

На правах рукописи

Курятов Павел Александрович

**ОТЗЫВЧИВОСТЬ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА  
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

Специальность: 4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство

Автореферат  
диссертации на соискание учёной степени кандидата  
сельскохозяйственных наук

Брянск - 2026

Работа выполнена на кафедре агрономии, садоводства, селекции, семеноводства и землеустройства ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»

**Научный руководитель:** **Прудников Анатолий Дмитриевич**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
профессор кафедры агрономии, садоводства,  
селекции, семеноводства и землеустройства  
ФГБОУ ВО «Смоленская государственная  
сельскохозяйственная академия»

**Официальные оппоненты:** **Резвякова Светлана Викторовна**  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
заведующая кафедрой агроэкологии и защиты  
растений ФГБОУ ВО «Орловский государственный  
аграрный университет имени Н.В. Парахина»

**Конова Аминат Мсостовна**  
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий  
научный сотрудник, заведующая лабораторией  
селекционных технологий ФГБНУ «Федеральный  
научный центр лубяных культур» (ФГБНУ ФНЦ  
ЛК), ОП Смоленский НИИСХ

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тверская государственная сельскохозяйственная  
академия»

Защита состоится 26 июня 2026 года в 10 часов 00 минут на заседании диссертационного совета 35.2.006.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет» по адресу: 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, корпус 4. E-mail: uchsovet@bgsha.com. Тел., факс: +7 (48341) 24-721

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha@bkgau.ru>, на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <https://vak.gisnauka.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 года.

Просим направлять письменный отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, учёному секретарю диссертационного совета по адресу 243365, Россия, Брянская область, Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент

Никифоров Владимир Михайлович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Создание скороспелых гибридов кукурузы сделало её одним из важнейших кормовых растений в Нечернозёмной зоне России. Возделывание этой культуры позволяет получать ценный корм с долей зерна 40% и более. Есть попытки выращивания этой культуры на зерно. Ускорившийся процесс потепления климата в дальнейшем позволят реализовать процесс выращивания кукурузы на зерно. При возделывании кукурузы в западной части Нечернозёмной зоны России потенциал современных гибридов используется на 30-40%. Это результат низкого эффективного плодородия почвы и несовершенство технологии её возделывания (Алтунин Д.А., 2001; В.Н. Багринцева, 2009; И.В. Гаврюшина, 2019; Д.Г. Зубко, 2009; А.К. Свечников, 2018).

Кукуруза отличается высокой требовательностью к теплу и питательным веществам. Дерново-подзолистые почвы обычно не обеспечивают кукурузу рядом важнейших микроэлементов, таких как цинк, кобальт, молибден, медь и др. В последние годы появились жидкие удобрения, созданные АО «ЩелковоАгрохим», содержащие комплексы микроэлементов. Поэтому важно знать эффективность этих комплексов на бедных дерново-подзолистых почвах западной части Нечернозёмной зоны России.

Таким образом, разработка новых приёмов и технологий с использованием комплексов микроэлементов представляет несомненный интерес для науки и практики кукурузосеяния в западной части Нечернозёмной зоны России.

**Цель и задачи исследований.** Целью исследований является изучение особенности формирования урожайности раннеспелых гибридов кукурузы Воронежский 160 СВ и П 7054 при возделывании на силос по зерновой технологии с использованием комплексных микроудобрений Фертигрейн плюс марки Фолиар П, Текнокель плюс марки Амино Zn, Биостим марки Кукуруза, Биостим марки Универсал, Биостим марки Рост, Интермаг Профи марки Кукуруза, Ультрамаг Бор, Ультрамаг Хелат марки Zn-15 при их использовании для подкормки растений кукурузы и дать экономическую оценку их применения условиях Центрального района Нечернозёмной зоны.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить темпы формирования площади листьев агроценозов кукурузы и фотосинтетический потенциал в зависимости от применяемых комплексов микроудобрений;
2. Выявить особенности роста и развития растений кукурузы в зависимости от применяемых комплексов микроудобрений;
3. Выявить влияние комплексов микроудобрений на урожайность скороспелых гибридов кукурузы и сбор корма;
4. Определить структуру урожая в зависимости от погодных условий и изучаемых комплексов микроудобрений.
5. Установить качество и кормовую ценность урожая гибридов кукурузы в зависимости от изучаемых микроудобрений.
6. Рассчитать экономическую эффективность возделывания кукурузы при разных вариантах использования комплексов микроудобрений.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны России изучены особенности роста и развития, формирования урожайности и качества урожая, фотосинтетической деятельности раннеспелых гибридов кукурузы Воронежский 160 СВ и П 7054 на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах разного уровня плодородия в зависимости от использования комплексов микроудобрений. Получены новые экспериментальные данные, доказывающие эффективность Текнокель плюс марки Амино Zn Плюс, Фертигрейн плюс марки Фолиар П, Биостим марки Рост, обеспечивающую урожайность сухой массы кукурузы 11,6, 11,7 и 10,6 т/га, как на средне окультуренных, так и низко окультуренных почвах.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследований.** Проведённые исследования позволили установить основные параметры формирования агроценозов кукурузы, выращиваемой на силос, а также влияние изучаемых микроудобрений на качество полученного корма.

Экономическая оценка изучаемых микроудобрений позволила выявить наиболее эффективные комплексы.

Проведённая производственная проверка позволила подтвердить эффективность комплексов микроудобрений Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П.

Рекомендации по результатам исследований представляют несомненный интерес и значимость для предприятий АПК, занимающимся производством кукурузы на силос.

**Методология и методы исследований.** Методология исследований основана на аналитическом обзоре научной литературы, постановке цели, формулировке задач и программ исследований. Методы исследований: лабораторный и полевые опыты, наблюдения, лабораторные анализы, дисперсионный анализ экспериментальных результатов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- совершенствование технологии роста урожайности сухого вещества гибрида кукурузы Воронежский 160 СВ в зависимости от использования комплексных микроудобрений Фертигрейн плюс марки Фолиар П и Текнокель плюс марки Амино Zn до 11,6-11,7 т/га;

- выявление увеличения доли зерна в структуре кормовой массы кукурузы за счёт применения комплексных микроудобрений и увеличения содержания сырого протеина с 74 до 81 - 83 г /кг сухой массы;

- экономическая эффективность в зависимости от применения комплексных микроудобрений Фертигрейн плюс марки Фолиар П и Текнокель плюс марки Амино Zn в посевах раннеспелых гибридов кукурузы.

**Степень достоверности результатов.** Достоверность полученных результатов подтверждается использованием общепринятых методик и ГОСТов, применяемых в земледелии, методов статистической обработки данных, публикацией основных результатов в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, апробацией материалов на конференциях.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на международной научно-практической конференции «Агробиофизика в органическом сельском хозяйстве» ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» (Смоленск, 2019 г.), международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства» ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» (Смоленск, 2018 г.), международной научно-практической конференции «Управление устойчивым развитием сельских территорий региона» ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» (Смоленск, 2018 г.), на международных конференциях в ФГБОУ ВО Курской ГСХА и ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

**Личный вклад соискателя.** Работа выполнялась на кафедре агрономии, землеустройства и экологии ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА в 2016-2019 гг.

Автор лично принимал участие в разработке темы, планировании исследований и проведении экспериментов. Автор проводил анализ литературных источников, сбор, обработку, анализ и обобщение экспериментальных данных, а также оформление диссертационной работы.

Полевые опыты, фенологические наблюдения, учёт урожая, агрохимические анализы почвы, определение физических, технологических показателей качества силоса и его химический состав, а также выводы и предложения производству были выполнены автором лично.

Автор самостоятельно проводил подготовку научных публикаций, представлял лично результаты на конкурсах и научно-практических конференциях. Личный вклад диссертанта составляет более 90 %.

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 8 научных статей, в том числе 3 работы в ведущих рецензируемых журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК РФ.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю признательность и благодарность своему научному руководителю заслуженному работнику высшей школы РФ, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Прудникову Анатолию Дмитриевичу, за помощь в проведении экспериментов, ценных советов и замечаний.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 159 страницах компьютерного текста, состоит из введения, основной части, содержит 31 рисунка, 38 таблиц, заключения, списка использованной литературы, включающего 259 источников, в том числе 17 на иностранных языках и 10 приложений.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертационная работа Курятова Павла Александровича соответствует научной специальности 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство в следующих областях исследования: п. 25 - Разработка эффективных технологий возделывания, уборки полевых культур и первичной переработки продукции; п. 26 - Реакция высокоурожайных видов (сортов) на предшественников, приёмы

обработки почвы, способы, сроки, глубину и нормы посева, виды, дозы и сочетания макро- и микроудобрений, использование регуляторов роста, новых форм удобрений, приёмы ухода за растениями, на способы и сроки уборки;

п. 27 – Разработка агротехнических приёмов повышения качества продукции растениеводства.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**1. Обзор литературы.** В главе рассмотрены вопросы происхождения кукурузы, необходимая температура для роста и развития кукурузы на разных фазах. Описаны особенности кукурузы, рассмотрена эффективность выращивания, а также агрономическое и экологическое значение. Представлена характеристика наиболее широко используемых микроудобрений для стимулирования процессов роста и развития кукурузы. Дана характеристика эффективности применения микроудобрений в агроценозах кукурузы в зависимости от погодных условий и изучаемых гибридов кукурузы.

**2. Условия проведения исследований.** Экспериментальные исследования проводились в течении трех лет (2016-2018 гг.) в Смоленской области на опытном поле ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА в деревне Михновка.

В 2016 году опыт проводился на участке № 1 после многолетних трав - козлятника восточного (*Galega orientalis* L.), в 2017-2018 гг. опыт проводился на участке № 5 после однолетних трав – викоовсяной смеси и кукурузы. Каждое комплексное микроудобрение изучалось на двух скороспелых гибридах кукурузы: Воронежский 160 СВ (ФАО 160) и П 7054 (ФАО 160). Вариант занимал площадь 50 м<sup>2</sup>. Повторность в опытах 4-кратная. Размещение вариантов - рендомизированное. Посев кукурузы осуществлялся: в 2016 году - 12 мая, в 2017 году - 17 мая, в 2018 году - 10 мая. Норма высева 80 тыс. всхожих семян на га, ширина междурядий 72 см. Изучались подкормки микроудобрениями Фертигрейн плюс марки Фолиар П (гос. регистрация № 496-13-1937-1), Текнокель плюс марки Амино Zn (гос. регистрация № 496-13-1936-1), Биостим марки Кукуруза (гос. регистрация № 018-13-3978-1), Биостим марки Универсал (гос. регистрация № 018-13-3978-1), Биостим марки Рост (гос. регистрация № 018-13-3978-1), Интермаг Профи марки Кукуруза (гос. регистрация № 359-13-2247-1), Ультрамаг Бор (гос. регистрация № 018-21-3989-1), Ультрамаг Хелат марки Zn-15 (гос. регистрация № 018-21-3993-1).

**Характеристика почвы опытных участков.** Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая на покровном суглинке. Пахотный слой почвы 0-20 см опытных участков 1 и 5 соответственно содержал гумуса 2,07 и 1,80%, рН<sub>сол</sub> 5,62 и 5,0; подвижного фосфора 253 и 112, обменного калия 142 и 68 мг/кг. Содержание подвижных форм микроэлементов в почве опытного участка № 1 следующее: В-0,95, Мн-89, Zn-1,61, Со-0,22, Cu-3,5, Мо-0,28 мг/кг, №5: В- 0.35; Мн-74; Zn-1.27; Со-0.17; Cu-2,6; Мо-0.06 мг/кг.

**Погодные условия.** В 2016 году погодные условия были благоприятные для роста и развития кукурузы. Осадки были в норме за исключением августа месяца, когда выпало 42 мм осадков.

В 2017 году в период появления всходов наблюдался заморозок 4 июня (-2°С) приведший к частичному изреживанию всходов кукурузы. Осадки распределялись неравномерно, в августе выпало 150 мм, что удлинит период вегетации кукурузы.

В 2018 году начало года было достаточно засушливым, избыток осадков в три с лишнем раза превышающий норму наблюдался в июле месяце, но он не оказал существенного влияния на созревание гибридов кукурузы, температура была близка к норме.

**Методика исследований.** На опытном участке осенью проводилась зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя. Весной проводилось 1-2 обработки сплошным культиватором КПС-4. Под культивацию вносили азофоску в дозе N48P48K48. Для борьбы с сорняками проводили обработку посевов кукурузы гербицидом МайсТер Пауэр в фазу 4 листьев кукурузы ручным ранцевым опрыскивателем в норме 1,25 л/га. Опыты проводились путём применения микроудобрений в виде некорневой подкормки кукурузы в фазу 5 листьев в норме 0,8-1,0 л/га. Контрольный вариант обрабатывался водой. Затем в фазу 6-8 листьев проводили подкормку аммиачной селитрой N32.

Кукуруза росла и развивалась до наступления фазы восковой спелости, после её убирали на силос, скашивая кукурузу на высоте 6-10 см.

Полевые и лабораторные исследования проводились по общепринятым методикам. Статистическую обработку урожайных данных проводили по методике Е.А. Доспехова «Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных», 1985 г. по программе Stadia. Экономическая эффективность рассчитана по общепринятой методике на основе прямых затрат.

**3. Формирование агроценозов раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от применяемых микроэлементов.** Кукуруза в опыте возделывалась по зерновой технологии, поэтому для неё важна обеспеченность теплом и борьба с сорняками. Весной 2016 года после внесения удобрений и культивации, выполненной КПС-4, начали прорастать малолетние сорняки. Сохранилось и отросло после обработки гербицидом МайсТер Пауэр не более 5% сорняков.

Кукуруза в 2017 году росла медленно, частично изредилась в результате заморозка 4 июня и поэтому до внесения гербицида имела вид сильно засорённый. После обработки гербицидом МайсТер Пауэр 97% сорняков погибла, остальные были сильно угнетены.

В 2018 году участок для возделывания кукурузы был тем же. Общая засорённость посева кукурузы была на 27-30% ниже. Обработка поля гербицидом проведена в начале июня. После обработки поле было освобождено от однолетних сорняков полностью, из многолетних сорняков сохранились в подавленном состоянии полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) и полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.).

**Влияние температуры на продолжительность периода посев-всходы у разных гибридов кукурузы.** При возделывании кукурузы в Смоленской области важным условием, обеспечивающим её нормальное развитие, является температурный режим. В 2016 и 2018 году продолжительность периода от посева

до полных всходов составляла 12-13 дней, в 2017 году, когда температура воздуха была заметно ниже на формирование всходов Воронежского 160 СВ потребовалось 16 дней, а гибрида П 7054 18 дней. Выполненный нами регрессионный анализ продолжительности периода появления всходов растений зависит от температуры воздуха и почвы. Более тесную связь между показателями температуры воздуха и продолжительностью периода с момента посева до появления всходов отмечена у гибрида Воронежский 160 СВ.

$$Y_1 = 22,58 - 0,58x; r = 0,88 \pm 0,05 [1]$$

У гибрида П 7054 отмечено большее замедление с появлением всходов.

$Y_2 = 29,04 - 0,94x; r = 0,78 \pm 0,07 [2]$ , где  $x$  - температура, °С,  $y_1$  - продолжительность периода от посева до всходов (в сутках) у гибрида Воронежский 160 СВ,  $y_2$  - у П 7054.

**Изменение высоты растений в течение вегетации в зависимости от применяемых микроудобрений.** Рост главного стебля в условиях Смоленской области зависел в основном от температурного фона. Микроудобрения оказали заметное действие на прохождение фаз развития и темпы роста растений. В 2016 году растения кукурузы использовали питательные вещества, дополнительно внесённые в качестве листовой подкормки с Фертигрейн плюс марки Фолиар П, Текнокель плюс марки Амино Zn и Биостим марки Рост; они увеличивали высоту растений гибрида Воронежский 160 СВ с 214 см на контроле на 242, 250 и 235 см, а у гибрида П 7054 с 201 см на контроле на 226, 220 и 214 см. В остальных вариантах у обоих гибридов высота растений практически не менялась.

Заметно изменяли высоту главного побега кукурузы и в 2017 году препараты Фертигрейн плюс марки Фолиар П, Текнокель плюс марки Амино Zn и Биостим марки Рост. Гибрид Воронежский 160 СВ на контроле имел высоту 202 см, от препаратов высота увеличилась до 237, 238 и 219 см., однако заморозок в начале вегетации замедлил темпы роста кукурузы и фаза восковой спелости наступила на 14+16 дней позже, т.е. 28-30 сентября.

В 2018 году высота растений была практически такой же, как и в неблагоприятном 2017 году. Однако срок наступления восковой спелости зерна наступил в 2018 году на две недели раньше. Различия между вариантами по высоте сохранились, в контрольном варианте - 197 см, при подкормке Фертигрейн плюс марки Фолиар П - 233, Текнокель плюс марки Амино Zn - 237, Биостим марки Рост - 215 см. Другие препараты не увеличивали высоту растений кукурузы.

**Динамика площади листьев агроценозов кукурузы и фотосинтетический потенциал в зависимости от применяемых микроудобрений.** Габитус растений кукурузы тесно связан с признаком скороспелости, что в полной мере относится к такому признаку, как число листьев на главном побеге. В среднем за три года число листьев кукурузы к уборке варьировало от 9 штук до 12 штук. Таким образом, число листьев на главном побеге тесно связано с применением комплексов микроэлементов, но может изменяться внешними условиями, и, прежде всего, температурой. Отмечено большее число листьев у микроудобрений Фертигрейн плюс марки Фолиар П, Текнокель плюс марки Амино Zn и Биостим марки Рост. Различия

проявлялись во все годы исследований.

Максимальная площадь листьев была сформирована гибридом П 7054 в 2016 году в варианте Текнокель плюс марки Амино Zn. Она составляла 41,4 тысяч м<sup>2</sup> на 1 га площади посева. Важно отметить, что этому варианту немного уступал Фертигрейн плюс марки Фолиар П. Затем шел Текнокель плюс марки Амино Zn у гибрида Воронежский 160 СВ, затем Биостим марки Рост. При внесении препаратов Биостим марки Кукуруза, Биостим марки Универсал, Интермаг Профи марки Кукуруза, Ультрамаг Бор и Ультрамаг Хелат марки Zn-15 не было получено существенных различий от контрольного варианта, обработанного водой.

Таблица 1 - Площадь листьев кукурузы в зависимости от применяемых микроудобрений, 2016-2018 гг.

№	Препарат	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> на 1 га посевов					
		Воронежский 160 СВ			П 7054		
		2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	Контроль	37,6	32,6	35,6	38,4	32,0	34,8
2	Фертигрейн плюс марки Фолиар П	40,2	36,4	37,2	40,9	35,7	37,0
3	Текнокель плюс марки Амино Zn	40,4	36,8	37,1	41,5	35,6	36,7
4	Биостим марки Кукуруза	37,4	31,5	35,6	38,0	32,2	34,7
5	Биостим марки Универсал	36,9	32,9	35,0	37,6	31,9	35,9
6	Биостим марки Рост	39,2	35,9	36,9	40,2	34,8	36,1
7	Интермаг Профи марки Кукуруза	36,5	32,4	35,1	37,6	32,0	34,6
8	Ультрамаг Бор	37,3	33,2	35,8	38,3	31,8	35,1
9	Ультрамаг Хелат марки Zn-15	37,0	32,8	35,2	38,0	31,7	34,9
НСР <sub>05</sub> гибридов		2,1	2,3	1,9	2,1	2,3	1,9
НСР <sub>05</sub> комплексов удобрений		1,9	2,0	1,8	1,9	2,0	1,8

Необходимо подчеркнуть, что по показателю площади листьев большую устойчивость показал гибрид Воронежский 160 СВ по сравнению с гибридом П 7054. Эта устойчивость проявлялась в 2017-2018 годах, когда опыт проводился на бедных малогумусных кислых почвах. Гибриды кукурузы под влиянием Текнокель плюс марки Амино Zn, Фертигрейн плюс марки Фолиар П и Биостим марки Рост на два - три дня позже формировали максимальную площадь листьев.

**4. Влияние микроэлементов на урожайность кукурузы и качество полученного корма.** В 2016 году изучаемые препараты оказали заметное влияние на формирование агроценозов кукурузы (табл. 2). Среди изучаемых препаратов выделялись по действию на величину урожайности сухого вещества препараты Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П. Она составляла соответственно 12,9 и 12,2 т/га у гибрида Воронежский 160 СВ и 11,9 и 11,4 т/га сухой массы у гибрида П 7054.

В 2017 году эффективность обработок была значительно ниже. Урожайность сухого вещества гибрида Воронежский 160 СВ снизилась в контрольном варианте до 7,7 т/га, Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П увеличивали урожайность соответственно на 2,4 и 2,5 т/га. Ряд препаратов (Биостим марки Кукуруза, Интермаг Профи марки Кукуруза, Ультрамаг Бор, Ультрамаг Хелат марки Zn-15) не обеспечили достоверного увеличения урожайности гибридов кукурузы.

Причиной более низкой эффективности изучаемых препаратов в неблагоприятный по погодным условиям год можно объяснить тем, что ассимиляционный аппарат растений кукурузы функционировал в менее благоприятных температурных условиях. Второй причиной могло быть более низкое плодородие опытного участка.

2018 год был более благоприятным для кукурузы. Об этом свидетельствуют и полученные урожаи. Они были выше предыдущего года на 1,1 т/га сухого вещества в контрольном варианте гибрида Воронежский 160 СВ и 1,9 т/га у гибрида П 7054.

Таблица 2 - Влияние микроэлементов на урожайность сухого вещества кукурузы в среднем за 3 года, т/га

№	Препарат	Урожайность сухого вещества (т/га)			
		2016	2017	2018	2016-2018 гг.
Воронежский 160СВ					
1	Контроль	10,3	7,7	8,8	8,9
2	Фертигрейн плюс марки Фолиар П	12,2	10,2	12,4	11,6
3	Текнокель плюс марки Амино Zn	12,9	10,1	12,1	11,7
4	Биостим марки Кукуруза	10,3	7,2	8,3	8,6
5	Биостим марки Универсал	10,0	6,8	7,7	8,2
6	Биостим марки Рост	11,3	9,1	11,5	10,6
7	Интермаг Профи марки Кукуруза	10,8	8,2	9,9	9,6
8	Ультрамаг Бор	11,5	7,4	9,7	9,5
9	Ультрамаг Хелат марки Zn-15	10,8	7,7	9,8	9,4
П 7054					
1	Контроль	9,1	6,0	7,9	7,7
2	Фертигрейн плюс марки Фолиар П	11,4	7,1	8,8	9,1
3	Текнокель плюс марки Амино Zn	11,9	8,6	11,3	10,6
4	Биостим марки Кукуруза	10,4	6,7	7,6	8,2
5	Биостим марки Универсал	10,2	7,0	8,0	8,4
6	Биостим марки Рост	10,9	7,3	7,9	8,7
7	Интермаг Профи марки Кукуруза	10,9	7,2	7,5	8,5
8	Ультрамаг Бор	10,4	6,3	7,0	7,9
9	Ультрамаг Хелат марки Zn-15	9,5	5,5	6,8	7,3
НСР <sub>05</sub> частных различий		1,6	1,4	1,7	1,5
НСР <sub>05</sub> гибридов		0,8	0,7	0,9	0,8
НСР <sub>05</sub> комплексов удобрений		0,9	0,8	1,0	0,9

За три года наиболее высокая урожайность сухой массы кукурузы была получена у гибрида Воронежский 160 СВ в вариантах Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П. Она составила 11,7 и 11,6 т/га сухого вещества. Превышение в урожайности имел также препарат Биостим марки Рост.

Остальные препараты не дали достоверной прибавки урожая. Это относится к препаратам Биостим марки Кукуруза, Интермаг Профи марки Кукуруза, Ультрамаг Бор, Ультрамаг Хелат марки Zn-15.

В 2017-2018 годах гибрид кукурузы П 7054 уступал по урожайности сухого вещества гибриду Воронежский 160 СВ. Комплексы микроудобрений Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П обеспечивали достоверное увеличение урожайности сухого вещества.

Регрессионный анализ показал наличие связи, описываемой уравнением параболы между площадью листьев и величиной урожайности сухого вещества.

В 2016 году эта зависимость выглядела так:

$$Y = 14,95 - 0,5136x + 0,01051 X^2, \text{ при } R = 0.56 \pm 0,057, \text{ где:} \quad [3]$$

X - площадь листьев в тысячах м<sup>2</sup> на 1 га, Y - урожайность сухого вещества, т/га; R - коэффициент корреляции, отражающий тесноту связи между величинами.

Установлена зависимость между фотосинтетическим потенциалом и величиной урожайности сухого вещества:

$$Y = 42,06 + 0,0459Z - 0.00000614Z^2, \text{ при } R = 0.567 \pm 0.054, \text{ где:} \quad [4]$$

Z - величина фотосинтетического потенциала.

В 2017 году теснота связи между величиной максимальной площадью листьев и урожайностью сухого вещества возросла:

$$Y = 1,21X - 0,009902X^2 - 21,38, \text{ при } R = 0,812 \pm 0,052 \quad [5]$$

Ещё более тесная связь установлена между фотосинтетическим потенциалом и урожайностью сухого вещества:

$$Y = 3,427 - 0,006013Z + 0.000005296Z^2, \text{ при } R = 0.853 \pm 0.017 \quad [6]$$

В 2018 году установленная зависимость между площадью листьев и урожайностью сухого вещества была тесной:

$$Y = 0,5745X^2 - 39,82X + 697,9, \text{ при } R = 0.766 \pm 0.162 \quad [7]$$

Однако зависимость между фотосинтетическим потенциалом и урожайностью сухого вещества была более тесной:

$$Y = 189,9 - 0,1969Z + 0,00005296Z^2, \text{ при } R = 0.885 \pm 0.011 \quad [8]$$

Зависимость между фотосинтетическим потенциалом и средневзвешенной урожайностью сухого вещества за три года была тесной:

$$Y = 0,04331Z - 0.0000076Z^2 - 67.57, \text{ при } R = 0.874 \pm 0.076 \quad [9]$$

**Структура урожая в зависимости от используемых комплексов микроудобрений и погодных условий.** Кукурузу скашивали на силос в фазу восковой спелости зерна. В 2016 году кукуруза росла в условиях, приближенных к оптимальным. Микроудобрения влияли на долю початков урожая кукурузы. У гибрида Воронежский 160 СВ большей долей початков характеризовались варианты Ультрамаг Бор, Биостим марки Кукуруза и Ультрамаг Хелат марки Zn-15- 41,9-42,1%; у П 7054 - Интермаг Профи марки Кукуруза, Ультрамаг Бор и Биостим марки Кукуруза - 46,0-45,5%.

В неблагоприятный по погодным условиям 2017 год доля початков снижалась на 1,5-4,5%. Наиболее низким содержанием початков в урожае характеризовались варианты Биостим марки Рост, Фертигрейн плюс марки Фолиар П и Текнокель плюс марки Амино Zn - 39,2-39,8%. В вариантах Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П отмечено двух-трехдневное замедление фазы развития.

В 2018 году самой высокой долей початков характеризовались варианты Биостим марки Универсал, Ультрамаг Бор, Интермаг Профи марки Кукуруза и Ультрамаг Хелат марки Zn-15 у гибрида П 7054 - 42,5-42,1%. Наиболее низкая доля початков была в вариантах Текнокель плюс марки Амино Zn, Фертигрейн плюс марки Фолиар П и Биостим марки Рост - 40,2-40,9%.

**Химический состав сухого вещества корма в зависимости от используемых комплексов микроудобрений и погодных условий.** В 2016 году по содержанию сырого протеина выделялись варианты, в которых применялся Текнокель плюс марки Амино Zn, Фертигрейн плюс марки Фолиар П, где содержание сырого протеина составляло 9,05-9,19% и было выше на 0,5-1% по сравнению с другими вариантами у гибрида Воронежский 160 СВ. В вариантах с гибридом кукурузы П 7054 содержание сырого протеина было ниже 9,0%, в вариантах Текнокель плюс марки Амино Zn, Фертигрейн плюс марки Фолиар П превышение составляло 0,2-0,89%.

В вариантах Текнокель плюс марки Амино Zn и Биостим марки Рост содержанию сырой клетчатки у гибрида Воронежский 160СВ составляло 23,04% и было выше на 0,59-1,09% по сравнению с другими препаратами.

В 2017 года отмечено более высокое содержание сырого протеина (8,41-9,39%) у гибрида Воронежский 160 СВ и 8,15-8,91% у гибрида П 7054. Различия между вариантами уменьшились, но все же проявлялись и в 2017 году. Выделялись по содержанию сырого протеина варианты Фертигрейн плюс марки Фолиар П, Текнокель плюс марки Амино Zn и Биостим марки Рост. В сухом веществе содержание сырого протеина составляло 9,39-9,01%. Содержание клетчатки составляло 23,01-23,47%.

В 2018 году погода была более благоприятна для роста и развития кукурузы. Содержание сырого протеина было ниже на 0,8-1,2% по сравнению с 2017 годом, сырой клетчатки меньше на 0,7-1,1%. Отмечено увеличение содержания БЭВ на 1,5-2%.

**Особенности силосования гибридов кукурузы.** Поскольку выращенную кукурузу заготавливали для приготовления силоса, было решено провести силосование массы по вариантам с выяснением условий действия микроудобрений на состав силоса и его качество (табл. 3).

Закладку силосной массы проводили по методу Зафрена в 10 литровых пластмассовых сосудах. Через 30 дней после закладки полученный силос анализировали на качество согласно ГОСТ Р 55986-2022.

Проведя оценку силосов, лучшие показатели по качеству имели гибриды Воронежский 160 СВ при обработке Текнокель плюс марки Амино Zn, Фертигрейн плюс марки Фолиар П. Эти образцы имели приятный фруктовый запах и согласно с ГОСТ Р 55986-2022 относились к I классу. В других вариантах гибрид Воронежский 160 СВ и гибрид П 7054 давали силос II класса или не классный по содержанию сырого протеина.

Разброс данных по содержанию сухого вещества был сравнительно не велик. Содержание сырого протеина в силосе изменялось по-разному. По этому показателю к силосам I класса можно отнести силоса, заготовленные из гибрида Воронежский 160 СВ с применением препаратов Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П, в которых содержалось 83 и 81 г сырого протеина и не было масляной кислоты.

Изменение темпов роста при использовании комплексов микроудобрений изменяло содержание сырой клетчатки. При использовании Текнокель плюс марки Амино Zn доля клетчатки возросла у гибрида Воронежский 160 СВ на 9 г

на кг, Биостим марки Универсал на 14г/кг, Фертигрейн плюс марки Фолиар П на 11 г/кг.

У гибрида П 7054 применение Текнокель плюс марки Амино Zn, способствовала росту клетчатки на 12 г/кг, Фертигрейн плюс марки Фолиар П - на 14, Биостим марки Рост - на 8 г/кг.

Таблица 3 - Показатели питательности кукурузного силоса при внесении комплексов микроудобрений

Препарат	рН, ед	М.д. масляной кислоты, %	Содержание сухого вещества, г/кг	Содержание в сухом веществе, г/кг	
				сырого протеина	сырой клетчатки
<b>Воронежский 160 СВ</b>					
Контроль	4,49	0,2	306	74	215
Фертигрейн плюс марки Фолиар П	4,25	0,0	303	81	224
Текнокель плюс марки Амино Zn	4,23	0,0	301	83	226
Биостим марки Кукуруза	4,23	0,1	312	76	261
Биостим марки Универсал	4,31	0,1	315	75	229
Биостим марки Рост	4,29	0,1	305	79	229
Интермаг Профи марки Кукуруза	4,18	0,1	318	75	220
Ультрамаг Бор	4,27	0,2	311	73	229
Ультрамаг Хелат марки Zn-15	4,35	0,0	319	72	234
<b>П7054</b>					
Контроль	4,37	0,2	312	71	221
Фертигрейн плюс марки Фолиар П	4,21	0,1	304	78	235
Текнокель плюс марки Амино Zn	4,23	0,0	302	79	233
Биостим марки Кукуруза	4,41	0,1	311	71	219
Биостим марки Универсал	4,47	0,1	317	70	226
Биостим марки Рост	4,28	0,1	308	73	231
Интермаг Профи марки Кукуруза	4,22	0,2	312	72	229
Ультрамаг Бор	4,32	0,1	309	70	225
Ультрамаг Хелат марки Zn-15	4,65	0,1	315	69	224
НСР <sub>05</sub> гибридов	0,26	0,03	11,8	4,9	12,5
НСР <sub>05</sub> комплексов удобрений и взаимодействия	0,31	0,05	13,4	5,8	14,3

**5. Экономическая эффективность применения различных комплексов микроудобрений в посевах раннеспелых гибридов кукурузы.** Расчёт экономической эффективности проводили по технологическим картам по каждому варианту опыта. Тарифные ставки на ручные и механизированные работы, стоимость ГСМ, электроэнергии, семян, удобрений, комплексных микроудобрений и гербицидов взяты по текущим ценам на 2019 год.

Стоимость обменной энергии рассчитывали, исходя из стоимости 1 кг фуражного овса, которая равнялась 11 рублей за 1 кг корма. Применение комплексов микроэлементов при возделывании кукурузы на силос оказалось выгодным приёмом. Наилучшие экономические показатели обеспечили препараты Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П. Чистый доход в вариантах сильно различался. Он изменялся от 69 тысяч рублей в варианте Текнокель плюс марки Амино Zn до 48 тысяч рублей в контрольном варианте у гибрида Воронежский 160 СВ.

В вариантах с гибридом П 7054 чистый доход составлял 48 тысяч рублей в варианте Текнокель плюс марки Амино Zn и 21 тысячу рублей в варианте Ультрамаг Хелат марки Zn-15.

По показателям рентабельности варианты с гибридом Воронежский 160 СВ значительно превосходили гибрид П 7054. Она достигала 255% в варианте Текнокель плюс марки Амино Zn, 253% в варианте Фертигрейн плюс марки Фолиар П, 223% в варианте Биостим марки Рост, 200% в варианте Интермаг Профи марки Кукуруза, 199% в контрольном варианте, где использовалась вода вместо испытываемых комплексов микроэлементов.

Из-за высоких затрат на семена рентабельность возделывания гибрида П 7054 была существенно ниже. Она была максимальной в варианте Текнокель плюс марки Амино Zn и составляла 123%. В варианте Фертигрейн плюс марки Фолиар П она снижалась до 99%, Биостим марки Рост - до 90%. Интермаг Профи марки Кукуруза - до 91%, Биостим марки Универсал - до 89%, Биостим марки Кукуруза - до 84%, Ультрамаг Бор и контрольном варианте - до 83%.

Таблица 4 - Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании гибридов кукурузы

№	Препарат	Выход ОЭ (ГДж/га)	Стоимость продукции руб./га	Затраты руб./га	Чистый доход руб./га	Рентабе льность, %
<b>Воронежский 160 СВ</b>						
1	Контроль	73,16	73425	24525	48900	199
2	Фертигрейн плюс марки Фолиар П	94,66	95700	27045	68655	253
3	Текнокель плюс марки Амино Zn	95,65	96525	27121	69404	255
4	Биостим марки Кукуруза	70,31	70950	26320	44630	169
5	Биостим марки Универсал	67,34	67650	25995	41755	160
6	Биостим марки Рост	86,74	87450	27027	60423	223
7	Интермаг Профи марки Кукуруза	78,56	79200	26360	52840	200
8	Ультрамаг Бор	78,23	78375	26769	51606	192
9	Ультрамаг Хелат марки Zn-15	77,27	77550	26392	51158	193
<b>П 7054</b>						
1	Контроль	63,76	63525	34683	28842	83
2	Фертигрейн плюс марки Фолиар П	74,60	75075	37598	37477	99
3	Текнокель плюс марки Амино Zn	80,97	87450	39115	48335	123
4	Биостим марки Кукуруза	67,71	67650	36587	31063	84
5	Биостим марки Универсал	69,30	69300	36534	32766	89
6	Биостим марки Рост	69,20	71775	37589	34186	90
7	Интермаг Профи марки Кукуруза	70,19	70125	36534	33591	91
8	Ультрамаг Бор	65,18	65175	35571	29604	83
9	Ультрамаг Хелат марки Zn-15	60,23	60225	36081	24144	66

Комплексы микроудобрений Биостим марки Рост и Фертигрейн плюс марки Фолиар П позволило получить силос 1 класса, применение остальных комплексов - 2 класса и не классный.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённые нами исследования в условиях западной части Нечернозёмной зоны России и внедрение в производство научных разработок позволяют сформулировать следующее:

1. Применение комплексов микроудобрений Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П усиливали рост гибридов кукурузы на 13,1-20,3% по отношению к контрольному варианту.

На почвах с низким естественным плодородием преимущество было у отечественного гибрида Воронежский 160 СВ.

2. Площадь листьев гибридов кукурузы заметно изменялась в результате применения комплексов микроудобрений. Наибольшую площадь листьев формировали гибриды Воронежский 160 СВ и П 7054 в варианте Текнокель плюс марки Амино Zn - 38,1 и 37,9 тысяч м<sup>2</sup> на 1 га, в варианте Фертигрейн плюс марки Фолиар П - соответственно 37,9 и 37,8 тысяч м<sup>2</sup> на 1 га.

3. Фотосинтетический потенциал посевов гибридов изменялся значительно (2509-1721 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки) под влиянием микроудобрений, плодородия почв, погодных условий, гибридов. Наилучшие результаты были получены в варианте Текнокель плюс марки Амино Zn. Худший результат был в варианте Ультрамаг Хелат марки Zn-15 в 2017 году.

4. Регрессионный анализ показал наличие тесной связи между площадью листьев и величиной урожайности сухого вещества. Коэффициенты регрессии различались по годам:

В 2016 году:  $R=0,560 \pm 0,057$ ; в 2017 году:  $R= 0.812 \pm 0.052$ ; в 2018 году:  $R=0,766 \pm 0.162$ .

Выявлены зависимости между фотосинтетическим потенциалом и урожайностью сухого вещества. Коэффициенты регрессии по годам изменялись следующим образом: в 2016 году -  $R = 0.567 \pm 0.054$ , в 2017 -  $R = 0.853 \pm 0.017$ , в 2018 году -  $R = 0.885 \pm 0.011$

5. Комплексы микроудобрений оказывали заметное влияние на урожайность сухой массы гибридов кукурузы. Гибрид Воронежский 160 СВ достоверно повышал урожайность сухого вещества в вариантах Текнокель плюс марки Амино Zn, Фертигрейн плюс марки Фолиар П до 11,7 и 11,6 т/га сухой массы, гибрид П 7054 - до 10,6 и 9,1 т/га.

6. Комплексы микроудобрений Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П на 1-3 дня замедляли развитие гибридов. Другие препараты не оказывали заметного влияния на рост и сохранность растений.

У гибрида Воронежский 160 СВ большей долей початков характеризовались варианты Ультрамаг Бор, Биостим марки Кукуруза и Ультрамаг Хелат марки Zn-15- 41,9-42,1%.

В неблагоприятный по погодным условиям год уменьшалась доля початков на 1,5-4,5%.

7. Комплексы микроудобрений оказывали влияние на химический состав корма. Под влиянием Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс

марки Фолиар П возросло содержание сырого протеина в сухом веществе до 9,01-9,49%.

Применение комплексов микроудобрений Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П при возделывании гибрида кукурузы Воронежский 160 СВ позволило получить силос I класса.

8. Применение микроудобрений при возделывании кукурузы на силос оказалось выгодным приемом. Чистый доход гибрида Воронежский 160 СВ в вариантах Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П составлял 69 и 68 тысяч рублей, рентабельность - 253 и 233%. Из-за более низкого урожая и высокой стоимости семян импортного гибрида П 7054 использование комплексов микроэлементов оказалось менее выгодным.

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

При возделывании кукурузы на силос на дерново-подзолистых почвах целесообразно выращивать гибрид Воронежский 160 СВ с использованием комплексов микроудобрений. Некорневая подкормка комплексами микроэлементов Текнокель плюс марки Амино Zn и Фертигрейн плюс марки Фолиар П в фазу 5-6 листьев позволяет повысить урожайность силосной кукурузы до 11,6-11,7 т/га сухой массы и получать силос I класса.

### **ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

В дальнейшем более детально следует рассмотреть вопросы агрохимического программирования урожайности сухого вещества отечественных гибридов кукурузы, а также более эффективного использования вносимых комплексных микроудобрений на гибридах отечественного производства.

### **СПИСОК ПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

#### **Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:**

1. Прудников, А.Д. Аминокислотные биостимуляторы в процессе роста, развития и продуктивности раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Смоленской области / А.Д. Прудников, **П.А. Курятов** // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2019. - №2 (42). – С.41-46.

2. Прудников, А.Д. Эффективность аминокислотных биостимуляторов при силосовании кукурузы / А.Д. Прудников, **П.А. Курятов** // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. - №5. – С. 23-26.

3. Прудников, А.Д. Производство кукурузы на силос в Смоленской области с использованием аминокислотных биостимуляторов / А.Д. Прудников, **П.А. Курятов** // Кормопроизводство. – 2020. - №1. – С.41-44.

#### **Публикации в журналах, сборниках научных трудов, материалах конференций:**

4. Прудников, А.Д. Продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы при применении физиологически активных веществ / А.Д. Прудников, **П.А. Курятов** // В сборнике: Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства. Сборник материалов международной научно-практической конференции. - Смоленск: Изд-во ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2018. - С. 126-130.

5. Прудников, А.Д. Применение физиологически активных веществ при выращивании раннеспелых гибридов кукурузы в Смоленской области / А.Д. Прудников, **П.А. Курятов** // В сборнике: Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы 69-ой Международной научно-практической конференции. – Рязань: Изд-во Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2018. – С. 71-75.

6. Прудников, А.Д. Влияние физиологически активных веществ на продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы / А.Д. Прудников, **П.А. Курятов** // В сборнике: Управление устойчивым развитием сельских территорий регионов. Материалы международной научно-практической конференции. - Смоленск: Изд-во ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2018. – С. 77-81.

7. Прудников, А.Д. Эффективность аминокислотных биостимуляторов при силосовании кукурузы / А.Д. Прудников, **П.А. Курятов** // В сборнике: Агробиофизика в органическом сельском хозяйстве. Сборник материалов международной научной конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Гордеева Анатолия Михайловича. - Смоленск: Изд-во ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2019. – С. 133-136.

8. Прудников, А.Д. Биопрепараты и урожайность раннеспелых гибридов кукурузы / А.Д. Прудников, **П.А. Курятов** // В сборнике: Перспективные направления научно-технологического развития российского АПК. Сборник материалов национальной научной конференции, посвящённой Году науки и технологий в России. - Смоленск: Изд-во ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2021. - С. 126-133.