

На правах рукописи

Малышева Екатерина Владимировна

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА КУКУРУЗЫ
НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Брянск – 2022

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова»

- Научный консультант:** **Ториков Владимир Ефимович** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации
- Официальные оппоненты:** **Лобков Василий Тихонович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, агрохимии и агропочвоведения ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
Ступаков Алексей Григорьевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»
Воронин Александр Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр»
- Ведущая организация:** ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева»

Защита состоится «23» сентября 2022г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.005.01 при ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, корпус 4, конференц-зал. E-mail: uchsovet@bgsha.com, факс: (8-0483-41) 24-721.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Автореферат разослан « ____ » _____ 20 ____ г. и размещен на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации: <http://vak.minobrnauki.gov.ru>

Просим принять участие в работе совета или прислать свой отзыв в двух экземплярах, заверенных печатью.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Дьяченко Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы исследований. Кукуруза является одной из самых распространенных и высокопродуктивных сельскохозяйственных культур в Центральном Черноземье. Ее зерно - традиционная пища населения многих стран мира, оно широко используется в кондитерской, крахмальной промышленности и является основным компонентом в составе комбикорма для животноводства. Для решения продовольственной задачи пополнения стратегических запасов страны качественным продовольствием требуется совершенствование технологий возделывания наиболее продуктивных гибридов кукурузы на зерно, повышение уровня их адаптации к условиям агроландшафтов.

В связи с этим агробиологическое обоснование повышения урожайности и качества зерна кукурузы на серых лесных почвах в условиях лесостепи Центрального Черноземья приобретает особую актуальность и своевременность. Наряду с агротехнической, экономической и биоэнергетической оценкой эффективности современных систем земледелия и адаптивных агротехнологий возделывания новых гибридов кукурузы зернового направления необходима социально-экологическая направленность новых разработок в решении продовольственно-стратегических запасов страны.

Степень разработанности научной проблемы. Совершенствованию технологии возделыванию кукурузы посвящены работы – П.Г. Акулова (1992), Н.И. Картамышева (1996), С.В. Лукина (1997), С.И. Смурова (1999, 2000), Л.А. Наумкиной (1992), В.Н. Багринцева, (2009), Л.Н. Прохорова (2015), А.П. Потапова и И.В. Варова (2016), В.Н. Наумкина (2018), Р.Ф. Байбекова (2018), В.Г. Васина, (2005, 2009), В.Е. Торицова (2010, 2019, 2020), А.В. Васина (2010), В.В. Коломийченко (2015), А.П. Потапова и др. (2016), С.А. Бельченко, В.Е. Торицова, В.В. Мамеева (2020), И.Я. Пигорева, Э.В. Засориной (2019), С.Н. Петровой (2017), С.И. Тютюнова, А.Н. Воронина (2019), В.Т. Лобкова (2016), А.В. Дронова (2019) и других авторов.

Для успешной разработки продовольственной стратегии в условиях лесостепи Центрального Черноземья необходимо выявить закономерности влияния почвенно-климатических условий, местоположения посевов в агроландшафте и уровня плодородия почвы на урожайность гибридов кукурузы в системе севооборотов, а также влияние нормы высева семян на урожайность и качество зерна разных по скороспелости (группам ФАО) гибридов кукурузы зернового направления; влияние различных по интенсивности и характеру воздействия на почву приемов основной обработки почвы в сочетании с разными системами удобрений в специализированных севооборотах и разработать основные параметры моделей возделывания кукурузы на зерно для агроландшафтов Центрального Черноземья.

Цель исследований Основной целью работы является разработка различных по интенсивности технологий возделывания гибридов кукурузы на программированный уровень урожайности 8 и 10 т/га зерна в условиях серых лесных почв лесостепи Центрального Черноземья и динамику их совершенствования в соответствии вызовам современных условий.

Задачи исследований:

1. Изучить влияние местоположения посевов в агроландшафте, уровня плодородия почвы на пищевой режим, агрофизические и агрохимические свойства почвы, накопление усвояемой влаги, динамику микробиологических процессов в почве, засоренность посевов, урожайность зерна гибридов кукурузы различных по скороспелости.

2. Определить значение предшественников, удобрений, микроудобрений на формирование урожайности и качества зерна гибридов кукурузы.

3. Изучить особенности роста и развития, формирования элементов урожайности и качества зерна, выявить наиболее перспективные гибриды для условий Центрального Черноземья.

4. Установить влияние норм высева, сроков посева и глубины заделки семян на урожайность зерна кукурузы.

5. Определить оптимальный способ основной обработки почвы для получения программированной урожайности и качества продукции возделываемой культуры в агроландшафте.

6. Создать производственную модель программированного уровня урожайности посредством применения оптимальных норм минеральных удобрений, микроудобрений, научно-обоснованных севооборотов и рациональных почвозащитных приемов обработки почвы.

7. Дать экономическую и энергетическую оценку эффективности совершенствования по технологиям возделывания кукурузы на серых лесных почвах в лесостепи Центрального Черноземья.

Научная новизна результатов исследования состоит в том, что впервые оптимизированные условия и выявленные закономерности позволяют совершенствовать, обосновывать, экспериментально доказывать производственную возможность получения высококачественного урожая и целесообразность возделывания гибридов кукурузы разных по скороспелости на программированный уровень урожайности в Центральном Черноземье. Выявленные адаптивные гибриды позволяют обеспечить стабильное сельскохозяйственное производство высококачественного урожая зерна кукурузы в агроландшафте лесостепи Центрального Черноземья.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в получении новых знаний, которые используются при внедрении адаптивных технологий возделывания новых гибридов кукурузы в агроландшафте лесостепи Центрального Черноземья. Комплексное изучение продуктивности кукурузы на зерно, включающее в себя важнейшие составляющие факторы: агроландшафт, предшественник, норма высева семян, гибриды, удобрения, приемы основной обработки почвы, интенсивные элементы программирования урожайности, позволяющие повысить конкурентоспособность и качество получаемой продукции. Разработанная автором методика дает возможность усовершенствовать модели систем земледелия на основе комплексного действия совокупных факторов. Положения, представленные в диссертационной работе, помогут специалистам сельского хозяйства всех форм собственности оптимизировать выбор

определенных гибридов, основных элементов технологий при выращивании кукурузы на зерно, повышая эффективность ведения земледелия и растениеводства. Научные разработки соискателя внедрены в сельскохозяйственное производство Курской области. Разработанная модель совершенствования технологии возделывания кукурузы с программированным уровнем урожайности в условиях лесостепи на серых лесных почвах Центрального Черноземья позволяет получать высокую урожайность зерна.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на включении теоретических и общебиологических методов: анализ, сравнение, обобщение при работе с научными публикациями и с экспериментальными данными. Методы эмпирического исследования – полевые опыты и наблюдения, научные основы программирования урожайности, лабораторные анализы, дисперсионный и корреляционно-регрессионный анализы экспериментальных результатов исследований, их обработка и интерпретация.

Положения, выносимые на защиту:

1. Значение природных факторов и погодных условий в формировании величины урожайности и качества зерна новых гибридов кукурузы различных по скороспелости.

2. Программированный уровень урожайности: 8 - 10 т/га зерна и его качество определяются густотой стояния растений, количеством высокопродуктивных початков, оптимальной нормой внесения минеральных удобрений и использованием необходимых микроэлементов.

3. Роль научно-обоснованных севооборотов, рациональных почвозащитных приемов основной обработки почвы, сроков посева, норм высева и глубины заделки семян в формировании программированного уровня урожайности зерна.

4. Роль естественных и антропогенных факторов в увеличении объемов производства растениеводческой продукции.

5. Производственная модель программирования урожайности посредством оптимальной системы удобрения, научно-обоснованных севооборотов, приемов зональной обработки почвы, позволяющих получать высококачественную продукцию.

6. Оценка экономической эффективности возделывания новых гибридов кукурузы на серых лесных почвах в условиях Центрального Черноземья.

Степень достоверности и апробация работы. Экспериментальные результаты исследований статистически обработаны с использованием методов дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов, а также метода наименьших квадратов, сопоставлены с результатами научных работ других ученых, удостоверены производственными испытаниями.

Основные результаты исследований, вошедшие в диссертацию, представлены автором и получили одобрение на Международных и Всероссийских конференциях: «Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса» (Курск, 2016), «Интеграция науки и сельскохозяйственного производства» (Курск, 2017), «Научное обеспечение агропромышленного производства» (Курск, 2018), «Инновационная деятельность науки и образования в

агропромышленном производстве» (Курск, 2019), «Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях - продолжение научного наследия Листопада Г.Е., академика ВАСХНИЛ (РАСХН), доктора технических наук, профессора» (Волгоград, 2019), «Роль и место инноваций в сфере агропромышленного комплекса», (Курск, 2020).

Публикации результатов исследований. По теме диссертации опубликовано: 38 печатных работ общим объемом 49,8 п.л. (авторский вклад – 37,4 п.л.), из них 22 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, 3 – в изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах данных Web of Science и Scopus, 2 монографии.

Личное участие автора Автором выполнены экспериментальные исследования по совершенствованию технологии возделывания кукурузы на зерно в 2015–2021 гг. и внедрены в учебный процесс в Курской ГСХА и в производство Курской области: в «ОП Рыльск» «Курск АгроАктив» с. Акимовка Рыльского района Курской области; «ОП Сосновка» «Курск АгроАктив», Горшеченского района Курской области; «ИП Глава КФХ «Плешевцев А.А.» Курского района Курской области; «Курск АгроАктив», ООО «АгроТерра» Курского района Курской области. Автором самостоятельно осуществлялась постановка задач, разработка программ исследований, проведение полевых учетов и наблюдений, обработка, анализ полученных результатов и литературных материалов, ежегодная подготовка научных отчетов, формулирование основных положений и выводов, а также подготовка научных статей по теме диссертации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 9 глав, выводов и практических предложений производству, 9 приложений. Работа изложена на 326 страницах компьютерного текста и включает 132 таблицы, 15 рисунков. Список литературы содержит 407 источников, в том числе 20 зарубежных авторов.

Автор выражает глубокую признательность и особую искреннюю благодарность за оказанную помощь при работе над диссертацией научному консультанту профессору Владимиру Ефимовичу Торикову, профессору Олегу Евгеньевичу Привало, профессору Клавдии Ильиничне Привало, профессору Игорю Яковлевичу Пигореву, за помощь в проведении полевых работ всем сотрудникам ООО «АгроТерра» и лично Владимиру Ивановичу Нагорных, заведующему агрохимической лабораторией К.П. Хайдукову, старшему научному сотруднику метрологии метеостанции г. Курска В.В. Рудневу, агрономам ООО «АгроТерра».

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. КУКУРУЗА КАК МНОГОВАРИАНТНАЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Представлен обширный материал по степени изученности рассматриваемой проблемы. На основе анализа научной литературы дана характеристика основных отечественных и зарубежных исследований.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Программа исследований

Все исследования проводились автором в период 2015 – 2021 гг. на территории Курской области: Солнцевский район ОП «Бунино», Горшеченский район – ОП «Сосновка», Курский район «Ноздрачево», «Каменка» производственное хозяйство «Курск АгроАктив» ООО «АгроТерра».

В ходе исследования учеты и наблюдения проводились по общепринятым методикам и в соответствии с действующими ГОСТами.

Стационарный полевой опыт заложен с целью комплексного изучения формирования программированного уровня урожайности зерна кукурузы. Он включает следующие факторы: агроландшафт, предшественники, нормы высева семян, гибриды, нормы удобрений, способы обработки почвы, экономическая и энергетическая эффективность изучаемых элементов адаптивной технологии ее возделывания (табл. 1).

Таблица 1 – Схема многофакторного полевого опыта и уровни варьирования

Составляющие факторы	Уровни варьирования
Агроландшафт, полярные производственные поля	Юго-Запад, Центр - Курск, Юго-Восток
Предшественники	Рапс озимый (яровой), сахарная свекла, озимая пшеница, яровая пшеница, соя раннеспелая.
Удобрения	Диаммофоска (N10P26K26), сульфат аммония (NH ₄) ₂ SO ₄ , аммиачная селитра (NH ₄ NO ₃) Технологии: минимальная, средняя, максимальная
Севооборот	Рапсовый, свекловичный, кукурузный
Обработка от болезней и вредителей	Гербициды, инсектициды, фунгициды, микроудобрения, поверхностно-активные вещества.
Параметры высева	Плановое значение показателя – 4,5 шт/м.пог. Минимальное допустимое значение – 4,2 шт/м.пог. Максимальное доступное значение – 5,3 шт/м.пог.
Гибриды	Делитоп, ДКС 3203, ДКС 3717, ДКС 3912, ДКС 4014, НК Фалькон, ЕС Олимпус, ЕС Конгресс.
Способ обработки почвы	Вспашка на глубину 27-30 см, безотвальная обработка на 27-30 см, минимальная обработка на глубину 10-12 см, ширина междурядий – 70 см, общепринятая в зоне.

В методологию полевого опыта были включены разработки, позволяющие строить модели систем земледелия с учетом изученных совокупных факторов, влияющих на формирование величины планируемой урожайности.

Опыт 1. «Изучение влияния погодных условий, местоположения посевов в агроландшафте и плодородия почвы на урожайность гибридов кукурузы».

Температурный режим в стационарном мелко-деляночном опыте изучали на юго-восточных и юго-западных полях, крутизна экспозиции до 3°. Склоны полярных экспозиций размещали опытные площадки шириной 18 метров и 100-114 метров в длину, площадью 0,19-0,20 га. Повторение - трехкратное. В течение всего вегетационного периода (апрель-сентябрь) регистрировалась температура приземного слоя воздуха - температура воздуха на высоте 5 см над поверхностью почвы. Замеры изменения температур регистрировались каждые 10 дней в 9:00 и 15:00.

Анализировались также изображения, полученные со спутников (IKONOS, LANDSAT, SPOT).

По данным комплексного агрохимического исследования, почвенный покров полевого участка имеет среднее и высокое содержание фосфора и калия, что при достаточном количестве удобрений и современных технологиях позволяет получать высокую урожайность хозяйственно-производственных культур. Гранулометрический состав почв характеризуется, в основном, темно-серым типом почвенного покрова. Эта почва пригодна для выращивания всех пропашных, технических и зерновых культур. Содержание гумуса на производственных участках колебалось от 3,9 до 4,9 %, щелочного азота от 85 мг/кг до 115 мг/кг, подвижного фосфора от 122 мг/кг до 318 мг/кг, калия от 50 мг/кг до 187 мг/кг, реакция почвенной среды от 4,8 до 5,2 единиц рН.

Опыт 2. «Влияние норм высева семян на урожайность и качество зерна гибридов кукурузы».

Норма высева семян рассчитывали с учетом программируемого уровня урожайности и общей продуктивности. Изучались следующие гибриды кукурузы: Делитоп, ДКС 3203, ДКС 3717, ДКС 3912, ДКС 4014, НК Фалькон, ЕС Олимпус, ЕС Конгресс.

Таблица 2 - Норма высева семян кукурузы на погонный метр (шт./м)

Параметр	Единица измерения	Плановое значение показателя	Мин. допустимое значение	Макс. допустимое значение
Норма высева семян (рекомендуемая)	шт./м	8,0	7,5	9,5
Норма высева семян *(1 срок посева)		8,0	7,5	8,5
Норма высева семян *(2 срок посева)		8,5	8,0	9,0
Норма высева семян *(3 срок посева)		9,0	8,5	9,5

Примечание: *Срок посева каждый год устанавливался с учетом погодных условий.

На изучаемых вариантах в опыте 2 проводили следующие учеты и наблюдения в зависимости от нормы высева семян:

- изменения роста и развития гибридов;
- числа листьев и их площади;
- густоты стояния и выживаемости растений к уборке;
- структуры урожая разных по скороспелости гибридов;
- числа початков на растении различных гибридов;
- количества рядков и зерен в початке;
- длины и массы початков разных гибридов;
- выхода зерна и показателя массы тысячи штук зёрен разных гибридов

кукурузы.

Опыт 3. «Изучение влияние способов основной обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна».

В опыте изучали три способа основной обработки почвы: отвальная обработка почвы (глубина 27-30 см), безотвальная обработка (27-30 см) и минимальная 10-12 см.

Предпосевная обработка почвы на всех вариантах опыта была одинаковой. Минеральные удобрения вносили из расчета N30P30K30, N45P45K45, N60P60K60 кг/га.

Опыт 4. «Изучение особенностей роста, развития и формирования элементов структуры урожайности в агроландшафте».

Достижение полной спелости зерна возделываемых гибридов зависит от продолжительности периода вегетации и их ФАО (табл. 3).

Таблица 3 - Соотношение показателей ФАО и количества дней до достижения полной зрелости

Схема опыта		
Гибриды кукурузы зернового направления	Достижение полной зрелости (количество дней) продолжительностью периода вегетации	Показатель ФАО
НК Фалькон	80 раннеспелые гибриды	190
ДКС 32 03	80 среднеранние гибриды	210
Делитоп	80 среднеранние гибриды	210
ЕС Конгресс	85 среднеранние гибриды	250
ЕС Олимпус	85 среднеранние гибриды	250
ДКС 37 17	90 среднеспелые гибриды	280
ДКС39 12	90 среднеспелые гибриды	290
ДКС 40 14	90 среднеспелые гибриды	310

Опыт 5. «Определение влияния дозы минерального удобрения, технологии выращивания кукурузы на зерно, предшественников на продуктивность и качество испытываемых гибридов кукурузы».

Опыт проводился в севообороте с набором культур, типичным для Центрального Черноземья (табл. 4). Предшественниками кукурузы были: сахарная свекла, озимая пшеница, соя, яровой и озимый рапс, яровая пшеница.

Таблица 4 – Схема размещения кукурузы в изучаемых севооборотах

Севооборот/поля	1	2	3	4
	Культура, %	Культура, %	Культура, %	Культура, %
Рапсовый	Озимая пшеница, 25	Соя, 25	Кукуруза, 20 Озимая пшеница, 5	Яровой рапс, 25
Свекловичный 1	Озимая пшеница, 25	Сахарная свекла, 25	Кукуруза, 25	Соя позднеспелая, 25
Свекловичный 2	Яровая пшеница, 25	Сахарная свекла, 25	Яровая пшеница, 25	Кукуруза, 25
Кукурузный 1	Озимая пшеница, 25	Кукуруза, 25	Яровая пшеница, 25	Соя, Раннеспелая, 25
Кукурузный 2	Озимая пшеница, 25	Соя, 25	Кукуруза, 20 Яровая пшеница, 5	Яровой рапс, 25
Кукурузный 3	Озимая пшеница, 33,3	Кукуруза, 33,3	Соя Раннеспелая, 33,3	
Кукурузный 4	Озимая пшеница 33,3	Озимый рапс, 33,3	Кукуруза, 33,3	

Изучались 3 типа технологий выращивания кукурузы на зерно по степени интенсивности и уровню программированной урожайности: – минимальный (5 т/га); – средний (7 т/га); – максимально возможный (8-10 т/га).

Урожайные данные подвергнуты дисперсионному анализу, применяли нелинейный корреляционный анализ, с помощью программ Microsoft office – Word, Excel, STATGRAP. Экономические расчеты проводились по технологическим картам и текущим закупочным ценам на произведенную продукцию.

2.2 Агрохимические свойства почв и характеристика опытных участков

Почвообразующей породой на изучаемых производственных участках под кукурузу на зерно в большей степени служили серые и темно-серые лесные почвы, сформированные на лессовидном карбонатном суглинке.

Почвенный покров полевого участка имеет среднее и высокое содержание фосфора и калия, что при достаточном количестве удобрений и современных технологиях позволяет получать высокую урожайность всех пропашных, технических и зерновых культур. Содержание гумуса на производственных участках колебалось от 3,9 до 4,9 %, щелочного азота от 85 мг/кг до 115 мг/ кг, подвижного фосфора от 122 мг/кг до 318 мг/кг и калия от 50 мг/кг до 187 мг/ кг, реакция почвенной среды от 4,8 до 5,2 единиц рН.

2.3 Метеорологические условия в период проведения исследований

За годы исследований погодные условия различались как по сумме активных температур, так и по сумме осадков. По агрометеороусловиям 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 годы были недостаточно оптимальными по влаго- и теплообеспеченности, что отрицательно сказалось на росте и развитии во время вегетации. Повышенной влагообеспеченностью характеризовался 2016 год.

Сложившиеся климатические условия места проведения полевых опытов были типичны для Центрально Черноземной зоны и могут служить основанием для правильного подбора гибридов кукурузы и выдачи научно-обоснованных рекомендаций для их использования в производстве.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

3.1 Температурный режим полярных производственных полей Холдинг Курск Западный и Холдинг Курск Восточный в агроландшафте

В регионе складывается преимущественно антициклонический тип погоды. Для него характерны колебания температуры и относительной влажности воздуха, неравномерное распределение осадков в течение года и по годам, наличие засушливых и суховейных периодов. Исследования проводили в течение 2015–2020 гг. на производственных полях крутизной до 3⁰ Холдинг Курск Западный (Александровка, Акимовка, Рыльск) и Холдинг Курск Восточный (Максимовка, Горшечное, Мантурово, Тим), Центральное расположение полей (Камыши, Бунино, Ноздрачево, Курск) расположенных в более северном агроландшафте. Учеты проводили в период с апреля по сентябрь по декадной шкале в 9 и 15 часов.

Ход температур приземного слоя воздуха за каждый месяц вегетационного периода изучали отдельно в каждом году исследований (табл. 5).

Установлено, что суточный ход температур (на 9 и 15 часов) начинает изменяться с западного расположения производственных полей, величина его увеличивалась к центральному расположению полей (Камыши, Бунино, Ноздрачево, Курск), и затем к восточному расположению производственных полей относительно всей Курской области.

Данные таблицы 6 свидетельствуют о том, что имеет место факт значительного отклонения температуры приземного слоя воздуха на различных полярных склонах и его следует учитывать при размещении кукурузы и других сельскохозяйственных культур с учетом их биологических требований.

Таблица 5 - Температура приземного слоя воздуха в среднем за вегетационный период 2015–2020 гг.

№	Показатели °С вегетационной ступени за 2015–2020 гг.	Холдинг Юго-запад, склон 0 - 3° Александровка, Акимовка, Рыльск		Центральное расположение полей Камыши, Бунино, Ноздрачево, Курск, склон 0 - 3°		Холдинг Юго-восток, склон 0 - 3° Максимовка, Горшечное, Мантурово, Тим	
		9 ⁰⁰	15 ⁰⁰	9 ⁰⁰	15 ⁰⁰	9 ⁰⁰	15 ⁰⁰
1	Апрель	8,1	11,8	9,4	13,7	10,4	15,1
2	Май	13,2	16,4	15,5	18,4	16,2	19,6
3	Июнь	15,3	20,7	15,2	20,9	15,7	24,1
4	Июль	15,4	19,5	15,8	19,8	15,2	23,8
5	Август	12,8	16,2	15,2	17,5	15,2	19,1
6	Сентябрь	10,6	14,6	10,8	14,9	12,4	14,5
Среднее за вегетационную ступень		13,8	18,5	13,1	17,6	14,9	19,8

3.2 Рост и развитие кукурузы на зерно в зависимости от агроландшафта

Кукуруза - растение короткого светового дня. Длительные часы дневного света позволяют быстрее проходить световую фазу, в течение которой закладываются и дифференцируются репродуктивные органы растения. Корректировать недостаток влаги и тепла можно так же за счет агроландшафта, экспозицией его склона, так как совокупность положительных факторов может не только изменить величину урожая, но и привести к изменению качественных его показателей.

Наиболее подходящим периодом посева считается устойчивое начало среднесуточной температуры воздуха +15 °С, но необходимо учитывать и экспозицию расположения полей.

Условия тепло – и влагообеспеченности посевов к моменту сева кукурузы в производственных исследованиях способствовали благоприятному начальному этапу развития гибридов кукурузы.

Норму высева семян устанавливали из расчета 67 – 77 – 87 тыс. шт./га. Изучали гибриды кукурузы различные по скороспелости: Делитоп, ДКС 3203, ДКС 3717, ДКС 3912, ДКС 4014, НК Фалькон, ЕС Олимпус, ЕС Конгресс. В зависимости от нормы высева семян полевая всхожесть у изучаемых гибридов колебалась от 82,06 до 92,6 % (табл. 6).

Погодные условия, а также накопленная влага с зимы, способствовали дружному появлению всходов. У гибрида Делитоп ФАО 210 в зависимости от нормы высева семян густота стеблестоя составила 87-90 тыс. растений на 1 га, у НК Фалькон ФАО 190 - 88-92 тыс. раст./га, у ЕС Конгресс ФАО 250 - 89-92 тыс. раст./га.

Таблица 6 - Изменение полевой всхожести гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева семян (средн. 2015-2020 гг.)

Показатели	Гибрид							
	Нк Фалькон Фао 190	Делигоп Фао 210	Ес Конгресс Фао 250	Ес Олимпус Фао 250	Дкс 3717 Фао 280	Дкс 3912 Фао 290	Дкс 4014 Фао 310	
Норма высева, тыс.шт./га	67	92,60	90,72	92,18	89,13	90,28	87,10	92,46
	77	92,41	90,68	90,08	83,73	87,52	84,20	89,93
	87	88,30	87,38	89,01	82,91	88,02	82,06	90,06

Полевая всхожесть у изучаемых гибридов при увеличении нормы высева семян до 87 тыс. шт./га несколько снижалась от 2,4 до 5,0 %.

При изменении географического расположения полевых исследований отмечена положительная динамика показателей зерновой продуктивности кукурузы гибрида НК Фалькон (табл. 7).

Таблица 7 - Сравнительная характеристика морфологических свойств кукурузы на зерно при разных нормах высева, экспозиции расположения полей в холдингах ЦЧЗ в условиях Курской области (среднее за 2015-2020 гг.)

Показатели	Экспозиция расположения Холдингов								
	Холдинг Юго-запад, склон 0 - 3 ⁰ Александровка, Акимовка, Рыльск			Центральное расположение полей Камыши, Бунино, Ноздрачево, Курск, склон 0 - 3 ⁰			Холдинг Юго-восток, склон 0 - 3 ⁰ Максимовка, Горшечное, Мантурово, Тим		
	67 тыс. шт./га	77 тыс. шт./га	87 тыс. шт./га	67 тыс. шт./га	77 тыс. шт./га	87 тыс. шт./га	67 тыс. шт./га	77 тыс. шт./га	87 тыс. шт./га
Высота растений, см	209	226	222	212	224	229	209	230	227
Количество зерен в рядке початка, шт.	32	33	34	33	33	35	28	34	34
Количество рядков в початке, шт.	16	16	15	116	16	15	16	16	15
Количество зерен в початке, шт.	497	594	515	499	505	491	493	504	496
Масса зерна с одного початка, г	153,6	159,4	151,1	160,6	154,4	156,1	155,8	160,4	152,7
Масса 1000 зерен, г	226,8	236,3	227,7	228,6	235,9	230,2	232,1	237,9	235,4

В результате полевых опытов была выявлена более высокая зерновая продуктивность гибридов, возделываемых в агроландшафтах с юго-восточной экспозицией (склон 0 - 3⁰), которое достоверно приводило к увеличению средней высоты растений в Холдинге Юго-Восток на 4-5 см и массы тысячи зерен на 5-7 г. Аналогичные закономерности выявлены при рассмотрении всех основных показателей, определяющих зерновую продуктивность кукурузы.

4. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ УРОЖАЙНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

4.1 Влияние сроков посева и глубины заделки семян на рост, развитие растений и урожайность зерна

Глубокое изучение кукурузы и ее биологических особенностей в зависимости от различных сроков посева в Курской области диктуется тем, что в последние годы возделываются не только раннеспелые, но и среднеспелые и средне-позднеспелые гибриды кукурузы, для которых, как известно, сроки посева имеют особо важное значение.

Срок посева сказывается не только на начальном росте и развитии растения, но и на прохождении всех последующих этапов развития и формирования величины урожайности зерна. Самая высокая урожайность зерна 6,82 - 6,93 т/га была обеспечена при оптимально ранних сроках посева – 5 – 10 и 15 мая (табл. 8).

Таблица 8 - Влияние сроков посева на урожайность зерна гибрида НК Фалькон

№	Сроки посева	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
1.	5 мая	62,1	75,1	67,8	68,2	73,1	69,2
2.	10 мая	61,2	72,8	69,2	69,1	72,8	69,1
3.	15 мая	56,5	66,7	70,6	66,2	68,7	65,0
4.	20 мая	43,2	55,2	62,0	53,5	57,8	53,5
5.	25 мая	39,1	59,2	-	50,1	59,7	50,1
(P) %		2,95	0,42	1,92	1,76	0,42	

Для получения дружных всходов кукурузы наряду с другими агротехническими приемами имеет оптимальная глубина заделки семян. Большинство авторов при решении вопроса о глубине заделки семян кукурузы сходятся на том, что за основу при этом надо брать гранулометрический (механический) состав, влажность и температуру верхних горизонтов почвы в период посева.

В полевых опытах было выявлено, что при посеве кукурузы в первые пять - десять дней, когда верхний слой почв оптимально-влажный, семена в почву следует заделывать на глубину 6-8 см. В более поздние сроки посева кукурузы – 15-20 мая - их следует заделывать несколько глубже - на 8-10 см. Что же касается мелкой - 4 см, равно как и глубокой – 12 см заделки семян, в обоих случаях, как видно из наших исследований, приводило к резкому снижению урожайности зерна кукурузы (рис. 1).

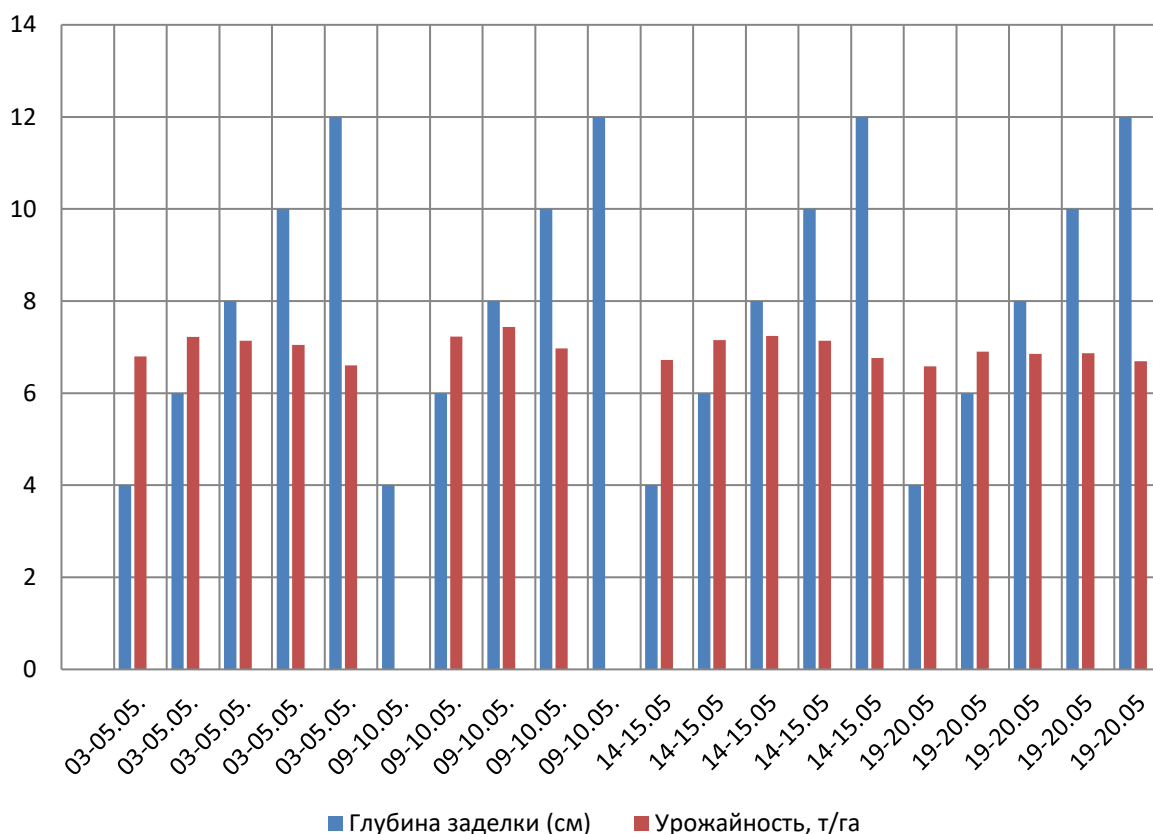


Рисунок 1 - Влияние глубины заделки семян при различных сроках посева на урожайность зерна кукурузы гибрида НК Фалькон

4.2 Площадь листьев растений гибридов кукурузы при разных нормах высева семян

В период исследований гибриды заметно различались по площади листовой поверхности на одном растении. В большей степени это определялось биологическими особенностями и продолжительностью периода вегетации изучаемых гибридов. Число листьев на главном побеге в меньшей степени зависело от нормы высева семян. В среднем за пять лет число листьев на одном растении у раннеспелых гибридов варьировало от 13 до 17 штук. По результатам проведенных исследований установлена тенденция значительного уменьшения площади листьев в более засушливых годах. В значительной степени это отразилось на среднеранних гибридах с ФАО 250 и выше. Наибольшая площадь листьев (42,4-46,7 тыс. м²/га) формировалась при норме высева 87 тыс. шт./га (табл. 9).

Среди среднеранних гибридов лучшим результатом можно считать показатели гибридов ЕС Конгресс ФАО 250 - 43,37, ЕС Олимпус ФАО 250 - 42,90. Площадь листьев на растениях также различалась и по годам исследований. В 2015 году этот показатель был выше по всем изучаемым гибридам.

Таблица 9 - Площадь листьев (тыс. м²/га) в исследуемых гибридах при разных нормах высева семян, 2015-2020 гг.

№ п/п	Гибрид (фактор А)	Норма высева семян, тыс. шт./га (фактор В)			Среднее по фактору А НСР ₀₅ =1,09
		67	77	87	
ФАО 190					
1.	НК Фалькон ФАО 190	34,46	38,82	42,79	38,19
ФАО 210-250					
2.	Делитоп ФАО 210	35,46	38,38	44,83	38,75
3.	ДКС 3203 - ФАО 210	36,02	41,82	44,16	42,22
4.	ЕС Олимпус ФАО 250	37,76	42,09	45,52	42,08
5.	ЕС Конгресс ФАО 250	37,57	41,86	46,33	41,96
ФАО 280-310					
6.	ДКС 3717 ФАО 280	38,54	42,58	46,71	42,77
7.	ДКС 3912 ФАО 290	35,68	39,33	42,4	39,25
8.	ДКС 4014 ФАО 310	36,53	40,62	44,09	41,59
9.	Среднее по фактору В НСР ₀₅ = 0,269	36,91	40,29	44,84	41,04
10.	НСР (част.ср.)	0,714			

За годы исследований площадь листьев у гибридов разных групп спелости неоднозначно изменялась в зависимости от норм высева семян.

Проведенным корреляционным анализом была установлена тесная связь между количеством зерен в початке и площадью листьев (табл. 10). Так, зависимость по такому показателю как количество листьев (шт.) на 1 растении была в диапазоне 0,757 - 0,956. Показатель густота растений $r = -0,735$ - $r = -0,953$ отражал отрицательную, но тесную связь.

Корреляция количества зерен в початке у некоторых гибридов была выражена слабее, чем у других, например у гибрида ДКС 3717 ФАО 280 зависимость 0,372, а у гибрида ДКС 4014 ФАО 310- 0,428.

По урожайности коэффициент корреляции составил у гибрида ДКС 3203 - ФАО 210 $r = 0,730$, у гибрида ЕС Конгресс ФАО 250 $r = 0,678$.

Таблица 10 - Корреляционная зависимость площади листовой поверхности при различных нормах высева семян с продуктивностью 1 растения исследуемых гибридов кукурузы, 2015-2020 гг.

№ п/п	Гибриды	Площадь листьев на 1 растение, дм ²	
		Регрессия	Корреляция (r)
1	2	3	4
Количество листьев (шт.) на 1 растении			
1.	НК Фалькон ФАО 190	$Y=1,597X+4,960$	0,882
2.	ДКС 3203 - ФАО 210	$Y=0,714X-6,602$	0,956
3.	ЕС Олимпус ФАО 250	$Y=0,987X+15,96$	0,940

1	2	3	4
4.	ЕС Конгресс ФАО 250	$Y=2,335X-5,403$	0,842
5.	Делитоп ФАО 210	$Y=1,673X+6,173$	0,919
6.	ДКС 3717 ФАО 280	$Y=2,45X-4,325$	0,757
7.	ДКС 4014 ФАО 310	$Y=3,722X-27,73$	0,825
Густота растений			
8.	НК Фалькон ФАО 190	$Y=0,100X+31,80$	-0,919
9.	ДКС 3203 - ФАО 210	$Y=0,078X+32,78$	-0,953
10.	ЕС Олимпус ФАО 250	$Y=0,085X+36,05$	-0,928
11.	ЕС Конгресс ФАО 250	$Y=0,107X+39,27$	-0,929
12.	Делитоп ФАО 210	$Y=0,078X+33,43$	-0,928
13.	ДКС 3717 ФАО 280	$Y=0,100X+36,32$	-0,947
14.	ДКС 4014 ФАО 310	$Y=0,068X+34,91$	-0,735
Количество зерен в початке			
15.	НК Фалькон ФАО 190	$Y=0,013X+18,47$	0,947
16.	ДКС 3203 - ФАО 210	$Y=0,015X+20,07$	0,922
17.	ЕС Олимпус ФАО 250	$Y=0,009X+25,39$	0,808
18.	ЕС Конгресс ФАО 250	$Y=0,020X+21,16$	0,698
19.	Делитоп ФАО 210	$Y=0,018X+20,12$	0,632
20.	ДКС 3717 ФАО 280	$Y=0,012X+36,43$	0,372
21.	ДКС 4014 ФАО 310	$Y=0,007X+26,84$	0,428
Урожайность			
22.	НК Фалькон ФАО 190	$Y=0,751X+21,34$	0,598
23.	ДКС 3203 - ФАО 210	$Y=0,599X+24,40$	0,730
24.	ЕС Олимпус ФАО 250	$Y=0,338X+28,67$	0,440
25.	ЕС Конгресс ФАО 250	$Y=0,892X+26,77$	0,678
26.	Делитоп ФАО 210	$Y=0,585X+25,64$	0,328
27.	ДКС 3717 ФАО 280	$Y=1,392X+25,64$	0,420
28.	ДКС 4014 ФАО 310	$Y=0,144X+30,49$	0,156

4.3 Влияние удобрений на продуктивность гибридов кукурузы

Основным технологическим приемом при возделывании кукурузы на зерно является применение минеральных удобрений, нормы внесения которых оказывали существенное влияние на процессы роста и развития растений изучаемых гибридов. Результаты исследований показали, что уровень минерального питания не оказывал влияние на продолжительность периода «посев – всходы», однако, на вариантах опыта, где вносили N45P45K45 и N60P60K60 отмечено более позднее цветение метелок и их созревание. Наблюдалось также существенное влияние на формирование структуры урожая в зависимости от фонов минерального питания (рис. 2).

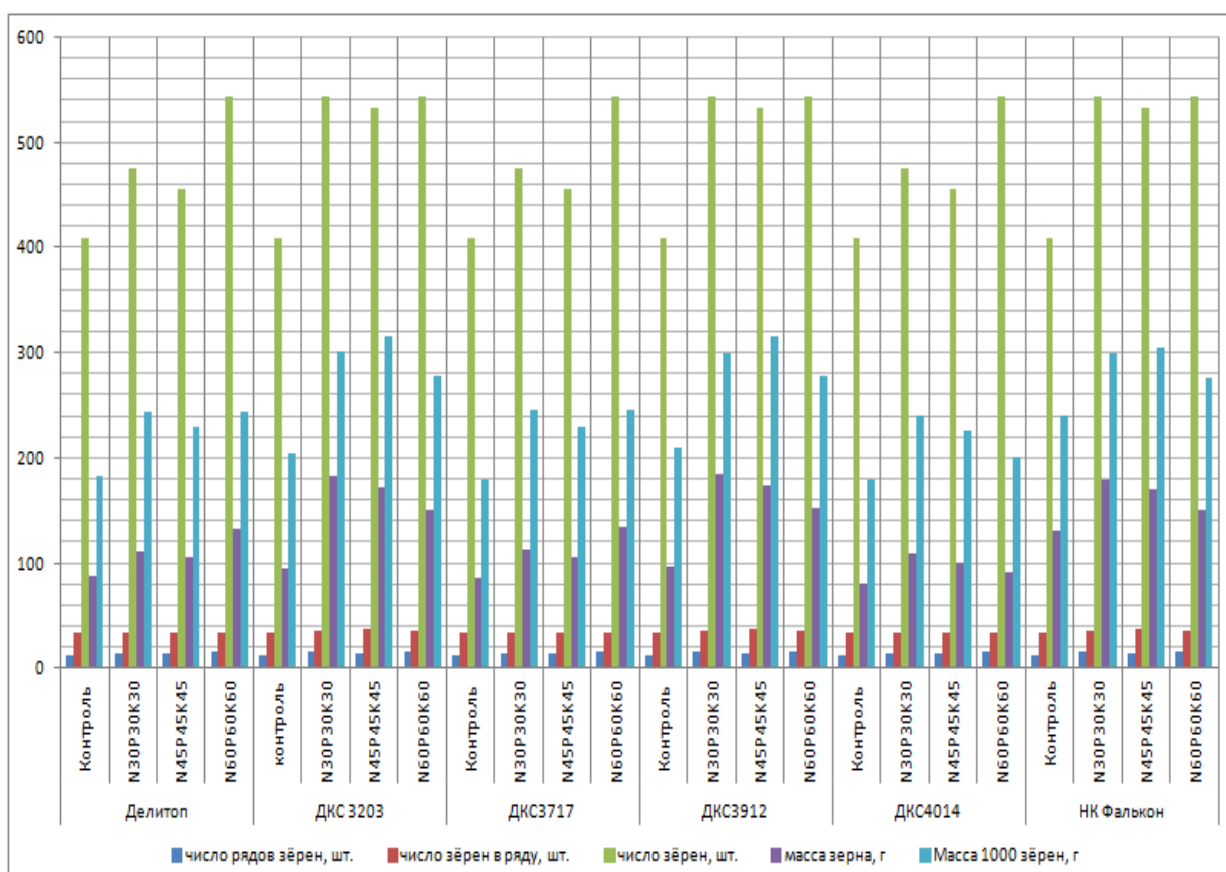


Рисунок 2 - Влияние минеральных удобрений на основные хозяйственно ценные признаки у гибридов кукурузы зернового направления (2015-2020 гг.)

На внесение минеральных удобрений, особенно в повышенных его нормах, положительно среагировал гибрид Делитоп. Масса зерна с початка с внесением N60P60K60 обеспечила прибавку 35%, при внесении N45P45K45 - прибавка составила 26,5%. Гибрид НК Фалькон на 36,1; 20,2; и 14,8%, соответственно. В исследованиях на увеличение массы образующихся зерен так же положительное действие оказал уровень минерального питания. НК Фалькон увеличил этот показатель от 130 грамм до 180, при уровне N30P30K30. ДКС 3912 с 96 г до 184, т.е. на 47%. Высокой отзывчивостью на минеральное питание отличались все гибриды, независимо от их групп спелости.

5. ПРОДУКТИВНОСТЬ РАНИЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИКРОУДОБРЕНИЙ

5.1 Фотосинтетическая деятельность растений в посевах кукурузы

Одним из факторов, оказывающих существенное влияние на рост и развитие кукурузы, является применение микроудобрений, которые позволяют ускорить прохождение всех фаз вегетации, особенно у раннеспелых гибридов.

По данным наших исследований наблюдалось положительное влияние микроудобрений на формирование площади листьев кукурузы. В 2015-2017 гг. в фазу появления 7 листа у гибрида НК Фалькон наблюдалось увеличение этого

показателя с 13,27 тыс. м²/га на контроле до 14,34 тыс. м²/га на варианте с применением Рексолин Zn 15, а вариант опыта с применением Текнокель Амино Мо обеспечил 14,18 тыс. м²/га. В фазе выхода нитей початка наблюдалось активное увеличение площади листьев у всех изучаемых гибридов.

По средним данным, полученным за период 2018-2020 гг., можно выделить гибрид НК Фалькон, когда при применении Текнокель Амино Мо площадь листовой поверхности достигала 36,87 м²/га. Рексолин способствовал её увеличению по сравнению с контролем на 4 м²/га в период молочно-восковой спелости.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) у изучаемых гибридов в зависимости от применения микроудобрений в среднем за 2015-2020 годы составила: на контроле ЕС Конгресс - 6,08 г/м²; гибриды Делитоп – 6,10 г/м², НК Фалькон - 6,59 г/м² (рис. 3).

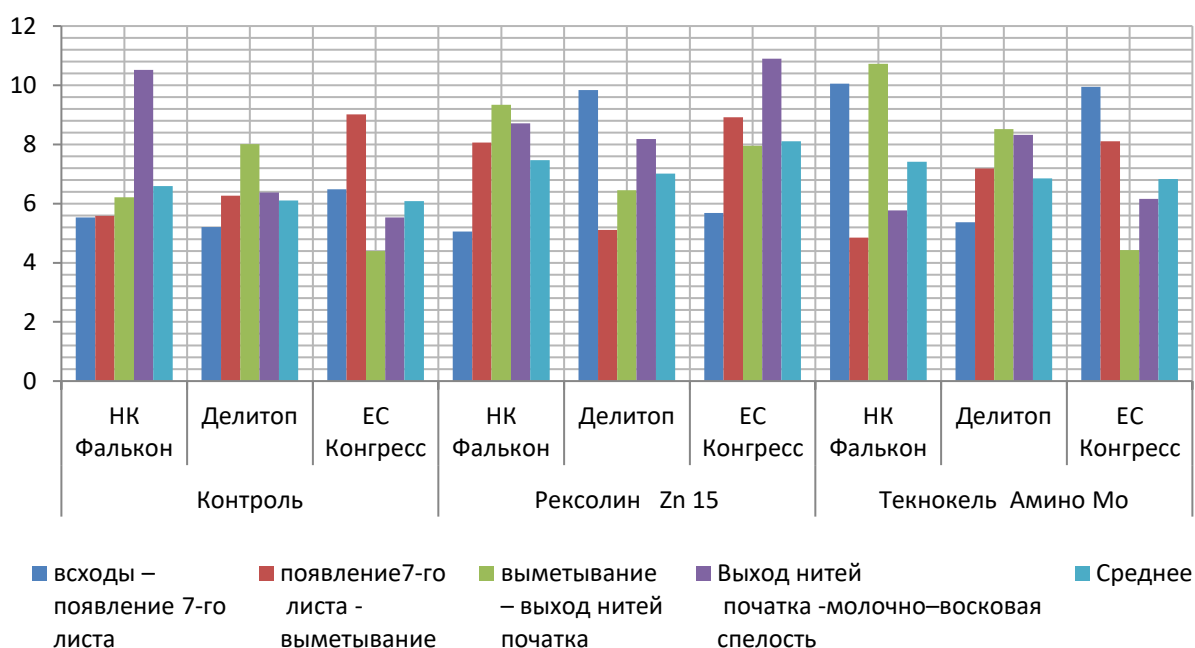
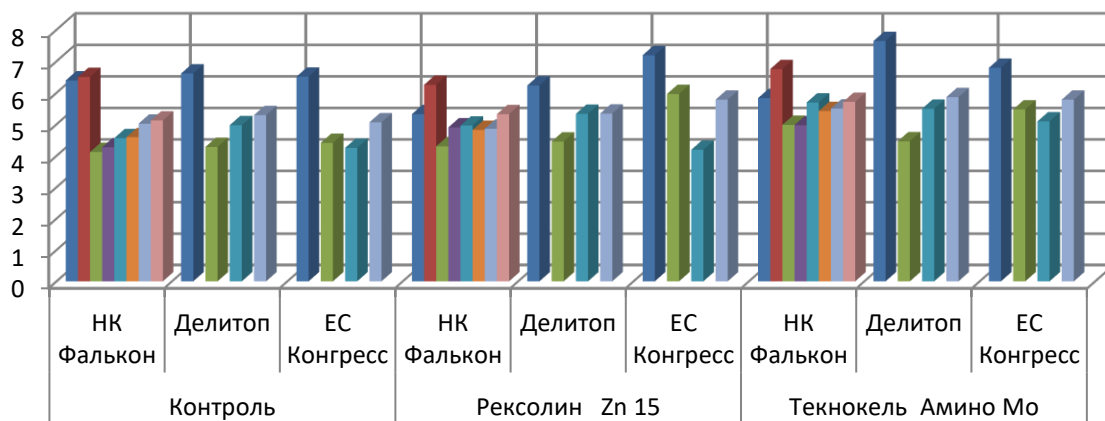


Рисунок 3 - Чистая продуктивность фотосинтеза кукурузы в зависимости от применения микроудобрений, среднее 2015-2020 гг., г/м²сутки

При применении Текнокель Амино Мо максимум ЧПФ был отмечен у гибрида НК Фалькон - 7,41 г/м².

5.2 Формирование урожайности зерна в зависимости от применения микроудобрений

Из исследований, выполненных за период 2015-2020 годы видно, что на урожайность зерна кукурузы существенное влияние оказало применение препаратов, содержащих микроудобрения. Наилучшую урожайность из всех гибридов была сформирована в 2016 году у гибрида Делитоп. На контроле этот показатель составил 6,51 т/га, а при применении Текнокель Амино Мо он увеличился на 3,9 %. (рис. 4).



- 2015-2016г. Получено на гибридах с 1 га
- 2017-2018г. Получено на гибридах с 1 га
- 2019-2020г. Получено на гибридах с 1 га
- 2015-2020 Получено на гибридах с 1 га
- 2015-2016г. Среднее по препарату
- 2017-2018г. Среднее по препарату
- 2019-2020г. Среднее по препарату
- 2015-2020 Среднее по препарату

Рисунок 4 - Урожайность зерна гибридов кукурузы в зависимости от применения микроудобрений, средн. за 2015-2020 гг., т/га

Корреляционным анализом была установлена связь между урожайностью кукурузы на вариантах с применением микроудобрений (табл. 11).

Таблица 11 – Параметры урожайности (y_i) зерна кукурузы по годам (x_i) на вариантах с применением микроудобрений

№ п/п	Y_{ki}	X_i	Y_{ip}	Y_{it}
1	6,51	2017	6,26	6,76
2	4,28	2018	4,91	4,98
3	4,6	2019	4,83	5,43
4	5,13	2020	5,33	5,72
Σ	20,52	10	21,33	22,89

По данным таблицы рассмотренным выше способом определены такие показатели как средние, так и коэффициенты корреляции и регрессии, а также построены уравнения регрессии.

Контроль	Рексолин	Текнокель
$\bar{X}=2,5; \bar{y}=5,13$	$\bar{y}_p=5,33$	$\bar{y}_T=5,72$
$r_{xy} = -0,50$	$r_{xyk} = -0,565$	$r_{xyk} = 0,5$
$b_{y/x} = -0,382$	$b_{y/x} = -0,282$	$b_{y/x} = -0,267$
$\bar{y}_p = -0,287x + 6,0475$	$y_T = -0,267x + 6,3875$	$\bar{y}_k = -0,382x + 6,085$

Связь между урожайностью зерна и применением микроудобрений средней тесноты во всех рассмотренных случаях - нелинейная. Построив прямые

регрессии видим, что с увеличением времени урожайность падает за год на контроле по 0,382 т/га, при применении Рексолин на 0,287 т/га и при Текнокель Амино Мо на 0,267 т/га. Можно с уверенностью утверждать, что снижению урожайности препятствовали применяемые в опытах микроудобрения.

Проверим гипотезу о равенстве средних, устанавливаем, что расхождение между средними при использовании Рексолина незначительно с надёжностью на 99%. В отличие от применения Текнокель Амино Мо, где расхождение средних значений по урожайности с контрольным вариантом имеет место.

Построив доверительные интервалы для средних, получим:

$$3,91 < y_k < 6,35 \quad 4,51 < y_p < 6,15 \quad 4,79 < y_T < 6,65$$

Таким образом, применение Текнокель Амино Мо обеспечило не только гарантированный минимум, но и возможный максимум, по сравнению с контрольным вариантом. При применении Рексолин увеличивается гарантированный минимум. Считаем, что микроудобрения стабилизируют снижение урожайности и увеличивают гарантированный ее минимум. В комбинации с минеральными удобрениями это позволит системно применять оптимизированные дозы удобрений, обеспечивающие повышение урожайности зерна и его качества. При нормальном распределении случайных величин, то есть урожайности возможно расширение границ:

$$0,2 \text{ т/га} < y_k < 8,79 \text{ т/га}; 2,87 \text{ т/га} < y_p < 7,79 \text{ т/га}; \\ 2,93 \text{ т/га} < y_m < 8,51 \text{ т/га}.$$

Итак, при научной организации труда, с учетом оптимизации элементов интенсивной технологии возделывания современных гибридов, на практике возможен программированный уровень урожайности более 8 т/га, а в благоприятные по влаго- и теплообеспеченности годы - до 10 т/га.

5.3 Формирование урожайности и качества зерна в зависимости от показателей ГТК

Нами был проведен статический анализ по выявлению закономерности формирования величины урожайности и качества зерна кукурузы в зависимости от условий влаго- и теплообеспеченности.

По результатам исследований определены выборочные средние ГТК (\bar{x}) и средняя урожайность кукурузы на вариантах опыта при двух видах обработки почвы (вспашки и безотвальной обработки). Используя компьютерные технологии, получены коэффициент регрессии и уравнения регрессии. Данные приведены ниже.

$$\bar{x} = 1,18; \bar{y}_B = 8,02; \bar{y}_6 = 8,12 \\ r_{xyB} \approx 0,67; r_{xy6} \approx 0,69$$

уравнение регрессии при вспашке

$$b_{yB/x} = 0,6095 \approx 0,61 \\ y - 8,02 = 0,61(x - 1,18); \text{ или} \\ y = 0,61 * x + 7,30 \tag{1}$$

уравнение регрессии при безотвальной обработке почвы

$$b_{y6/x} \approx -0,25$$

$$y-8,12 = -0,25(x-1,18); \text{ или}$$

$$y = -0,25*x + 8,42 \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) устанавливают связь между уровнем урожайности зерна кукурузы и показателем ГТК по вспашке и безотвальной обработке, причем эта связь тесная, что подтверждено коэффициентами корреляции $r_{xy} \approx 0,67$ и $-0,25$.

В силу этого полученные уравнения регрессии могут быть использованы для предварительного расчета (прогнозирования) урожайности при указанных уровнях ГТК

$$y = 0,61*x + 7,30 \text{ на вспашке, } x \in [0,9; 1,4]$$

$$y = -0,25*x + 8,42 \text{ на безотвальной обработке, ГТК } \in [0,9; 1,4]$$

Анализ этих уравнений показывает, что с увеличением ГТК на единицу уровень урожайности зерна кукурузы увеличивается на вспашке на 0,61 т/га и уменьшается на безотвальной обработке на 0,25 т/га. Таким образом, методом корреляционного регрессионного анализа удалось выявить связь между уровнем урожайности зерна кукурузы и ГТК при разных способах обработки почвы.

Итак, полученные уравнения регрессии могут быть использованы для предварительного расчета (прогнозирования) урожайности при указанных уровнях ГТК.

Кроме того, это позволяет решить такой вопрос, при каком ГТК уровень урожайности не будет зависеть от обработки почвы, приравниваем

$$y = 0,61*x + 7,3 \text{ и } y = -0,25*x + 8,42$$

$$0,61*x + 7,3 = -0,25*x + 8,42$$

$$0,86 \text{ } x = 1,12; \text{ } x = 1,3023; \text{ } x = 1,3$$

Таким образом, при ГТК=1,3 уровень урожайности зерна кукурузы не зависит от того, была ли это вспашка или безотвальная обработка и при этом значении качество зерна, выраженное кормовыми единицами, не потеряет своей ценности.

Аналогично можно получить уравнения регрессии, отражающие влияние ГТК на качество зерна. Так при исследовании влияния ГТК на качество зерна НК Фалькон при внесении (N60P60K60), получено такое уравнение регрессии:

$$y - 14,18 = -1,27(x - 1,18);$$

$$y = 1,27*x + 15,68$$

$$\bar{x} = 1,18; \bar{y} = 14,18;$$

где \bar{x} ; \bar{y} средние значения ГТК и содержания кормовых единиц в зерне кукурузы в т/га.

Таким образом, между качеством зерна и показателям ГТК существует связь средней тесноты, которую можно определить по формуле:

$$y = 1,27*x + 15,68, \text{ где } x \in [0,9; 1,4].$$

С увеличением ГТК на единицу кормовых единиц убывают на 1,27 т/га, а если на 0,1 единиц, то убывает на 0,127 т/га, т.е. 127 кг/га.

Это можно объяснить физиологическими особенностями кукурузы. Чем больше ГТК, а значит больше тепла и влаги, тем лучше условия для «жирова-

ния» кукурузы, она начинает набирать большую надземную массу в ущерб качеству зерна. Это ведёт в итоге к уменьшению выхода кормовых единиц в целом.

Таким образом, нам удалось установить зависимость $K = f(\text{ГТК})$, где K - качество зерна, как результирующий фактор от ГТК (гидротермического коэффициента).

6. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

На формирование урожайности зерна влияет множество факторов, а система обработки почвы один из них. В наших исследованиях в качестве основной обработки применяли отвальную вспашку на глубину 27-30 см, безотвальную обработку плугом «Параплау» на глубину 27-30 см и минимальную обработку дисками на глубину 10-12 см.

Система обработки почвы, как элемент агроландшафтного земледелия, воздействовал на эффективность использования макро-и микроудобрений, а также доступных запасов элементов минерального питания, находящихся в почве.

6.1 Обработка как фактор эффективного повышения плодородия почвы

В полевых опытах такие изучаемые агротехнические приемы, как основная обработка почвы и минеральные удобрения - оказывали заметное влияние на изменение содержания элементов питания в пахотном слое почвы под посевом кукурузы.

В результате проведенных исследований установлено, что в среднем за пять лет исследований первоначальные запасы подвижных форм нитратного (NO_3) и аммонийного азота (NH_4), фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) в почве не оставались постоянными, а изменялись при прохождении растениями кукурузы основных фаз роста и развития (рис. 5). Содержание нитратного азота в начальный период вегетации (3-4 листа) было высокое. На контрольном варианте без внесения минеральных удобрений по вспашке на 27-30 см содержание нитратного азота составило 79 мг/кг. При внесении низкого и среднего фона питания его содержание повышалось до 103-112 мг/кг, высокий фон питания увеличивал его содержание до 157 мг/кг почвы. По безотвальной обработке на контрольном варианте содержание нитратного азота составило 82 мг/кг. При внесении N30P30K30 этот показатель увеличился до и N45P45K45 101 мг/кг. Содержание при внесении N60P60K60 - до 155 мг/кг почвы.

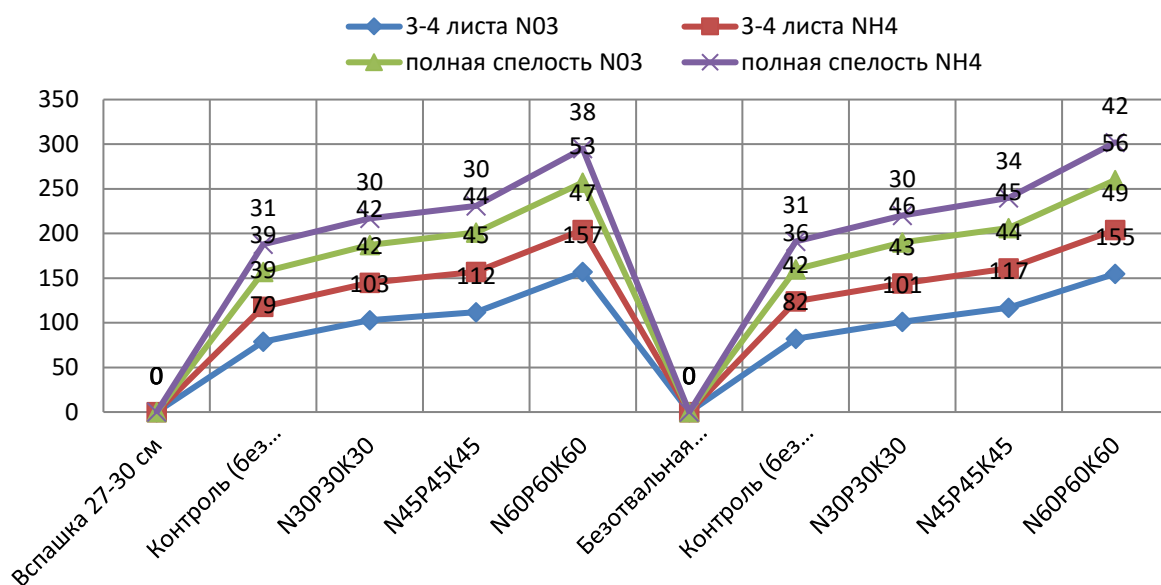


Рисунок 5 - Динамика изменения содержания подвижных форм азота в пахотном слое почвы под кукурузой, мг/кг почвы (среднее за 2015-2020 гг.)

Начиная с фазы 3-4 листьев до фазы полной спелости зерна, в условиях меняющегося температурного режима и влажности почвы наблюдалось существенное изменение содержания нитратного азота, как по вспашке, так и по безотвальному рыхлению. Содержание нитратного азота уменьшалось и дифференцировалось в зависимости от вносимых норм минеральных удобрений (табл. 12).

Таблица 12 - Динамика изменения содержания подвижных форм фосфора и калия в пахотном слое почвы, в мг/кг почвы (средн. за 2015-2018 гг.)

№ п/п	Доза удобрений	P ₂ O ₅		K ₂ O	
		Фазы роста и развития			
		3-4 листа	полная спелость	3-4 листа	полная спелость
Вспашка 27-30 см					
1.	Контроль (без удобрений)	61	52	113	109
2.	N30P30K30	109	91	130	127
3.	N45P45K45	149	109	155	128
4.	N60P60K60	154	117	153	145
Безотвальная обработка 27-30 см					
5.	Контроль (без удобрений)	80	55	114	103
6.	N30P30K30	113	83	126	117
7.	N45P45K45	154	128	158	133
8.	N60P60K60	189	130	189	133

Содержание нитратного азота зависело, как от способа основной обработки почвы, так и от внесения минеральных удобрений. На вариантах без

применения удобрений его содержание было минимальным. При вспашке этот показатель составил - 39 мг/кг почвы, а при безотвальной обработке - 36 мг/кг.

Таким образом, различные способы обработки почвы и внесение минеральных удобрений оказывали существенное влияние на содержание азота, фосфора и калия и создавало оптимальные условия в пахотном слое почвы для роста и развития растений кукурузы во все периоды их вегетации.

6.2 Биологическая активность почвы в зависимости от способов основной обработки и удобрений

Исследуемые приемы основной обработки почвы в сочетании с нормами внесения минеральных удобрений оказывали различное влияние на целлюлозоразрушающие микроорганизмы и биологическую активность почвы в целом (рис. б).

Наиболее интенсивное разложение льняной ткани шло на вариантах с безотвальной обработкой почвы на 27-30 см в первую половину вегетации на контрольном варианте без внесения минеральных удобрений 32,9 %, а на вариантах с внесением минеральных удобрений 30,0-42,4%, тогда как по отвальной вспашке на 27-30 см разложение шло менее интенсивно на контроле и составило 28,7%.

Активное разложение льняного полотна наблюдалось с применением НРК, что связано с положительным влиянием минерального азота на процесс разложения клетчатки в пахотном слое почвы.

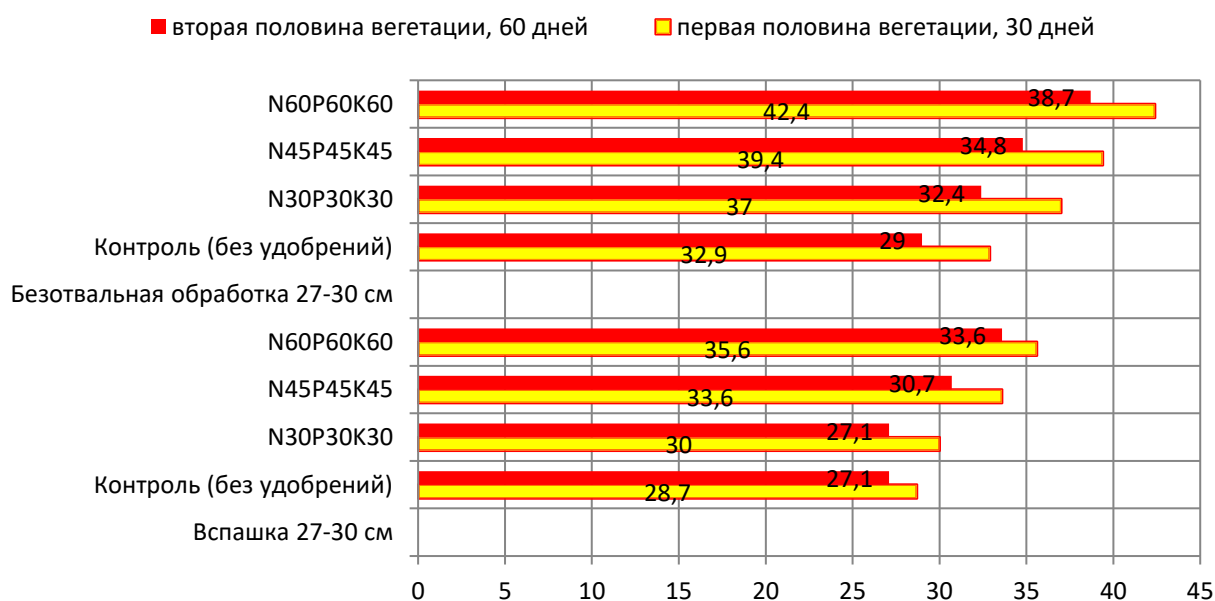


Рисунок б - Биологическая активность почвы в слое 0-30 см в зависимости от способов основной обработки почвы и минеральных удобрений, %, среднее за годы исследований

6.3 Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от основной обработки почвы

Для получения высоких урожаев необходимо устойчивое равновесие водного и воздушного режима. Влагообеспеченность посевов в большей степени определяют агроландшафт, предшественники и приемы основной обработки почвы.

В наших опытах на запасы продуктивной влаги в почве оказало заметное влияние географическое расположение полей. Так в Холдинге Восточном в слое почвы 0-10 см при вспашке ее количество было больше в сравнении с холдингами Западный и Центральный. В период всходов кукурузы наблюдалось наибольшее количество запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см в холдинге «Курск восточный» при минимальной обработке почвы - 163,8 мм. В холдинге «Курск центральный» наблюдалась аналогичная ситуация. В холдинге «Курск западный» максимум этого показателя – 163,8 мм был при вспашке.

К середине вегетации с течением времени и с ростом урожайности расход влаги увеличивался. Запасы влаги в том же слое почвы были минимальными за всю вегетацию, как по всем холдингам, так и по вариантам обработки. Наибольшее количество в холдинге «Курск восточный» при минимальной обработке почвы составили 75,8 мм. В холдинге «Курск центральный» - 75,6 мм. В холдинге «Курск западный» максимум влаги было при вспашке – 75,8 мм.

Ко времени уборки в этом слое запасы влаги составили: «Курск восточный» при минимальной обработке почвы и безотвальной обработке 117,8-117,9 мм. В холдинге «Курск центральный» - 117,7 мм. В холдинге «Курск западный» – 117,8 мм при тех же обработках. В слое почвы 0-20 см процесс сокращения запасов влаги в почве продолжался, в большей степени при отвальной обработке на 27-30 см, т. е. данная система обработки почвы, обеспечивала более экономное расходование влаги на формирование урожая гибридов кукурузы на зерно.

6.4 Влияние элементов технологии возделывания на засоренность посевов

Подбор системных гербицидов и их научно-обоснованное применение могут положительно повлиять на уровень засоренности посевов. В своих полевых опытах мы использовали высокоэффективный довсходовый почвенный гербицид Дуал Голд, КЭ и послевсходовый - Инновейт, КС.

Наши исследования показали, что безотвальная обработка почвы в сравнении со вспашкой приводила к повышению засоренности: на контроле на 50-75 %, при внесении минеральных удобрений N30P30K30 - на 57-125%, N45P45K45 - 75-83%, N60P60K60 - 57-100% (рис. 7). Аналогичные закономерности по численности сорных растений по вариантам отмечались и к концу вегетации растений кукурузы, хотя количество сорняков в посевах увеличивалось по отвальной обработке. Наименьшее количество многолетних сорняков 1-3 шт./м² наблюдалось на посевах по вспашке, а наибольшее 6-12 шт./м - по безотвальной обработке.

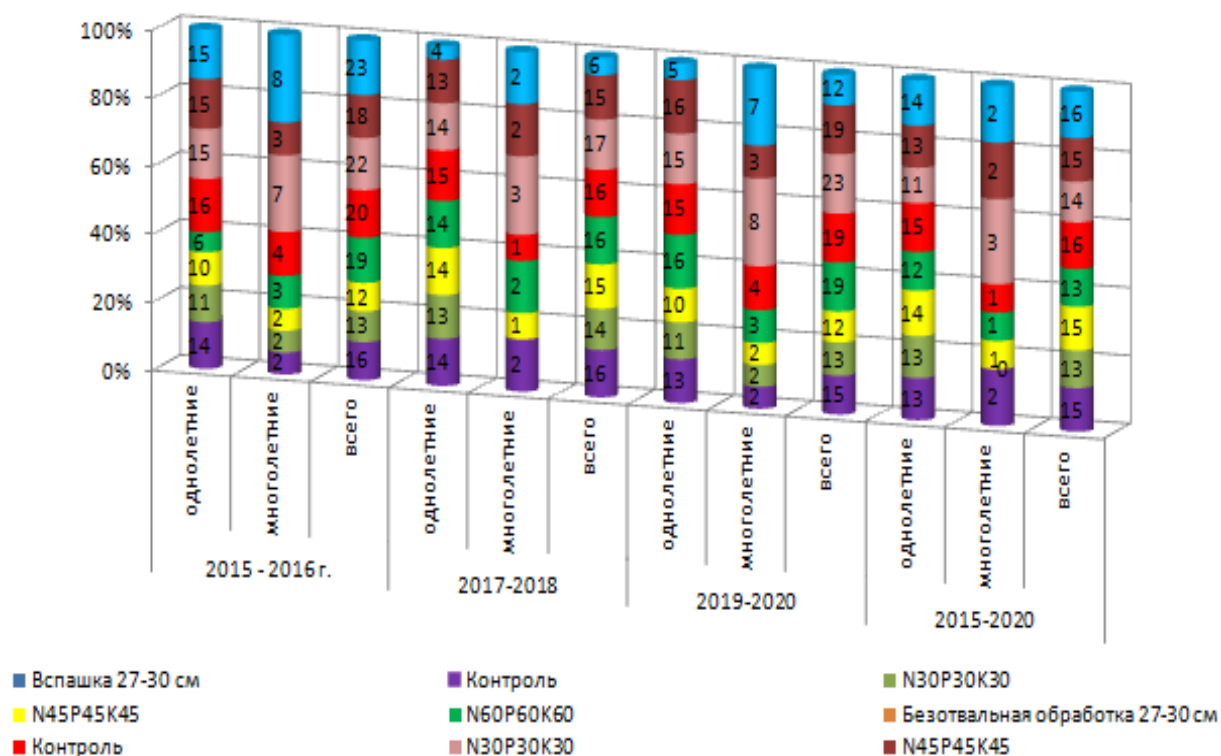


Рисунок 7 - Засоренность посевов кукурузы в зависимости от приемов обработки почвы и удобрений в конце вегетации, шт./м² (2015-2020 гг.)

На вариантах с повышенными нормами внесения минеральных удобрений - N45P45K45 и N60P60K60 по безотвальной обработке к концу уборки кукурузы наблюдалось снижение численности сорных растений. То есть, безотвальная обработка по типу «Параплау» на глубину 27-30 см на серых лесных почвах при складывающихся метеорологических условиях приводила к некоторому повышению засоренности посевов кукурузы по сравнению со вспашкой на 27-30 см, как на контрольном варианте, так и на вариантах с внесением минеральных удобрений.

Наши исследования показали, что засоренность посевов кукурузы можно снизить при отвальной обработке почвы, внесения оптимальных норм минеральных удобрений и использования системных гербицидов.

6.5 Программирование урожайности кукурузы в зависимости от комплекса условий по заданному вектору

Кукуруза очень требовательная культура к уровню обеспеченности почв и растений макро- и микроэлементами. В полевых опытах необходимые нормы минеральных удобрений (NPK) были внесены под запрограммированный уровень урожайности. Нами рассчитаны коэффициенты корреляции r_{xy} урожайности зерна в зависимости от вносимых доз минеральных удобрений и построены уравнения регрессии на вариантах обработки почвы. Алгоритм расчета приведен ниже (табл. 13,14).

Таблица 13 - Схема расчета коэффициента корреляции r_{xy} урожайности зерна y : (т/га) от минеральных удобрений x :(кг/д.в) с учетом вспашки

№ п/п	y_i т/га	x_i	$(x_i - \bar{x})$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})$
1	5,56	0	-33,75	-1,09	1139,0625	1,1881	36,7875
2	6,63	30	-3,75	-0,32	14,0625	0,1024	1,2
3	7,52	45	11,25	-0,57	126,5825	0,3249	6,4125
4	7,8	60	24,25	0,85	689,0625	0,7225	22,3125
Σ	27,81	135	0	0,01	1968,75	2,3379	66,7125

По результатам исследований следует, что средние показатели урожайности и доз вносимых удобрений таковы:

$$\bar{y}=6,95 \quad \bar{x}=33,75$$

Коэффициенты корреляции и регрессии

$$r = 0,9833; b_{y/x} = 0,03389;$$

Уравнения регрессии

$$y - 6,95 = 0,03389(x - 33,75)$$

$$y = 0,03389 * x + 5,8064$$

По такой же схеме получены показатели для безотвальной обработки почвы (табл. 14)

Таблица 14 - Схема расчета коэффициента корреляции r_{xy} урожайности зерна y : (т/га) от минеральных удобрений x :(кг/д.в) с учетом безотвальной обработки

№ п/п	y_i т/га	x_i	$(x_i - \bar{x})$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})$
1	5,36	0	-33,75	-1,69	1139,0625	2,8561	57,0375
2	7,08	30	-3,75	0,03	14,0625	0,0009	-0,1125
3	7,67	45	11,25	0,62	126,5825	0,3844	6,975
4	8,10	60	26,25	1,05	689,0625	1,1025	27,5625
Σ	28,21	135	0	0,01	1968,75	4,3439	91,4625

Средние:

$$\bar{y}=7,05; \quad \bar{x}=33,75;$$

Коэффициенты корреляции и регрессии:

$$r_{xy} = 0,9830; b_{y/x} = 0,04645$$

Уравнение регрессии имеет вид

$$y = 0,04645 * x + 5,4821$$

Полученные функциональные зависимости с учетом способов обработки почвы позволяют программировать урожайность кукурузы и соответствующую норму минеральных удобрений.

Так для того, чтобы получить урожайность зерна до 10 т/га, следует внести количество удобрений, рассчитанных по найденным зависимостям, а именно по вспашке:

$$10=0,03389x+5,8064$$

$$10-5,8064=0,03389x$$

$$x=123,71 \frac{\text{кг}}{\text{га}} \text{ д.в.},$$

то есть при обработке почвы в виде отвальной вспашки необходимо внести 123,71 кг/га.

- при безотвальной безотвальной обработке почвы для достижения той же урожайности, как следует из уравнения

$$0,04645*x+5,4821=10,$$

$$x=97,16 \frac{\text{кг}}{\text{га}} \text{ д.в}$$

Если прогнозировать урожайность 8 т/га, то при вспашке необходимо вносить 64,71 кг/га, а при безотвальной обработке 54,15 кг/га д.в.

Если допустить, что случайные величины, то есть урожайности, имеют нормальное распределение, возможно расширение границ их изменения:

$$4,31 \frac{т}{га} < y_v < 9,59 \frac{т}{га}; 3,45 \frac{т}{га} < y_{60} < 10,65 \frac{т}{га}$$

Таким образом, применяя N60P60K60, достигаем урожайность - 8 т/га, а при дальнейшем внесении, возможно, достигнуть 10 т/га при безотвальной обработке, внося N90P90K90, а вспашке – N120P120K120/

Для получения более высокой урожайности, возможно, не увеличивать нормы внесения минеральных удобрений, а их использовать в научно-обоснованном сочетании с микроудобрениями.

Исследования показали, что при достижении одной и той же величины урожайности при разных видах обработки почвы требуется различные дозы минеральных удобрений. Это подтверждается сравнением средних значений урожайности при разных способах обработки почвы. С этой целью проверим гипотезу о равенстве средних по известной методике.

Предварительно вычислим значение критерия Стьюдента по результатам исследований (выборки).

$$t_{\text{расч}} = \frac{|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \hat{S} = \sqrt{\frac{n_1 * S_1^2 + n_2 * S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Здесь S_1^* и S_2^* - средние квадратические отклонения для первой и второй серии, соответственно вспашки и безотвальной обработки почвы

Получим:

$$\hat{S} = \sqrt{\frac{20*0,7444 + 20*1,44}{38}} = 1,0722; t_{\text{расч}} = \frac{7,05 - 6,95}{1,0722 \sqrt{0,1}} = 0,295$$

При заданной вероятности $P=0,99$ и числу степеней свободы

$$n-1=r_p = n_1 + n_2 - 3 = 20+20-3=37$$

по таблице (распределения Стьюдента) находим значение $t_{\text{табл}} = (P, n - 1) = 2,71$, и так как $t_{\text{расч}} < t_{\text{табл}}$, то расхождение средних значений сложно считать незначимым; то есть случайным с надежностью 99%.

Расхождение дисперсий также незначимо, что можно подтвердить применением критерия Фишера.

6.6 Действие минеральных удобрений и приемов обработки почвы на биохимический состав зерна

Улучшение биохимического состава урожая зерна является современной проблемой. Питательная ценность зерна кукурузы зависела от климатических условий окружающей среды и вносимых удобрений (рис. 8).

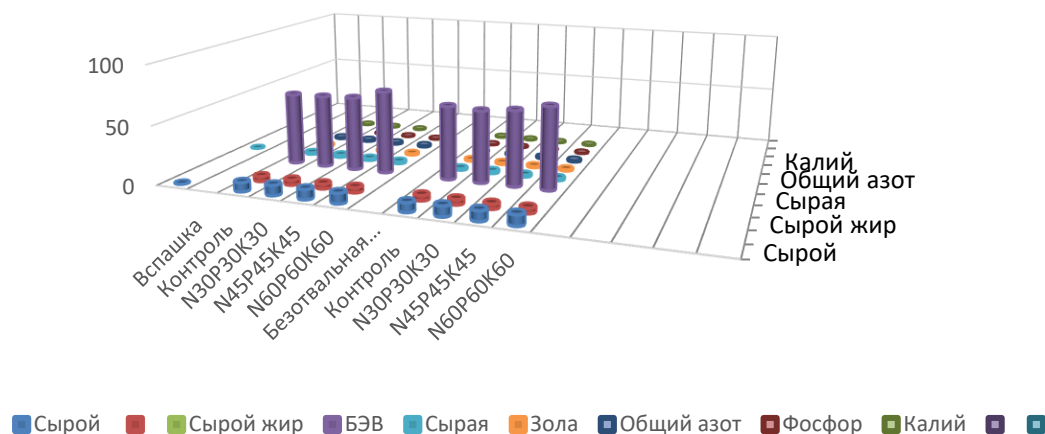


Рисунок 8 - Содержание питательных веществ в зерне кукурузы в зависимости от способов основной обработки почвы и минеральных удобрений, % среднее за годы исследования (2015-2020 гг.)

Данные химического состава зерна кукурузы (в средн. за 2015-2020 гг.) выявили существенные различия в зависимости от технологии возделывания. При внесении N30P30K30 увеличилось содержание сырого протеина по сравнению с контролем на 10,8% на вспашке, и 10,1% по безотвальной обработке. При внесении N60P60K60 данный показатель повысился на 11,6% и 12,7% соответственно. На показатель сырого жира видимого влияния изучаемые факторы не оказали. На содержание сырой клетчатки положительное влияние оказало внесение N30P30K30. Этот показатель как при вспашке, так и при безотвальной обработке составил 2,08%. Содержание золы увеличилось с 1,19 до 1,38% при вспашке и 1,19 до 1,36% при безотвальной обработке. Накопление общего азота в зерне было максимальным на варианте N60P60K60 при безотвальной обработке.

6.7 Прогнозирование питательности зерна кукурузы в зависимости от вносимых норм минеральных удобрений

В зависимости от применяемых в полевых опытах различных норм минеральных удобрений было осуществлено прогнозирование накопления питательных веществ (сырой протеин, БЭВ, сырой жир, сырая клетчатка), золы, общего азота, фосфора и калия в зерна кукурузы. Нами установлена тесная связь между БЭВ и нормами внесения NPK. При увеличении дозы удобрений на 1 единицу показатель БЭВ увеличится на 5,8 единиц.

Результаты математической обработки зависимости качества зерна кукурузы при разных нормах внесения минеральных удобрений в виде модели прогнозируемых минимальных затрат представлены в таблице 15.

Таблица 15 - Программируемые модели питательных веществ в зависимости от доз удобрений

№ п/п	Питательные вещества	Прогнозируемая модель Модель минимальных затрат	S-погрешность
1	Сырой протеин	$Y=0,7168*x^2-10,2882*x+45,265$ $y_{min}(7,17)=8,35$	0,01
2	Сырой жир	$Y=0,9346*x^2-13,5089*x+52,8206$ $y_{min}(7,23)=3,97$	0,01
3	БЭВ	$Y=5,80*x+22,42$ $rxu=0,76$	60,01
4	Сырая клетчатка	$Y=0,5175*x^2-7,7017*x+30,3962$ $y_{min}(7,44)=1,75$	0,01
5	Зола	$Y=0,5805*x^2-8,3457*x+31,1577$ $y_{min}(7,19)=1,16$	0,01
6	Общий азот	$Y=0,1151*x^2-1,6529*x+7,2703$ $y_{min}(7,18)=1,34$	0,01
7	Фосфор	$Y=0,1987*x^2-2,8593*x+10,5557$	0,01
8	Калий	$Y=0,4$	

Расчёты коэффициента корреляции показали, что зависимость внесения минеральных удобрений и питательного вещества является нелинейной, кроме БЭВ.

По построенным моделям, представленным в таблице 15, можно сделать следующие выводы: на промежутке внесения NPK 6,63 кг/га - 7,8 кг/га:

- минимальное содержание сырого протеина в зерне кукурузы составит 8,35 единиц, при внесении в почву 7,17 кг/га NPK минеральных удобрений, что меньше, чем при 6,63, поэтому с экономической точки зрения целесообразно следовать условиям оптимизации применения минеральных удобрений;

- минимальное содержание сырого жира составляет 3,97 единиц при внесении в почву 7,23 кг/га минеральных удобрений. Рекомендуем производству дозу NPK 6,63 кг/га;

- минимальное содержание сырой клетчатки составляет 1,75 единиц при внесении в почву 7,44 кг/га NPK минеральных удобрений;

- минимальное содержание сырого жира 1,16 единиц при внесении в почву 7,19 кг/га NPK минеральных удобрений;

- минимальное содержание общего азота 1,34 единиц при внесении в почву 7,17 кг/га NPK минеральных удобрений;

- минимальное содержание фосфора 0,27 единиц при внесении в почву 7,17 кг/га NPK минеральных удобрений;

- калий $y=0,4$ является постоянной величиной *const*. Полагаем, что это происходит из-за его высокой подвижности и постоянного изменения его баланса в системе: почва-растение.

Поэтому, в зависимости от содержания питательных веществ, находящихся в зерне кукурузы, следует применять стратегию его использования.

6.8 Программирование элементов структуры урожая зерна в зависимости от норм внесения минеральных удобрений с учетом обработки почвы

Изучение особенностей формирования элементов урожайности гибридов кукурузы, возделываемых на зерно, имеет важное значение, как для науки, так и для практики. Следует рассмотреть такие показатели как высота растений, масса початка с зерном, выход зерна с початка, масса 1000 зерен, то просматривается реакция гибридов на агротехнику (табл. 16).

Связь между показателями структуры урожая и минеральных удобрений при разных способах основной обработки почвы, установленная при исследовании корреляционно-регрессионного, колеблется от средней тесноты ($r_{xy} = 0,63$) до функциональной ($r_{xy} = 0,99$) при безотвальной обработке и от тесной ($r_{xy} = 0,73$) до функциональной ($r_{xy} = 0,98$) при вспашке.

По построенным моделям, приведенным в таблице 15, можно сделать вывод, что от увеличения дозы удобрений на 1 единицу высота растений увеличивается на 4,397 см при вспашке и 3,318 см и безотвальной обработке.

Масса початка с зерном на 10, 341 г (вспашка) и 4, 048 (безотвальная обработка). Количество зерен в початке увеличивается на 37 штук (вспашка) и на 34 штуки (безотвальная обработка).

Таблица 16 - Модели показателей структуры урожая зерна кукурузы в зависимости от доз внесенных минеральных удобрений с учётом способов основной обработки почвы

№ п/п	Показатели структуры урожая	Программируемые модельные показатели		r_{xy}
		Вспашка 27-30 см	Безотвальная обработка 27-30 см	
1	Высота растений, см	$y=4,397*x+203,909$	$y=3,318*x+208,534$	0,79 0,63
2	Масса початка с зерном, г	$y=10,341*x+240,276$	$y=4,048*x+286,077$	0,98 0,81
3	Кол-во зёрен в початке, шт.	$y=36,612*x+532,748$	$y=34,343*x+546,655$	0,98 0,99
4	Выход зёрен с початка, %	$y=0,335*x+73,062$	$y=0,347*x+72,746$	0,91 0,71
5	Масса зерна с початка, г	$y=10,109*x+100,754$	$y=9,851*x+100,368$	0,93 0,94
6	Масса 1000 зёрен, г	$y=1,925*x+291,76$	$y=2,986*x+285,91$	0,73 0,84

Выход зерна с початка увеличивается на 0,35 % и 0,347 % соответственно. Масса зерна с початка увеличивается на 10,109 и 9,986 г, а также масса 1000 зёрен увеличивается на 1,925 г (вспашка) и 2,986 г (безотвальная обработка).

6.9 Химический состав и кормовые достоинства зерна различных гибридов кукурузы

В ходе роста и развития растений в зерне различных по скороспелости гибридов кукурузы происходило разное накопление питательных веществ. Применение микроудобрений оказало влияние на кормовую ценность изучаемых гибридов кукурузы (рис. 9).

Наибольший выход кормопротеиновых единиц обеспечил гибрид Делитоп при применении препарата Текнокель Амино Мо имел самые высокие показатели обменной энергии на контрольном варианте и на варианте с внесением препарата Рексолин Zn 15 – 122,35 и 112,20 ГДж/га, тогда как с применением препарата Текнокель Амино Мо- 96,83 ГДж/га. У гибридов, выращенных при применении микроудобрений Рексолин Zn 15, содержание сухого вещества составляло от 4,16 до 8,75 т/га, содержание переваримого протеина доходило до 0,626 т/га, выход кормовых и кормопротеиновых единиц - до 11,166 и 8,672 тыс./га.

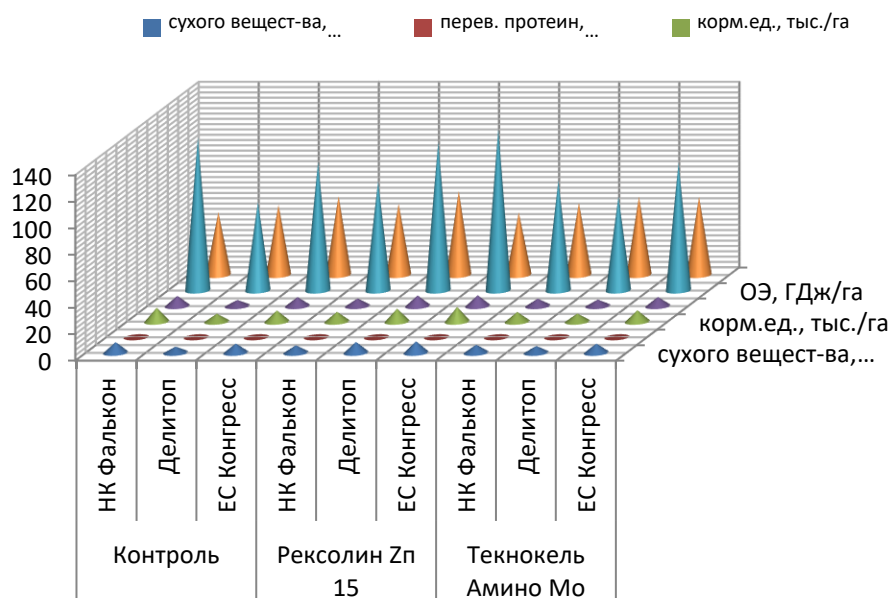


Рисунок 9- Кормовые достоинства зерна в зависимости от применения микроудобрений с 1 га среднее за годы исследования г

7. РОЛЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

7.1 Роль природно-климатических условий, определяющих объем производства продукции растениеводства

На основании литературных данных и проведенного нами анализа экспериментальных материалов, полученных в различных сельскохозяйственных районах, была рекомендована следующая схема: «Накопление энергии в фито»

массе (основной и вторичной продукции, корневой массе и стеблевых листьях) посевов полевых культур, независимо от их требований к теплу и влаге как естественным факторам (обстоятельствам) окружающей среды, подчиняется единой схеме использования последних в качестве ресурсов для повышения урожайности и продуктивности севооборота».

При расходе посевами 1 мм воды запасается 0,567 ГДж энергии.

$$E_{(\text{ГДж})} = 0,567 P_{(\text{мм})}, \quad (1)$$

где E – накопленная энергия, P – расход воды.

Исходные положения для формулы – участие воды в процессе фотосинтеза и сопряженность ее с транспирацией.

Для расчета расхода воды необходимо показатель влагообеспеченность умножить на меру потребления воды культурой.

$$P = K_p (B_v + O_{cл}) \text{ (мм)} \quad (2)$$

Выполненные исследования позволяют осуществлять программирование урожайности и качества зерна новых гибридов кукурузы различных по скорости спелости.

7.2 Прогнозирование величины урожайности сельскохозяйственных культур в Центральном Черноземье

Выполненные исследования обеспечивают формирование величины программированной урожайности и качества зерна новых гибридов кукурузы различных по скорости спелости (Привало, Малышева, Костенко, 2015).

Урожайность рассчитывали путем умножения энергии (E) на коэффициент урожайности (K_u). Он состоит из произведения вероятности (W_1) накопления обменной энергии в основной продукции с поправкой на содержание сухого вещества (λ), делённому на 1,165 (энергетический эквивалент кормовой единицы) и содержание кормовых единиц в единице массы основной продукции конкретных культур.

$$K_u = \frac{W_1 \lambda}{1,165 \text{ К.Е.}} \quad (\text{ц/ГДж}), \quad (3)$$

где К.Е. – к.е. в 1 кг основной продукции для результата расчета урожайности в ц/га (в 10 кг при формулировании урожайности в т/га).

Поправка на содержание сухого вещества рассчитывается по формуле:

$$\lambda = \frac{C.B. + 0,14 \text{ (или 14\% при выражении C.B. в \%)}}{C.B.}$$

где C.B. – содержание с.в.

Значение этой поправки при расчете урожайности травосмесей, зерновых и масличных культур приближается к 1,00; многолетних и однолетних видов растительности 1,5-1,6 и 1,6-1,7; кукурузы на зеленый корм и силос 1,7-1,8 и 1,5-1,6; сахарной свеклы 1,5-1,6 различные значения W_1 у культур определены генетическим и биологическим соотношением основной и побочной продукции. На показатель могут оказать влияние температурные колебания. Для их прогнозирования можно воспользоваться усредненными значениями W_1 и K_u .

7.3 Научно-обоснованные подходы по рациональному использованию почвенного плодородия

Почвенные ресурсы не являются неистощимыми, поэтому в настоящее время возникает вопрос о поддержке в равновесном состоянии способности почвы обеспечивать растения необходимым питанием (Черкасов и др., 2017; Малышева, Долгополова, 2021; Малышева, Курдюков, Хайдуков, Черников, 2021). Для сохранения баланса элементов питания важное значение отводится выносу питательных веществ:

$$E, \text{ гДж} = \alpha(K_2O, \text{ кг} + 0,5P_2O_5, \text{ кг} + 0,5N, \text{ кг}) \quad (4)$$

где α – содержание сухого вещества при уборке в долях единицы + 0,14. Этот коэффициент включен с целью учесть тот факт, что при высокой влажности в молодых растениях не все питательные вещества входят в состав энерго-содержащих соединений. При расчетах диапазон отклонений от 25 % до 78 %. Большими были расхождения по кормовым культурам и по побочной продукции за счет сложности по сбору точных данных содержания сухого вещества при уборке в долях единицы. Зависимость между накоплением энергии и выносом элементов минерального питания та же, что и в связи с расходом воды.

На неудобренных фонах основным источником доступного растениям азота является лабильная часть гумуса, что благодаря указанным ранее закономерностям позволяет установить формулу для расчета расхода (- Γ) гумуса⁹⁾:

$$- \Gamma, \text{ т/га} = 0,52 E/qN, \quad (5)$$

где qN - содержание азота в 1 т гумуса, кг.

Прирост гумуса также связан с количеством накопленной в фитомассе энергии и описывается формулой:

$$+ \Gamma, \text{ т/га} = W E/q, \quad (6)$$

где q - энергосодержание 1 т гумуса (в гДж); W – вероятность включения накопленной энергии в новообразованный гумус, зависящая от тепловлагообеспеченности и равная в южной, центральной и северной частях зоны соответственно 0,150; 0,145 и 0,140.

Баланс гумуса ($\Delta\Gamma$) без применения удобрительных средств (в т.ч. многолетних бобовых трав) равен

$$\Delta\Gamma, \text{ т/га} = WE/q - 0,52E/qN.$$

Влияние на него удобрений во взаимосвязи с продуктивностью пашни.

Таким образом, необходимо осуществлять контроль над потреблением тепла, влажности, плодородия почв путем оптимизации севооборотов, рационального использования природных ресурсов.

Этот рациональный подход необходим для эффективного использования природных ресурсов и рационального прогнозирования на перспективу.

8. АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

8.1 Экономическая оценка совершенствования технологии возделывания кукурузы на зерно в условиях Центрального Черноземья

Современной задачей является баланс использования земли, труда, мате-

риальных и финансовых ресурсов, повышение качества производимой продукции и рост прибыли предприятий.

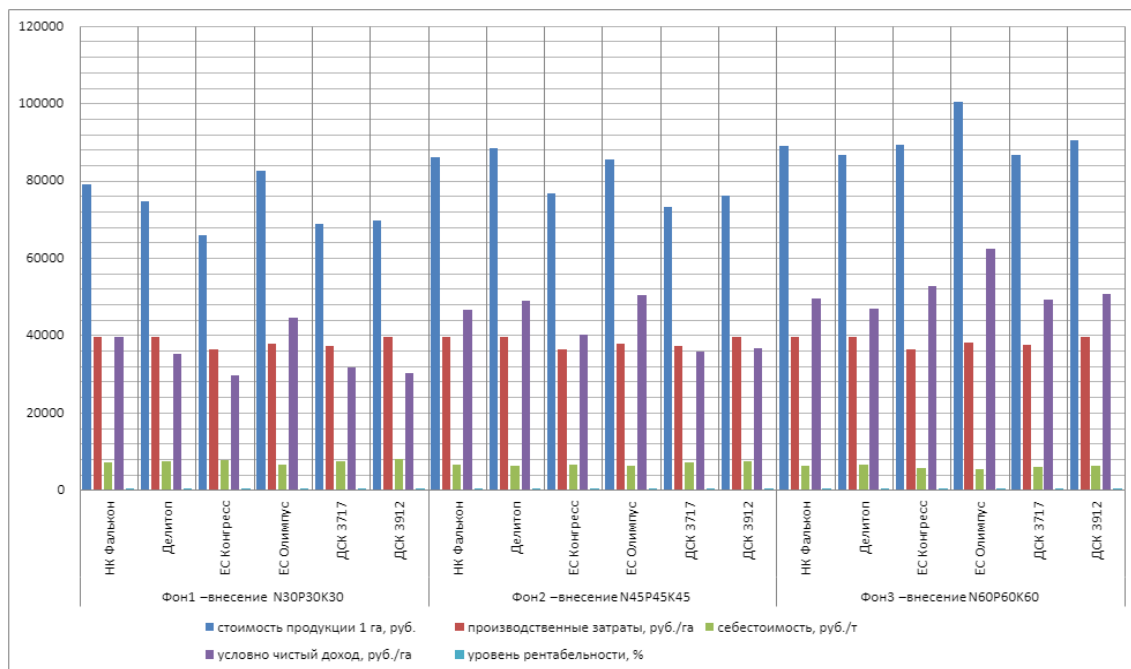


Рисунок 10 - Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зерно в зависимости от применения удобрений, 2015-2020 гг.

Экономическая эффективность возделывания кукурузы зависит от множества факторов, в том числе и технологий (рис. 10). Наиболее высокий чистый доход -62353 руб, обеспечило внесение N60P60K60 на гибриде Олимпус, несмотря на увеличение показателей производственных затрат и себестоимости продукции с 1 га. Второе и третье место по эффективности занимает гибрид ЕС Конгресс и ДСК 3912 с показателями 52716 и 50776 рублей, соответственно, при внесении аналогичных норм удобрений. Раннеспелый гибрид НК Фалькон незначительно уступал по этому показателю и составил 49376 руб.

Применение только микроудобрений не обеспечило такого сильного экономического эффекта как применение научно-обоснованных норм NPK с минеральными удобрениями. Отмечена четкая зависимость повышения показателей у всех изучаемых гибридов. На внесение Рексолин Zn 15 как и Текнокель Амино Мо наиболее сильно среагировал гибрид ЕС Конгресс. Он дал прибавку показателя чистый доход на 31%, что в денежном выражении составляет около 5978 рублей.

Таким образом, в современных условиях хозяйствования возделывание кукурузы на запланированный уровень урожайности с применением минеральных удобрений и препаратов, содержащих микроудобрения экономически оправданно. При применении минеральных удобрений из расчета N60P60K60 наибольший уровень рентабельности производства обеспечили гибриды ЕС Олимпус 163,9%, ЕС Конгресс - 144,5%, а на фоне N45P45K45 - гибрид ЕС Олимпус -133,1%.

8.2 Программирование урожайности по заданному вектору конечного продукта

Для ответа на вопрос о предстоящей урожайности кукурузы, т.е. каким должен быть объем её производства, чтобы удовлетворить все потребности, в том числе пищевой промышленности в продукции этой отрасли, воспользуемся балансовым анализом.

Производство кукурузы на зерно относится как к растениеводческой отрасли, так и к отрасли пищевой промышленности. В своей работе мы ставим задачу - вычислить необходимый объём валового выпуска каждой отрасли, если конечный продукт первой отрасли должен увеличиваться в 2 раза, а второй отрасли на 20%.

В таблице 17 приведены данные об исполнении баланса за отчётный период, условных денежных единиц.

Таблица 17 - Данные об исполнении баланса, условных денежных единиц

Отрасль	Потребление		Конечный продукт	Валовый выпуск
Производство	Растениеводство	Пищевая промышленность		
	100	160	240	500
	275	40	85	400

По результатам данных таблицы 11 построим:

-матрицу валового выпуска:

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}, \text{ где } x_1 = 500, x_2 = 400$$

-матрицу конечного продукта

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}, \text{ где } y_1 = 240, y_2 = 85$$

- матрицу, прямых затрат показывающую затраты продукции i-й отрасли на производственные единицы продукции j-й отрасли.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix},$$

где $a_{11} = 0,20$, $a_{12} = 0,40$, $a_{21} = 0,55$, $a_{22} = 0,10$,

Для расчета элементов этой матрицы использованы данные таблицы о потреблении в растениеводстве и пищевой промышленности

$$x_{11} = 100, x_{12} = 160, x_{21} = 275, x_{22} = 40$$

Так как матрица прямых затрат

$$A = \begin{pmatrix} 0,20 & 0,40 \\ 0,55 & 0,10 \end{pmatrix}$$

имеет неотрицательные элементы и удовлетворяет критерию продуктивности, то для любого вектора Y конечного продукта можно посчитать необходимый объём валового выпуска X по формуле

$$X = (E - A)^{-1} * Y$$

Расчеты показывают

$$X = \begin{pmatrix} 945,62 \\ 691,2 \end{pmatrix},$$

Таким образом, валовый выпуск в растениеводстве кукурузы надо увеличить до 945,6 условных единиц, а в пищевой промышленности - до 691,2 условных единиц.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ПРОРАБОТКИ ПРОБЛЕМАТИКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В связи с поступлением в производство новых сортов и гибридов кукурузы интенсивного типа, биостимуляторов, жидких комплексных удобрений (ЖКУ), обогащенных микроэлементами, безводного аммиака считаем целесообразным:

1. Расширить исследования по изучению адаптивности и стрессоустойчивости новых гибридов различных экотипов к биотическим и абиотическим факторам.

2. Изучить влияние новых биостимуляторов роста на изменение величины урожайности зерна и его качества.

3. Исследовать действие безводного аммиака и новых жидких комплексных удобрений (ЖКУ), обогащенных микроэлементами, на повышение урожайности зерна и его качества.

4. Рассмотреть биологическую активность почвы в зависимости от места кукурузы в севообороте и ее бессменном возделывании на выводных полях, действия безводного аммиака и ЖКУ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование высокой урожайности качественного зерна кукурузы в интенсивных технологиях её возделывания на серых лесных почвах в условиях лесостепи Центрального Черноземья является важнейшей составляющей адаптивно-ландшафтной системы земледелия. На основании комплексных полевых, лабораторно-полевых опытов и лабораторных исследований мы пришли к следующим выводам:

1. При оптимизации материально-технических ресурсов по безотвальной обработке при внесении N60P60K60 урожайность зерна кукурузы достигает 8 т/га, а при N120P120K120 по вспашке – до 10 т/га.

2. В опытах на удобренных вариантах высота растений кукурузы увеличилась на 4,397 см по вспашке и на 3,318 см по безотвальной обработке; масса початка с зерном - на 10,341 г и 4,048, соответственно; количество зерен в початке - на 34 и 37 штук по вспашке; масса зерна с одного початка - на 10,9 и 9,986 г, масса 1000 зёрен - на 1,925 г по вспашке и 2,986 г по безотвальной обработке.

3. Увеличивая на единицу норму вносимых минеральных удобрений (НРК) при безотвальной обработке, прибавка урожайности кукурузы увеличилась на 22,43% или 0,87 т/га. Связь между прибавкой урожайности и нормой внесённых удобрений - средней тесноты.

4. Отмечена максимальная отзывчивость на накопление сухого вещества в растениях раннеспелого гибрида НК Фалькон, которая составила в фазу молочно-восковой спелости 1745,57 г/м², а среднеранние гибриды - 1614,53...1567,26 г/м². Максимальное количество сухого вещества накапливали посеы гибрида НК

Фалькон при применении препарата Рексолин Zn 15 – 1577,19 г/м² и при внесении микроудобрительной смеси Текнокель Амино Мо – 1467,42 г/м².

5. Обработка посевов кукурузы препаратами Рексолин Zn 15 и Текнокель Амино Мо способствовали увеличению площади листовой поверхности. Гибриды НК Фалькон, Делитоп, ДСК 3717 формировали наибольшую площадь листьев на всех фонах минерального питания.

6. В среднем за годы исследований показатель фотосинтетического потенциала варьировал от 1,97 до 2,52 г/м² сутки в зависимости от фазы развития. Максимум дал гибрид Делитоп с применением Рексолин Zn 15, Текнокель Амино Мо обеспечил прибавку до 2,40. На контрольном варианте - без применения препаратов, содержащих микроудобрения, проявил себя гибрид НК Фалькон с показателем 2,28 г/м² сутки.

7. При посеве кукурузы в ранние сроки (3-10 мая) при оптимально-влажном верхнем слое почвы семена в почву следует заделывать на глубину 6-8 см. В более поздние сроки 14-20 мая - на 8 - 10 см. Как мелкая - на 4 см, так и глубокая - на 12 см заделка семян приводила к снижению урожайности зерна.

8. Основная обработка почвы оказывала незначительное влияние на продолжительность основных межфазных периодов. На этот показатель в большей степени сказывалось применение гербицидов, т.к. действие сорной растительности приводило к ускорению прохождения фаз развития растений: «всходы - цветение», «цветение - полная спелость», а, следовательно, от всходов до полной спелости зерна.

9. При вспашке почвы на глубину 27-30 см, отмечается лучший коэффициент оструктуренности в слое 0-20 см - 2,68-2,69, при безотвальной обработке на ту же глубину - 2,29.

10. При вспашке биологическая активность почвы находилась на уровне безотвальной обработки. Активное целлюлозоразложение наблюдалось на вариантах с применением N30P30K30, N45P45K45, N60P60K60 в пахотном слое почвы.

11. На запасы продуктивной влаги в почвы оказывало заметное влияние географическое расположение полей. Так в Холдинге Восточном в слое почвы 0-10 см при вспашке ее количество было больше в сравнении с холдингами Восточный и Центральный.

12. Применение микроудобрения Рексолин Zn 15 обеспечило прибавку 3,9% при урожайности 5,32 т/га (в контроле 5,12 т/га), а на вариантах с микроудобрительной смесью Текнокель Амино Мо при урожайности зерна 5,7 т/га получена прибавка 11,5%.

13. Расчёты коэффициентов корреляции показали нелинейную зависимость внесения минеральных удобрений и питательностью вещества, кроме БЭВ. Минимальное значение накопления сырого протеина получается при 7,17 кг/га, что меньше, чем при 6,63. Почти все показатели качеств зерна повышались при увеличении вносимых норм минеральных удобрений совместно с микроудобрительной смесью.

14. Содержание нитратов (N-N03) в зерне кукурузы колебалось в пределах 26,4-43,9 мг / ПДК и 25,8-43,0 мг/ ПДК, что значительно ниже уровня ПДК. В вариантах минеральных удобрений - содержание нитратов было низким, не более 25,5-25,8 мг/кг.

15. Возделывание кукурузы в агроландшафтах с юго-восточной экспозицией (склон 0 - 3⁰), способствовало более высокому формированию зерновой продуктивности гибрида НК Фалькон.

16. На технологические показатели кукурузы по их приоритетности (важности) ранжируются в следующем последовательности – Ротация – Севооборот – Территория почвенной зоны – Метеоданные и географическое расположение – Удобрительные средства – Гибрид кукурузы – Природно-климатические и почвенные условия – Механическая обработка почвы – Болезни и вредители посевов.

17. Анализ агроэнергетической оценки показал рост всех показателей при применении минеральных удобрений и при внесении препаратов, содержащих микроудобрения. При применении микроудобрений растет чистый энергетический доход: максимум у гибрида Делитоп - 75,68 ГДж/га при применении Текнокель Амино Мо, у гибрида ЕС Конгресс - 73,27 ГДж/га.

18. Установлены корреляционные связи средней тесноты между урожайностью зерна и применением микроудобрений. Снижение урожайности в годы с неблагоприятными погодными условиями, может сдерживать применение препаратов, содержащих микроудобрения. Так, урожайность снижалась за год на контроле 0,382 т/га, а при применении Рексолин на 0,287 т/га, Текнокеля на 0,267 т/га. Для получения более высокой урожайности не следует увеличивать нормы внесения минеральных удобрений, а обеспечивать их комбинированное сочетание с микроудобрениями.

19. Выращивание кукурузы на запланированный уровень урожайности с применением минеральных удобрений и препаратов, содержащих микроудобрения, экономически оправданно. Наиболее эффективность показали себя гибриды ЕС Олимпус 163,9%, ЕС Конгресс с уровнем рентабельности 163,9% и 144,5%, соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения программированной урожайности на уровень с 8 до 10 т/га зерна кукурузы, обеспечивающих максимальную экономическую и энергетическую эффективность на серых лесных почвах в условиях лесостепи Центрального Черноземья, рекомендуется высевать раннеспелый гибрид НК Фалькон, среднеранние гибриды ЕС Конгресс, ЕС Олимпус и среднеспелый гибрид ДКС 3912 с густотой насаждений 87 тыс. шт./га при внесении минеральных удобрений из расчета N45P45K45 и N60P60K60. При научной организации труда с учетом оптимизации в благоприятные по влаго-и теплообеспеченности годы, возможно получение урожайности более 10 т/га, применяя минеральные удобрения в сочетании с микроудобрениями по безотвальной обработке при дозах N90P90K90, а по вспашке – N120P120K120.

**Основное содержание диссертации опубликовано
в следующих работах:**

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1 **Малышева, Е.В.** Действие минеральных удобрений на урожайность и качество зерна гибридов кукурузы различных по скороспелости / Е.В. Малышева, В.Е. Ториков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 8. - С. 52-60.

2 **Малышева, Е.В.** Влияние приёмов основной обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна кукурузы / Е.В. Малышева, В.Е. Ториков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 8. - С.41-47.

3 Долгополова, Н.В. Об агрофизических свойствах почвенного слоя / Н.В. Долгополова, **Е.В. Малышева**, А.В. Нагорных, А.А. Воронина, Б.М. Ковынев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. - № 7. - С. 18-26.

4 Долгополова, Н.В. Основа биологизации земледелия сельскохозяйственных агроландшафтов // Н.В. Долгополова, **Е.В. Малышева**, А.В. Нагорных, А.А. Воронина, Б.М. Ковынев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 7. - С. 6-12.

5 **Малышева, Е.В.** Влияние различных видов удобрений на биохимические показатели зерна / Е.В. Малышева, Н.В. Долгополова, А.В. Нагорных // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. - № 6. - С. 48-52.

6 **Малышева, Е.В.** Влияние основной обработки на почвенное плодородие и урожайность основных сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ / Е.В. Малышева, О.В. Ториков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 6. - С. 6-11.

7 **Малышева, Е.В.** Агрохимические свойства почвы в зависимости от содержания микроэлементов в почвенных грунтах ЦЧЗ / Е.В. Малышева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 5. - С. 48-52.

8 **Малышева, Е.В.** Способы возделывания кукурузы в занятом пару и влияние ее как предшественника на формирование последующих урожаев / Е.В. Малышева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 4. - С. 30-37.

9 **Малышева, Е.В.** Влияние различных способов обработки почвы на состав микроорганизмов / Е.В. Малышева, Н.В. Долгополова, К.П. Хайдуков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 4. - С. 11-17

10 **Малышева, Е.В.** Влияние минеральных удобрений на урожайность и вынос элементов питания кукурузой, возделываемой в условиях ЦЧЗ / Е.В. Малышева, Н.В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 3. - С. 45-49.

- 11 **Малышева, Е.В.** Влияние способов основной обработки почвы на засоренность и урожайность посевов кукурузы / Е.В. Малышева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 3. - С. 21-26.
- 12 Долгополова, Н.В. Влияние эрозионных процессов на устойчивость агроландшафтов / Н.В. Долгополова, Е.А. Батраченко, **Е.В. Малышева** // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 2. - С. 11-16.
- 13 **Малышева, Е.В.** Динамика изменения гумусового состояния южного чернозёма при различных приёмах землепользования в длительном полевом опыте А.Г. Дояренко // Е.В. Малышева, Ю.Ф. Курдюков, К.П. Хайдуков, В.А. Черников // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 2. - С. 6-10.
- 14 **Малышева, Е.В.** Программирование и урожайность - залог адаптивной интенсификации земледелия / Е.В. Малышева, И.Я. Пигорев, Н.В. Долгополова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2021. - № 4. - С. 97-103.
- 15 Ториков, В.Е. Влияние норм высева и глубины заделки семян на урожайность зерна гибридов кукурузы различных по скороспелости / В.Е. Ториков В.Е., **Е.В. Малышева** // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2021. - № 4. - С. 11-16.
- 16 **Малышева, Е.В.** Экономическая эффективность хранения зерна кукурузы *zea mays* в производственных условиях для кормления сельскохозяйственных животных / Е.В. Малышева, И.В. Глебова, В.М. Солошенко, Н.В. Долгополова // Экономика и предпринимательство. – 2021. - № 11 (136). - С. 877-882.
- 17 Недбаев, В.Н. Фосфатный режим зональных почв Курской области и использование местных сыромолотых фосфоритов для сохранения и повышения их плодородия / В.Н. Недбаев, **Е.В. Малышева**, Н.Н. Трутаева, Т.Р. Балакина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 7. - С. 22-27.
- 18 Привало, О.Е. Структура сферы материального производства АПК и эффективность использования пашни / О.Е. Привало, К.И. Привало, **Е.В. Малышева**, С.П. Бугаев, М.И. Пашкова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 2. - С. 55-60.
- 19 Недбаев, В.Н. Гумусовое состояние почв Центрального Черноземья и пути повышения его содержания / В.Н. Недбаев В.Н., **Е.В. Малышева** // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 9. - С. 94-97.
- 20 Недбаев, В.Н. Содержание гумуса в темно-серых лесных почвах и его трансформация в агроландшафтах Центрально-Черноземной зоны / В.Н. Недбаев В.Н., **Е.В. Малышева** // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 8. - С. 65-70
- 21 Пигорев, И.Я. Окультуривание зональных почв Черноземья отходами свеклосахарного производства // И.Я. Пигорев, Н.В. Беседин, В.Н. Недбаев, **Е.В. Малышева** // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 1. - С. 15-20.

22 Привало, К.И. Анализ эффективного ведения сельскохозяйственного предприятия / К.И. Привало, **Е.В. Малышева**, Н.А. Костенко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. - № 5. - С. 23-25.

Публикации, входящие в международные базы данных:

23 Dolgopolova, N.V. Content of individual micro- and macroelements in different types of soils of the Central Black Soil region / N.V. Dolgopolova, E.A. Barchenko, **E.V. Malysheva**. // IOP Earth and Environmental Science 954(1). – 2022. – P. 012023 DOI:10.1088/1755-1315/954/1/012023

24 Kaluzhskikh, A.G. Dependence of the content of microbial biomass in typical black soil on agrogenic factors and year season / A.G. Kaluzhskikh, A.G. Belyaev, N.V. Dolgopolova, N.M. Timofeeva, **E.V. Malysheva** // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 845(1). – 2021. – P. 012057 DOI:10.1088/1755-1315/845/1/012057

25 Dolgopolova N.V. Cultivation of agricultural crops on overburden rocks / N.V. Dolgopolova, **E.V. Malysheva**, O.V. Nagornaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 677(2). - 2021. – P. 022001. DOI:10.1088/1755-1315/677/2/022001

Монографии, методические рекомендации

26 **Малышева, Е.В.** Гибриды кукурузы зернового направления в условиях лесостепи Центрального Черноземья. Совершенствование, перспективы развития (монография) / Е.В. Малышева. - Курск: Изд-во «Деловая полиграфия», 2021. – 333 с.

27 **Малышева, Е.В.** Возделывание гибридов кукурузы различной спелости на программированный уровень урожайности (монография) / Е.В. Малышева. - Курск: Изд-во «Деловая полиграфия», 2021. – 90 с.

28 Недбаев, В.Н. Агрохимия. Анализ растений, почв и удобрений (учебное пособие) / В.Н. Недбаев, **Е.В. Малышева**. - Курск: Изд-во ООО «Учитель», 2019. – 120 с.

29 Недбаев, В.Н., Методические рекомендации по выполнению курсовой работы по дисциплине «Агрохимия» (учебно-методическое пособие) / Недбаев В.Н., **Малышева Е.В.** - Курск: Изд-во ООО «Учитель», 2019. – 70 с.

Список работ, изданных в научных сборниках и материалах научно-практических конференций

30 **Малышева, Е.В.** Послеуборочные остатки кукурузы, гороха, ячменя и содержание в них азота, фосфора и калия / Е.В. Малышева, Н.В. Долгополова // Региональный вестник. - 2021. - № 2 (58). - С. 41-43.

31 **Малышева, Е.В.** Разновидности микроорганизмов в зависимости от обработки почвы и предшественников / Е.В. Малышева, Н.В. Долгополова // Региональный вестник. 2021. - № 2 (58). - С. 38-41.

32 **Малышева, Е.В.** Влияние материнской формы кукурузы на эффект гетерозиса межлинейных гибридов апомиксиса / Е.В. Малышева // Региональный вестник. - 2021. - № 5 (61). - С. 34-37.

33 Затолокин, М. Влияние регуляторов роста на урожайность кукурузы на зерно в условиях Курской области / М. Затолокин М., В.А. Чекмарев, **Е.В. Малышева** // Биотехнологические приемы производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курск: Курская ГСХА, 2021. - С. 231-233.

34 Недбаев, В.Н. Изменение агрохимических свойств темно-серой лесной почвы Центрального Черноземья при окультуривании / В.Н. Недбаев, **Е.В. Малышева**, Т.Р. Балакина // Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курск: Курская ГСХА, 2020. - С. 251-255.

35 Привало, К.И. Оценка эффективности использования земли при низкой плотности поголовья молочного скота / К.И. Привало, О.Е. Привало, **Е.В. Малышева**, С.П. Бугаев // Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курск: Курская ГСХА, 2020. - С. 54-59.

36 Недбаев, В.Н. Оптимизация фосфатного режима как показатель окультуривания темно-серой лесной почвы Центрального Черноземья / В.Н. Недбаев, **Е.В. Малышева** // Достижения научно-технического прогресса агропромышленному комплексу: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2017. С. 43-49.

37 Привало, О.Е. Состав и продуктивность сырьевого конвейера в зависимости от типа кормления молочного скота / О.Е. Привало, К.И. Привало, **Е.В. Малышева** // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства: Материалы Международной научно-практической конференции. – Курск: Курская ГСХА, 2017. - С. 231-233.

38 Привало, К.И. Соотношение отраслей растениеводства и животноводства, как фактор плодородия почвы / К.И. Привало, **Е.В. Малышева**, М.И. Пашкова // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса: Материалы Международной научно-практической конференции. – Курск: Курская ГСХА, 2016. - С. 249-251.

Формат 60x84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.

Печать на копировальном аппарате КГСХА.

Усл. печ. л. ____ Уч.-изд. л. ____ . Тираж 100 экз. Заказ № 150.