / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, **Л.Н. Прохорова**, Л.А. Куликов // Научная жизнь. – 2012. – № 4. – С. 59-66 (0,5 печ. л.; авт. – 0,13).

10. Волков, А.И. Экологическое обоснование внедрения энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, **Л.Н. Прохорова** // Матер. VI науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2013. – С. 35-37 (0,18 печ. л.; авт. – 0,06).

11. Волков, А.И. Использование экологически чистых регуляторов роста при возделывании кукурузы на зерно / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, **Л.Н. Прохорова** // Матер. VI науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2013. – С. 37-40 (0,25 печ. л.; авт. – 0,08).

12. Кириллов, Н.А. Экономическая оценка возделывания различных сортов кукурузы на зерно в агроклиматических условиях Волго-Вятского региона / Н.А. Кириллов, А.И. Волков, И.В. Григорьева, **Л.Н. Прохорова** // Матер. VIII Межд. науч.-практ. конф., «Аграрная наука – сельскому хозяйству». Книга 1. – Барнаул, 2013. – С. 174-175 (0,12 печ. л.; авт. – 0,03).

13. Волков, А.И. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна кукурузы / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, **Л.Н. Прохорова** // Матер. VIII Межд. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». Книга 2. – Барнаул, 2013. – С. 45-47 (0,18 печ. л.; авт. – 0,06).

14. Кириллов, Н.А. Опыт возделывания кукурузы на зерно на дерново-подзолистых почвах в зоне рискованного земледелия / Н.А. Кириллов, А.И. Волков, **Л.Н. Прохорова** // Матер. VIII Межд. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». Книга 2. – Барнаул, 2013. – С. 94-96 (0,18 печ. л.; авт. – 0,06).

15. Прохорова, Л.Н. Перспективы повышения урожайности и энергетической ценности зерна кукурузы / **Л.Н. Прохорова**, А.И. Волков, Н.А. Кириллов // Матер. IX Всерос. науч.-практ. конф. «Молодежь и инновации». – Чебоксары, 2013. – С. 40-43 (0,25 печ. л.; авт. – 0,15).

16. Волков, А.И. Разработка комплексной системы стимуляции роста и развития сельскохозяйственных культур Чувашской Республики на основе микроорганизмов, провитамина и природных цеолитов / А.И. Волков, **Л.Н. Прохорова**, Н.А. Кириллов // Сб. научн. статей «Наука XXI века». – Чебоксары, 2014. – С. 43-49 (0,45 печ. л.; авт. – 0,15).

17. Волков, А.И. Продуктивность гибридов кукурузы при использовании регуляторов роста и развития растений / А.И. Волков, **Л.Н. Прохорова** // Труды Всерос. совета молодых ученых и специалистов аграрных образ. и науч.

учреждений «Перспективные направления развития сельского хозяйства. – Москва, 2015. – С. 22-26 (0,31 печ. л.; авт. – 0,15).

18. **Прохорова, Л.Н.** Влияние регуляторов роста и развития растений на урожай и качество зерна гибридов кукурузы в Чувашии / Л.Н. Прохорова, А.И. Волков, Н.А. Кириллов // Матер. IV Межд. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы развития аграрной науки в современных экономических условиях». – ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2015. – С. 70-74 (0,31 печ. л.; авт. – 0,18).

19. **Прохорова, Л.Н.** Агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы при использовании минеральных удобрений и регуляторов роста и развития растений / Л.Н. Прохорова, Н.А. Кириллов, А.И. Волков // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Почва – национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния». – Ижевск, 2015. – С. 128-133 (0,38 печ. л.; авт. – 0,26).

20. **Прохорова, Л.Н.** Ресурсосберегающая технология возделывания кукурузы на зерно в агроклиматических условиях Чувашской Республики / Л.Н. Прохорова, Н.А. Кириллов, А.И. Волков // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Почва – национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния». – Ижевск, 2015. – С. 298-302 (0,32 печ. л.; авт. – 0,18).

Монография

21. Волков, А.И. Энергосберегающие технологии возделывания кукурузы на зерно / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, **Л.Н. Прохорова**. – LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 104 с. ISBN: 978-3-659-71419-1 (6,50 печ. л.; авт. – 2,16).