

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ЯХИН ИЛЬДАР ФАРИТОВИЧ

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ, АГРОНОМИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ,
АМИНОКИСЛОТНЫХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ И ОРОШЕНИЯ В
ЗЕРНОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС
В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель -
доктор сельскохозяйственных наук
Хисматуллин М.М.

Казань – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
Глава I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, АМИНОКИСЛОТНЫХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ И ОРОШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ	13
1.1. Краткий экскурс в историю интродукции кукурузы	13
1.2. Биологические и морфологические особенности кукурузы	19
1.3. Особенности минерального питания кукурузы	23
1.4. Аминокислотные биостимуляторы технологии возделывания кукурузы	36
1.5. Режим орошения сельскохозяйственных культур	37
Глава II. ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МЕСТО, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	45
2.1. Рельеф и почвенный покров Республики Татарстан	45
2.2. Погодно-климатические условия	54
2.3. Программа, место и условия проведения исследований	61
2.4. Методики полевых лабораторных исследований	69
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	
Глава III. ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КУКУРУЗЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ	73
3.1. Динамика формирования корневой системы кукурузы по фазам развития	73
3.2. Высота и плотность стеблестоя в зависимости от внесения расчетных норм минеральных удобрений и орошения кукурузы	74
3.3. Засоренность посевов кукурузы	79
3.4. Урожайность и окупаемость НРК-удобрений	82
3.5. Стабильность урожайности гибрида кукурузы по годам исследований	85
3.6. Влияние орошения и минеральных удобрений на коэффициенты водопотребления кукурузы	89
3.7. Структурный состав биомассы кукурузы	93
3.8. Влияние удобрений и орошения на качественные показатели гибрида кукурузы Росс 140 СВ	95
3.8.1. Содержание и валовой сбор сухой массы в зависимости от орошения и удобрения	95
3.8.2. Концентрация и валовой сбор сырого протеина	97
3.8.3. Значение, содержание и валовой сбор сырого жира	99

3.8.4. Сумма сахаров и сахаро-протеиновое соотношение	101
3.8.5. Динамика содержания сырой клетчатки в зависимости от удобрения и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ	104
3.8.6. Влияние расчетных норм минеральных удобрений и орошения на содержание нитратов в зеленой массе кукурузы	106
3.8.7. Обеспеченность зеленой массы кукурузы минеральными веществами	108
Глава IV. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ КУКУРУЗЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	112
4.1. Накопление пожнивно-корневых остатков	112
4.2. Интенсивность минерализации остатков органического вещества кукурузы	116
4.3. Динамика структурного состояния серой лесной почвы в зависимости от условий увлажнения и уровня минерального питания кукурузы	118
4.4. Плотность сложения почвы	121
4.5. Хозяйственный вынос и коэффициенты использования питательных веществ	124
4.6. Динамика агрохимических показателей серых лесных почв в зависимости от удобрения и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ	129
Глава V. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ ГИБРИДА КУКУРУЗЫ РОСС 140 СВ	131
5.1. Экономическая эффективность	131
5.2. Энергетическая эффективность	135
5.3. Сравнительная оценка окупаемости экономических и энергетических затрат	138
Глава VI. АМИНОКИСЛОТНЫЕ БИОСТИМУЛЯТОРЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОРОШАЕМОЙ КУКУРУЗЫ РОСС 140 СВ	141
6.1. Результаты лабораторного опыта	141
6.2. Результаты полевого опыта	146
6.2.1. Полевая всхожесть	146
6.2.2. Мощность роста всходов	148
6.2.3. Плотность стеблестоя	150
6.2.4. Динамика образования листовой площади	152
6.2.5. Листовой индекс	154
6.2.6. Чистая продуктивность фотосинтеза	156
6.2.7. Валовой сбор зеленой массы, выход зерновых единиц	158
6.2.8. Методика расчета величины возможной замены минеральных	162

удобрений биостимуляторами и ее экономические показатели	
Глава VII. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО	166
7.1. Производственная проверка	166
7.2. Внедрение результатов исследований	172
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	175
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	178
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	179
ПРИЛОЖЕНИЯ	204

ВВЕДЕНИЕ

*Человеку никогда не в силах
переделать природу, но зато он всегда
способен возделывать под собой землю, чтобы
прокормить себя и свою семью.
(Фридрих II, король Пруссии, 1712–1786)*

Актуальность направления исследований. В современном мировом земледелии кукуруза на зерно выращивается на площади 162-165 млн. га и объемы производства составляют 850-900 млн. тонн в год при средней урожайности 5,2-5,5 т/га зерна против 808,4 и 3,7 т/га всех видов пшеницы соответственно (Сотченко В.С., 2020).

Из общего объема 20-25% зерна кукурузы используется на продовольственные цели, 18-20 – на технические и остальное – на корм скоту всех видов животных. Зерно кукурузы отличается высокой энергетической питательностью – в кг содержится 13,6 МДж обменной энергии, 9-11% белка, 4-5 сырого жира, 65-75% крахмала, включая 8-9% суммы сахаров (Шакиров Ш.К., Шайтанов О.Л., Гибадуллина Ф.С., 2019).

Зерно кукурузы массово используется для переработки в муку, крупу, для производства растительного масла, сахара и пищевого спирта (более 250 наименований продуктов питания).

Значительному расширению посевных площадей кукурузы в последние годы способствовало производство биотоплива. К примеру, в Бразилии и США 20% из общего расхода объема дизельного топлива составляет кукурузный этанол.

Более того, зеленая масса кукурузы является основной кормовой культурой, особенно в тех регионах мира, в которых термические ресурсы ограничены для производства зерна, в том числе в большинстве субъектах Российской Федерации. Заготовка кукурузного силоса с початками в молочно-восковой спелости обеспечивает получение 0,17 зерновых единиц с содержанием до 3,5-4,0 МДж

обменной энергии (Сотченко В.С, 2012; 2015; 2020).

Кукуруза имеет большое агротехническое значение как хороший предшественник для многих сельскохозяйственных культур, повышает общую культуру и продуктивность земледелия.

Она обладает высокой потенциальной продуктивностью. В 1986 году зарегистрирован абсолютный мировой рекорд по урожайности зерна: получено 24,8 т/га зерна кукурузы на одной из ферм штата Иллинойс, США. В целом по штату получено 16,3 т/га зерна кукурузы (Bastiman В.В., 1996).

Теоретически расчетная зерновая продуктивность высокоурожайных гибридов с прямостоящими листьями возможна – 31,3 т зерна с гектара (Шпаар Д. 2003). В этом плане кукуруза имеет большое экономическое значение.

В достижении высокой урожайности главными факторами являются:

1. Посев гибридов с высокой потенциальной продуктивностью, адаптированных к местным агроклиматическим условиям.
2. Создание высокого агротехнического фона с внесением расчётных норм удобрений на запрограммированный (запланированный) урожай.
3. Формирование оптимальной густоты стояния.
4. Возделывание по интенсивной технологии.
5. Применение высокоэффективных биостимуляторов.

Однако высокий ресурсный потенциал этой культуры остается не реализованным. Так, среди ученых и практиков нет единого мнения по возделыванию кукурузы в условиях орошения. Одни утверждают, что она по происхождению относится к группе засухоустойчивых сельскохозяйственных культур (Цымбаленко И.Н., Гилев С.Д., Копылов А.Н., Ефремов В.П., Притчин А.Н., Лопарева Е.И., 2022), а другие доказывают, что на формирование 1 т зеленой массы кукуруза расходует 80 м³ воды, при средней влагообеспеченности вегетативного периода (например. Республика Татарстан) 2800-2900 м³/га (220-230 мм в виде осадков и 500-600 м³/га накопления влаги при снеготаянии). Следовательно, для формирования 50 т/га биомассы кукурузы требуется 4000 м³ влаги и ее дефицит

в почвенно-климатических условиях нашей республики составляет 1100-1200 м³/га (Балакай Г.Т., Балакай Н.И., Балакай С.Г., 2011).

С другой стороны, кукуруза отличается высоким выносом элементов питания. На формирование 1 т зеленой массы расходуется 28 кг азота, 10 кг фосфора и 37 кг калия. По закону возврата, разработанного Ю. Либихом для получения 50 т/га мы должны внести 375 кг/га д.в. NPK-удобрений, что очень затратно с экономической точки зрения.

Между тем, А. З. Кушхабиев, А. М. Кагермазов, А. В. Хачидогов (2019) утверждают, что мощная 4-х ярусная корневая система кукурузы, которая занимает 40-50 см активного слоя почвы, способна использовать дополнительные почвенные элементы питания совершенно недоступные яровым и озимым зерновым культурам. Более того, в последние годы доказано, что часть минеральных удобрений можно заменить современными биопрепаратами, стимуляторами роста, инокулянтами и др.

В связи с этим выбранное направление исследований имеет высокую актуальность, научную новизну и практическую значимость.

Состояние изученности научной проблемы. В Российской Федерации к становлению кукурузы в качестве основной кормовой культуры внес огромный вклад Лауреат Государственной премии СССР, автор более 200 научных трудов, известный селекционер 20-ти скороспелых гибридов, включенных в Госреестр РФ, Владимир Семенович Ильин (1929-2024 гг.). Экономическую основу возделывания кукурузы заложил академик РАН Александр Алексеевич Романенко (1953 г. по настоящее время). Неоценимый вклад в повышение урожайности этой культуры в Российской Федерации внёс академик РАН Владимир Семёнович Сотченко (1937 г. по настоящее время).

В Республике Татарстан теоретические основы и практические приёмы возделывания кукурузы были заложены Узбек Абдурахмановичем Бектимировым (1926-1997 гг.), лауреатом Государственной и Ленинской премии СССР, героем социалистического труда Гайфутдин Салахутдиновичем Галиевым (1911-

1996 гг.).

Из современных ученых Республики Татарстан следует отметить О.Л. Шайтанова, Ш.К. Шакирова, Ф.С. Гибадуллин (2019) и др.

Ресурсосберегающие приёмы возделывания кукурузы на зерно и на кормовые цели в зарубежных странах более подробно изложены в научных трудах F. Weißbech (1992), Д. Шпаар (2003, 2007), F. Jäger (2014).

Однако такие аспекты анализируемой проблемы как орошение, эффективность взаимодействия минеральных удобрений и аминокислотных биостимуляторов, направленность изменения физико-химических свойств серых лесных почв и качества конечной продукции нуждаются в дополнительном изучении с учётом климатических ресурсов региона проведения стационарных методически выдержанных полевых опытов.

Цель исследований. Агрохимическая, агрономическая, экономическая оценка реакции районированного в Среднем Поволжье гибрида кукурузы двойного назначения Росс 140 СВ на применение расчетных норм минеральных удобрений, биостимуляторов Биостим Старт, Биостим Кукуруза и орошения в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан. Определение величины возможной замены минеральных удобрений изучаемыми органо-минеральными удобрениями и экономические ее показатели

Задачи:

1. Установить экономически обоснованные расчётные нормы внесения минеральных удобрений на богарных и орошаемых посевах гибрида кукурузы Росс 140 СВ.

2. Определить эффективность взаимодействия минеральных удобрений и Биостим Старт, Биостим Кукуруза, применяемых в предпосевной подготовке семян и листовой подкормке растений в период вегетации.

3. Изучить влияние агрохимикатов на качество конечной продукции и физико-химические свойства серых лесных почв Республики Татарстан.

4. Рассчитать энерго- и экономическую эффективность орошения кукурузы, применения минеральных удобрений и биостимуляторов.

5. Произвести производственную проверку и внедрение результатов исследований.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с научно-технической программой развития сельского хозяйства Российской Федерации на 2017-2030 гг. (ФНТП).

Научная новизна. Впервые в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан установлены оптимальные нормы внесения минеральных удобрений в зависимости от влагообеспеченности гибрида кукурузы Росс 140 СВ (накопление биомассы на орошении и без полива), определена эффективность взаимодействия NPK-удобрений и аминокислотных биостимуляторов (Биостим Старт, Биостим Кукуруза), рассчитана величина замены NPK и ее экономические показатели. Доказана возможность достижения положительной динамики содержания гумуса, подвижных форм фосфора и калия.

Значимость диссертационной работы. Теоретически обоснована и практически доказана возможность получения биомассы кукурузы с початками в молочно-восковой спелости на орошении 50,7 т/га, что выше на 26,4 % по сравнению с возделыванием этой культуры без полива. Окупаемость минеральных удобрений на орошении опережает (73,2 кг/кг) богарную кукурузу в 1,41 раза. Обработка семян кукурузы рабочим раствором Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т + H₂O 10 л/т и листовая подкормка растений биостимулятором Биостим Кукуруза в фазе 3-4 листьев позволяет заменить 43,7 кг/га д.в. минеральных удобрений и обеспечивает экономию денежных средств 2146 руб./га.

Методы и методология. Лабораторные и полевые исследования проведены в соответствии с «Методические основы проведения полевых опытов с кормовыми культурами», разработанные сотрудниками ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1997 (переработанный вариант опубликован в 2024 г.). Также были использованы общепринятые аналитические, статистические, корреляционные,

математические, экономические, энергетические методы обработки результатов исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Сравнительная оценка продуктивности гибрида кукурузы Росс 140 СВ на орошении и без полива в зависимости от уровня минерального питания.
2. Влияние орошения и внесения расчётных норм азотно-фосфорно-калийных удобрений на их окупаемость, качество зелёной массы кукурузы, возделываемой по зерновой технологии.
3. Взаимодействие минеральных удобрений и аминокислотных биостимуляторов, величина возможной замены NPK и экономические ее показатели.
4. Динамика физико-химических свойств серых лесных почв, хозяйственный вынос и коэффициенты использования минеральных удобрений.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается проведением методически выдержанных лабораторного и 2-х стационарных полевых опытов, включающих 32 варианта в 4-х кратной повторности, проверкой результатов исследований в производственных условиях и внедрением в сельскохозяйственное производство.

Лабораторные анализы качества конечной продукции и почвенных проб проведены в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ и на сертифицированных аналитических приборах Татарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Агрохимическая служба России».

Апробация работы. Результаты исследований по теме диссертации были представлены и получили положительную оценку на Международной научно-практической конференции: «Современные цифровые технологии для управления посевами сельскохозяйственных культур», Всероссийских (национальных) научно-практических конференциях, посвящённых памяти д.т.н., профессора Казанского ГАУ Мартьянова А.П. (2022), профессора кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ Шакирова А.Ш. (2024, 2025), Международных агропромышленных выставках «АгроВолга», 2022, 2023, на ежегодных научных

конференциях профессорско-преподавательского состава Казанского государственного аграрного университета (2023-2025 гг.).

Внедрение результатов исследований. В 2025 г. результаты исследований внедрены на орошаемой площади 184 га в «АФ «Кырлай» Арского, на орошаемой площади 120 га СХПК «Урал» Кукморского, на богарных посевах кукурузы КФХ ИП «Вафин Р.К.» на площади 150 га Лаишевского районов Республики Татарстан. Внедрение рекомендации соискателя позволяет увеличить валовые сборы зелёной массы с 1 га орошаемой кукурузы более чем в 1,41 раза по сравнению с богарными посевами, заготовить кукурузный силос с початками в молочно-восковой спелости с содержанием 0,17 зерновых единиц и обеспечивает положительный баланс гумуса, фосфора, калия. Суммарный эффект от внедрения результатов исследований на площади 454 га составил 5410400 руб./год.

Результаты исследований аспиранта очного обучения также широко используются в подготовке высококвалифицированных кадров по специальностям агрохимия и агропочвоведение, растениеводство и земледелие.

Публикация автора. Основные результаты исследований изложены в 13-ти научных статьях, в том числе 4 работы были опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, 2 из них рекомендованных ВАК РФ и 2 статьи входящих Scopus. Получен один патент на изобретение: № 2845859 «Способ повышения урожайности кукурузы на зеленую массу».

Личный вклад соискателя. На основе изучения зарубежных и российских литературных источников аспирант выбрал актуальное направление исследований, самостоятельно разработал рабочую программу, календарь выполнения планируемых заданий, согласовал условия предоставления орошаемого земельного участка в АФ «Кырлай» Арского муниципального района (безвозмездное внедрение результатов исследований), в течение 3-х лет проводил 2 стационарные полевые опыты, лабораторные анализы с использованием сертифицирован-

ных аналитических приборов и технических средств. Результаты полевых и производственных опытов математически обработал и в логической последовательности изложил их в своей самостоятельно выполненной диссертации. Доля личного вклада соискателя в объёме общей работы составляет 75%, опубликованных научных трудах – 70 процентов.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 254 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, 7-ми глав, заключения и рекомендации производству. Она содержит 6 рисунков, 4 графика, 9 фото, 41 таблицы, 39 приложений. Список литературы включает 200 наименований, в том числе 7 зарубежных учёных по теме диссертации.

Благодарность. Соискатель выражает искреннюю благодарность научному руководителю, д.с.-х.н. Хисматуллину М.М., профессорско-преподавательскому составу кафедры «Землеустройство и кадастры», лаборантам Центра агроэкологических исследований Казанского ГАУ и Татарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Агрохимическая служба России».

Глава I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, АМИНОКИСЛОТНЫХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ И ОРОШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ

1.1. Краткий экскурс в историю интродукции кукурузы

Среди ученых нет единого мнения по происхождению кукурузы, так как в отличие от других сельскохозяйственных культур (пшеница, ячмень, овес, рожь, просо, гречиха, подсолнечник и др.) кукуруза в дикой природе не встречается. К примеру, зерно дикой пшеницы осыпается, и следующий год прорастает, образует колос с более большим количеством зерна. Методом отбора крупных зёрен и переопыления со времён возникновения земледелия в течение 12 тыс. лет были созданы продуктивные сорта всех ныне возделываемых сельскохозяйственных культур.

В отличие от них зерно кукурузы не прорастает – початок кукурузы с зёрнами, упавший на землю гниёт. В связи с этим долгое время люди кукурузу считали «даром богов» или же «пришельцем» из других планет.

Материалистическая точка зрения утверждает, что родоначальником кукурузы является дикая трава теосинте, которая распространена на территории Мексики, Гватемалы, Гондураса, Сальвадора и Никарагуа, то есть на территории Мезоамерики. Действительно плоды этой культуры отдалённо похожи на зерно кукурузы (рис. 1).

По утверждению Н.И. Володар, в древние времена местные племена собирали плоды теосинте (*Zea mays subsp. parviflora*) и начали выращивать для еды, методично отбирая более крупные семена из года в год. И таким образом кукуруза стала главным продуктом питания для множества культур, таких как ацтеки и майя. В этих древних цивилизациях кукуруза была не только основным источником пищи, но и символизировала плодородие и энергию жизни, вокруг которой проводились ритуалы и праздники, что подтверждается её изображениями в керамике, резьбе по дереву и скульптурах.

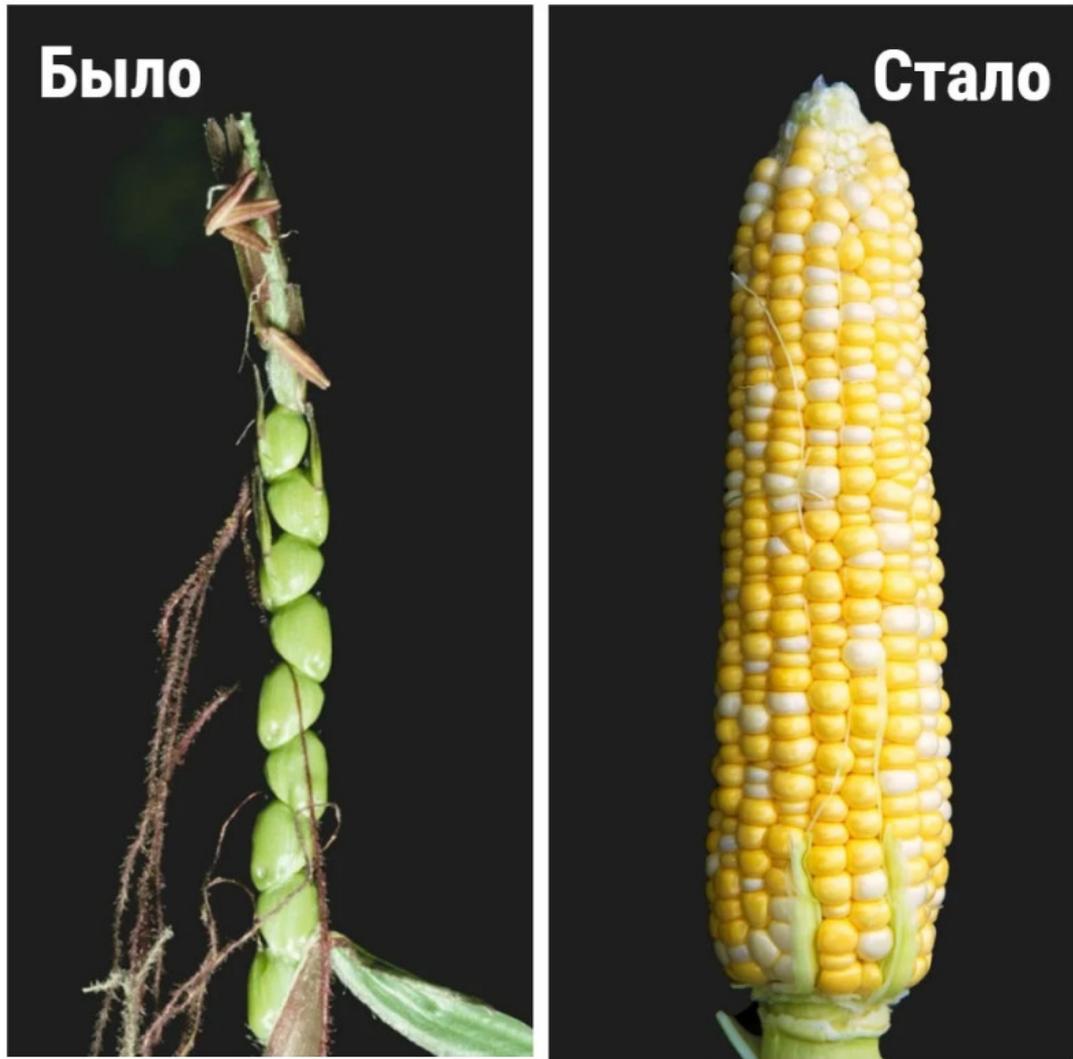


Рисунок 1. Теосинте и современная кукуруза

После того как европейские колонизаторы завоевали Американский континент, кукуруза была завезена в Евразию и превратилась в основную агрокультуру, особенно на юге Европы и в регионах Балканского полуострова. С тех пор как кукуруза была завезена в Европу в начале XVI века, прошло около двух столетий, прежде чем она стала основным кормом для разведения крупного рогатого скота среди местных земледельцев. В некоторых странах Европы, включая Италию, Испанию и Венгрию, кукуруза в настоящее время выступает в качестве главного продукта питания. Распространение кукурузы среди поселенцев стало не просто значительным экономическим фактором, но и культурной ценностью.

В разных частях мира, например, в Соединённых Штатах Америки, широко распространена традиция приготовления кукурузного хлеба дома, что вызывает значительный интерес со стороны жителей разнообразных регионов данной страны. Особенно в областях с большим спросом на кукурузную муку, местная кухня развивалась вокруг кукурузы.

Ю.В. Сотченко (2017) утверждает, что влияние европейцев на приграничные области оказало и ряд отрицательных эффектов. В определённых регионах планеты подобное развитие обстоятельств стало причиной исчезновения традиционных обычаев, что, в свою очередь, вызвало утрату разнообразия живых организмов и сокращение исторического достояния. Зависимость многих сообществ от зерновых культур как главного источника питания делает их чувствительными к мировым колебаниям цен и климатическим изменениям. Тем не менее, одной из наиболее узнаваемых и востребованных сельскохозяйственных культур считается кукуруза в силу следующих причин:

1. Кукуруза является культурой двойного назначения – источник питания для людей и кормления животных. Она представляет собой ценный источник крахмала, углеводов, витаминов и минералов.

2. Кукуруза представляет собой возобновляемый источник энергии, который может быть задействован для получения биотоплива. Из кукурузы производят этиловый спирт, который затем возможно преобразовать в топливо для автотранспорта.

3. Разнообразие промышленных товаров основано на кукурузе, которая служит сырьём для получения крахмала, его заменителей, нефтехимических веществ и прочих производственных материалов.

4. Для множества государств кукуруза выступает значимым товаром на экспорт, что положительно влияет на развитие их экономики.

5. В агропромышленности и сопутствующих сферах деятельности возникает множество вакансий благодаря культивированию и обработке кукурузы.

6. Вклад кукурузы в развитие современного агропромышленного комплекса значителен, поскольку она служит моделью для генетических экспериментов.

Неслучайно в Соединённых Штатах Америки кукуруза занимает первое место среди всех выращиваемых зерновых культур. Большую долю собранного урожая используют для изготовления кормовых продуктов для скота и получения спирта, впоследствии смешиваемого с автомобильным горючим.

Второе место среди ведущих стран производителей кукурузы занимает Бразилия. В основном кукуруза в данной стране используется в качестве корма для животных, но он также экспортируется в другие страны.

В КНР кукуруза активно применяется в качестве главного ингредиента при изготовлении кормовых продуктов для сельского хозяйства и в пищевых производствах, где она выступает в роли сырья для получения круп и мучных изделий. В мировом списке крупнейших производителей кукурузы Китай занимает третью позицию.

В Европе для производства кормовых продуктов и сырья для биотопливной индустрии активно применяются кукурузные уголья. В ряде государств, включая Францию и Германию, спрос на кукурузу пока уступает другим сельскохозяйственным культурам.

В ряде стран Африки, находящихся ниже Сахары, кукуруза служит главным продуктом питания. В данном регионе множество заводов занято выпуском тортов и производства кукурузной муки. В некоторых африканских государствах, например, в Египте и Южной Африке, производят кормовые добавки для животноводства на основе продуктов из кукурузной муки.

В Мексике и Аргентине, странах Латинской Америки, кукуруза является главным компонентом для изготовления тортилий и чипсов. Кормовые добавки для животных также изготавливаются на основе кукурузы.

Кукурузная революция в СССР. Н.С. Хрущёв, занимавший пост Первого секретаря ЦК КПСС с 1953 по 1964 год, активно пропагандировал идею развития

кукурузоводства в СССР. Он считал, что кукуруза может стать ключевым продуктом для решения проблемы нехватки кормов для скота и, как следствие, увеличения производства мяса и молока (Коньшев Д. Н. 2015) (фото 1).



Фото 1. Кукурузная революция в СССР

Хрущёв был вдохновлён успехами выращивания кукурузы в США и был убежден, что СССР сможет добиться таких же результатов (Хаджинов М.И., Галеев Г.С., 1996). Он активно продвигал идею массового выращивания кукурузы в экономике Советского Союза, особенно в южных регионах, таких как Украина, Молдавия и юг России (Давлетшин Р.Т., Короткин В.М., Нурлыгаянов Р.Б. [и др.], 2021).

Для реализации этой идеи были предприняты следующие шаги:

1. Расширение посевных площадей кукурузы.
2. Модернизация сельскохозяйственной техники для повышения эффективности производства кукурузы.

3. Обучение и консультации по вопросам возделывания кукурузы, проведение семинаров и выставок.

4. Создание специализированных хозяйств по выращиванию кукурузы, которые служили бы образцом для других хозяйств.

Несмотря на амбициозные планы, кукурузная программа СССР столкнулась с трудностями. Наиболее важными из них были:

1. Климат: в отличие от США, климат в СССР был менее благоприятным для выращивания кукурузы. В частности, короткий вегетационный период и недостаточное теплообеспечение в северных регионах ограничивали возможности развития этой культуры.

2. Реализация программы потребовала значительных инвестиций в инфраструктуру, оборудование и обучение. Однако ограниченность ресурсов замедлила развитие выращивания кукурузы (Лачуга Ю.Ф., Конкин М.Ю., 2008).

3. Несмотря на усилия по обучению и распространению знаний, многие специалисты сельского хозяйства не освоили технологию ее возделывания.

В результате программа СССР по кукурузе не дала ожидаемых результатов, и кукуруза так и не стала ключевым продуктом в решении проблемы строительства нового общественного строя в СССР – коммунизма.

Кукуруза в Татарстане. Историю возделывания кукурузы можно разделить на 4 этапа:

- 1 этап – времена Н.С. Хрущева (1956-1964 гг.);
- 2 этап – участие в кукурузной революции (1970-1980 гг.);
- 3 этап – перестройка агропромышленного комплекса, формирование новых собственников земли, сельскохозяйственный кризис (1990-2000 гг.);
- 4 этап – разработка и внедрение технологии возделывания кукурузы на силос с початками в молочно-восковой спелости и производства зерна.

В настоящее время в Республике Татарстан кукуруза возделывается на площади 220-250 тыс. га, в том числе 50-60 тыс. га на зерно.

1.2. Биологические и морфологические особенности кукурузы

Эффективность культивирования кукурузы напрямую связана с осведомлённостью о ее биологических особенностях, включающее изучение морфологии, анатомии, генетики и геномики, что ведёт к увеличению информации о потенциале этой агрокультуры. Кукуруза имеет стебель, который является одним из ключевых морфологических компонентов растения. Высота стебля варьируется от одного до трёх метров в зависимости от гибрида кукурузы. Активный рост кукурузы возможен при условии наличия достаточного количества света и свободной площади (рис. 2).



Рисунок 2. Морфологические особенности кукурузы

Кукурузные листья обладают ланцетной формой, благодаря чему они максимально эффективно впитывают солнечный свет и диоксид углерода (Герман В.Н., 2001; Дружкан А.Ф., 2003). Эффективность и функционирование листы напрямую зависят от размера, который, к тому же, характеризуется высокой степенью вариативности. Растения с широкими листьями стимулируют активность процесса фотосинтеза, тогда как растения с узкими листьями обладают повышенной сопротивляемостью сильным порывам ветра и неблагоприятной погоде.

Корневая система кукурузы, будучи мощной и разветвленной, обеспечивает эффективное поглощение питательных веществ и воды из глубоких слоев почвы (Тухтамаров Б.И., 2003; Дружкин А.Ф., 2004). Кукуруза требует обеспечения высокой доступности питательных элементов, так как она обладает увеличенными потребностями в их наличии для своего полноценного роста и созревания. Корневая система кукурузы обладает большой силой, благодаря чему растение способно противостоять различным стрессовым факторам, включая сухость почвы и физические повреждения.

По мнению Т.Н. Алтухова (2005) изучение внутренней структуры разных частей кукурузы является составной частью анализа. При культивировании кукурузы акцент ставится на стебле и его товарной части, поскольку именно они обеспечивают успешное развитие сельскохозяйственных культур. Каждый слой стебля кукурузы обладает своей индивидуальной ролью. Защитную функцию стеблевого покрова выполняет эпидермис, который защищает его от механических повреждений, инфекций и помогает противостоять изменениям климата. Кора, предоставляющая стеблю устойчивость, необходимую для поддержания его прямого состояния и сопротивления разнообразным нагрузкам, является следующим слоем. Между корой и флоэмом находится камбий, который обеспечивает увеличение диаметра стебля. Рост стебля обусловлен непрерывным делением и трансформацией клеточных структур меристематической ткани. В процессе фотосинтеза листья растения производят органические соединения, кото-

рые затем передаются по флоэме, способствуя росту и поддержанию жизнедеятельности организма. Вода и питательные вещества от корней до листвы и других органов растения передаются через самый внешний слой стебля – ксилему (Минеев В.Г., 2004). Жизнеспособность сельскохозяйственных культур обеспечивается благодаря сохранению их оптимальной функциональности. Каждый элемент и уровень в кукурузной структуре выполняет свою особую роль. Сохранность корня обеспечивается за счет корневого стержня, который защищает его от возможных повреждений и разрушений. Стержень опоры становится вертикальным за счет корневой шейки, которая гарантирует прочную основу в земле. Развитие и рост кукурузы обусловлены системой корней, включающей основные корни и их ответвления, которые способствуют доставке воды и питательных веществ растению. Для того чтобы растения развивались оптимальным образом, их корневая система снабжена мелкими ворсинками, способствующими эффективно усваиванию питательных элементов. Различные физиологические характеристики растительных организмов влияют на урожайность, рост и развитие кукурузы. Основным источником органических соединений для растений является фотосинтез ($6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + 674 \text{ ккал солнечной энергии} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \uparrow$). Внутри хлоропластов листвы осуществляется превращение световой энергии в химическую энергию, которая служит основой для образования некоторых соединений из диоксида углерода и жидкости. Для успешного развития кукурузы и нормального течения фотосинтеза с его химическими реакциями необходимо поддерживать оптимальный водный баланс (Дружкин А.Ф., 1997). Активность корней влияет на способность почвы поглощать воду, делая этот процесс возможным. В ходе фотосинтетических и метаболических процессов в листве осуществляется поглощение жидкости, транспортируемой по ксилеме. Сохранению местной растительности способствует благоприятное действие минерального режима кукурузы. Для нормального роста и развития растений необходимо наличие определённых минералов, таких как азот, фосфор, калий и других, участвующих в синтезе веществ. При образовании некоторых соединений в

листьях задействованы минералы, предварительно доставляемые по ксилеме после их впитывания корнями растения. Научные работы И.А. Стебута (1957), связанные с изучением особенностей наследственности кукурузы, охватывают анализ структуры ее геномной последовательности и механизмов передачи характеристик данного растения. В кукурузе присутствует особая организация генетического материала, включающая гены, контролирующие различные характеристики растения, включая его развитие, время цветения, плодовитость и сопротивляемость заболеваниям. Изучая гены, отвечающие за рост и работу кукурузы, мы можем понять, как разнообразие условий сказывается на их развитии и устойчивости. Основываясь на законах отца генетики Г.И. Менделя (1822-1883), о передаче наследственных признаков современная генетическая наука изучает наследование характеристик кукурузы. Многообразие видов возникает благодаря передаче генетических данных от родителей к потомству при помощи ДНК и РНК.

Анализ передачи генетической информации между поколениями кукурузы помогает определить, как генетическое многообразие сказывается на росте и урожайности данной агрокультуры. основополагающим фактором в изучении генетической характеристики кукурузы является определение устойчивости данной культуры к различным заболеваниям. Различные заболевания могут существенно повлиять на продуктивность и качественные характеристики кукурузы, а также других агрокультур. Селекционеры разрабатывают новые гибриды кукурузы с повышенной устойчивостью к болезням, исследуя генетические факторы, влияющие на защиту растений. Улучшение товарной продукции и увеличение ее объема достигается благодаря данному процессу. Анализ влияния генетических характеристик кукурузы на рост и продуктивность в разных условиях является ключевой частью исследования. Изучая, как разнообразие климата, свойства почвы и методики обработки земли сказываются на росте кукурузы, мы можем выявить, какие именно аспекты формируют характеристики растения. Разра-

ботка новых способов культивирования кукурузы, адаптированных под особенности определенной местности, станет возможной благодаря этому знанию.

1.3. Особенности минерального питания кукурузы

Азотное питание. Общая биомасса кукурузы (30-50 т/га) в 6-8 раз превышает биомассу озимых и яровых зерновых культур. Для образования каждой тонны биомассы она выносит из почвы 30 кг азота, 10 кг фосфора и 40 кг калия (Гилязов М.Ю., Лукманов А.А., 2014).

Среди трёх основных элементов питания, особую роль играет азот, так как азот – это белок, белок – основа жизни на планете «Земля». Поэтому переоценить роль азота в жизни растений, включая и кукурузу, очень трудно. А.А. Лукманов (2021) отметил следующие преимущества азотных удобрений:

Во-первых, азотные удобрения усиливают накопление биомассы изучаемой культуры.

Во-вторых, улучшают качество кукурузного силоса и кукурузного фуражного зерна.

В-третьих, азотные удобрения повышают стрессоустойчивость растений, особенно против засушливых условий и устойчивость к болезням.

При культивировании кукурузы азотные удобрения способны оказывать влияние на состояние почвы, улучшая её плодородие, стимулируя рост урожая и сохраняя биологическую активность почвенных микроорганизмов (Котлярова О.Г., Уваров Е.Г., 2006).

Однако эффективности азотных удобрений способствуют определённые факторы внешней среды:

- система обработки почвы. В полевых опытах Ю.А. Кузыченко (2017), проведённых в Центральном Предкавказье эффективность азотных удобрений была на 15% выше при внесении под предпосевную культивацию по сравнению с осенним их внесением под плоскорезную обработку почвы. Более того, окупаемость азотных удобрений в полевых исследованиях С.Д. Лицукова (2016), была

максимально высокой при подкормке кукурузы в первой междурядной обработке.

В.П. Буренок (2011), Ф.Н. Сафиоллин (2008) считают, что эффективность применения различных видов азотных удобрений зависит от влагообеспеченности растений. Например, азот в природе встречается в 5-ти формах:

- молекулярный азот (N_2). Он относится к неисчерпаемым природным ресурсам, так как его содержание в воздухе составляет 78% по объёму и 75% по массе. Молекулярным азотом заполнено межзвёздное пространство, его также обнаружили на Уране и Нептуне;

- нитритный азот (NO_2) – неорганические соли азотной кислоты (HNO_2). Он образуется в аэробной среде и быстро окисляется до нитратного азота, доступного азота растениям;

- нитратный азот (NO_3) является основным источником питания растений, и он присутствует во всех азотных удобрениях (NH_4NO_3 – аммиачная селитра, $Ca(NO_3)_2$ – нитрат кальция, $NaNO_3$ – нитрат натрия и др.);

- амидная форма азота (NH_2CO) – карбамид;

- азот в органических соединениях.

Итак, какая форма азота более эффективна для растений? Спор между крупными учеными продолжается со времён немецкого учёного, основателя закона возврата, Ю. Либиха (1837). Он в научной статье «Разложение мочевины» утверждал, что растения больше всего нуждаются в амидной форме азота – мочевины.

К.А. Тимирязев – известный специалист по физиологии растений и крупный специалист по фотосинтезу (1843-1920) пришел к выводу, что любая форма азота усиливает процесс фотосинтеза, что особо подчеркивал в своем докладе в Лондонском королевском обществе «Космическая роль растений» (1903).

Его последователь, великий агрохимик Д.Н. Прянишников (1938) в книге «Агрохимические методы исследования почв» подчеркивал преимущество ам-

миачной формы азота. Он активно выступал в 1936-1937 гг. против В.В. Вильямса, отрицал значение травопольной системы земледелия и азотофиксирующую способность бобовых многолетних трав.

В чем причина разногласия между такими всемирно известными учёными? Ответ очень простой. Они искали единую форму азота для всех культивируемых сельскохозяйственных культур. Ведь по способу питания животный мир принято делить на 3 группы:

- травоядные (коровы, овцы, козы, кролики и др.);
- плотоядные (волк, лев, крокодил и др.);
- всеядные (человек).

В связи с этим, может, в дальнейшем надо определить оптимальную форму азота для каждой культуры отдельно или же, делив их на семейства. К примеру, сельскохозяйственные культуры из семейства бобовых (горох, кормовые бобы, вика, люцерна посевная, козлятник восточный, клевер луговой, эспарцет песчаный, лядвенец рогатый) в азотных удобрениях не нуждаются, кроме одного случая – холодная дождливая весна, когда клубеньковые бактерии не могут усваивать атмосферный азот воздуха. В таких условиях необходимо провести подкормку азотными удобрениями (в народе данный агроприем называют «Стартовой подкормкой»).

С другой стороны, Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко (2002) убеждены, что эффективность азотных удобрений зависит от влагообеспеченности растений. По их мнению, растения, корневая система которых развивается в среде достаточного увлажнения, нуждается в аммиачной форме азота, а в засушливых условиях предпочтительно внесение амидной формы азота (мочевина).

По применению азотных удобрений на посевах кукурузы опубликованы тысячи научных статей, сотни книг, защищены множество кандидатских и докторских диссертаций. Однако значение этого элемента питания в жизни растений нуждается в дополнительном изучении в тесной увязке с почвенно-климатическими условиями конкретного региона огромной нашей страны, обращая особое

внимание на совместимость и эффективность взаимодействия минерального азота с современными биологическими препаратами.

Роль фосфора. В исследовании Т.В. Павленкова (2019), И.М. Шведа, В.Б. Воробьева, Я.У. Яроцкого (2007), А.С. Хачидзе, М.Г. Мамедова (2009) показано, что для успешного роста и развития растений необходимо их обеспечить всеми элементами питания, где фосфорные удобрения выполняют центральную функцию, так как он присутствует в составе всех органических веществ. Кроме того, фосфор повышает урожайность зерновых культур, обеспечивает лучшую сопротивляемость кукурузы разнообразным видам стрессовых факторов и облегчает оптимальную ассимиляцию дополнительных питательных элементов.

В работе А.С. Лисина (2024), А.Р. Цыганова, И.Р. Вильдфлуша, О.В. Поддубной (1997), Е.И. Ильиной, В.Н. Слюсарева (2023), Е.Е. Поповой, Д.С. Укроженко (2024) приводится доказательство того, что в процессе фотосинтеза, деление клеток, росте корневой системы и стеблей, а также в созревании плодов и семян фосфор выполняет центральную функцию. Поэтому кукуруза требует определённого уровня фосфора, который может быть обеспечен за счёт применения фосфорсодержащих удобрений, особенно там, где почвы испытывают дефицит этого элемента.

Кукуруза испытывает разнообразное влияние со стороны фосфорсодержащих удобрений, которое можно классифицировать по нескольким параметрам. Как зафиксировано в исследованиях П. Шульца (2024), Л.Д. Варламовой, В.В. Серковой, К.А. Горячкиной (2015), С.А. Семиной, А.С. Палийчука (2016) кукуруза лучше усваивает азот и калий благодаря присутствию фосфора. Фотосинтез, являющийся главным источником энергии для растительного мира, осуществляется благодаря участию фосфора в этом процессе. Формирование защитных механизмов растений и участие в процессе деления клеток также обусловлены присутствием фосфора. Растущая кукуруза, обладающая необходимым количеством фосфора, успешнее противостоит негативным факторам и продолжает свой рост.

Е.В. Пальчиков, И.Н. Мацнев, Ю.С. Манаенкова, В.И. Горшенин (2021),

В.В. Дроздова (2023), А.В. Лыгач, В.Н. Лыгач (2022) предполагают, что качество зерна кукурузы значительно улучшается благодаря использованию фосфорных удобрений. Благодаря фосфору образуются большие и здоровые зерна, повышая их пищевую ценность и делая их более привлекательными для рынка. Кроме этого, использование фосфатных добавок способствует повышению вкусовых и структурных характеристик кукурузы, что делает продукт более востребованным среди покупателей (Кобыляцкий П.С., Скрипин П.В., Голубов В.А., Анциферов Д.О., 2019).

Несмотря на ряд преимуществ применения фосфатных удобрений, существуют определённые трудности, обусловленные их использованием. Основной причиной является излишнее накопление фосфора в почвах и водоёмах, приводящее к этерификации. Развитие водорослей и ухудшение состояния воды могут возникнуть вследствие этого, что оказывает пагубное влияние на окружающую среду (Румянцева А.А., Максимова К.А., Герасимова В.М., 2019).

Эффективность и экологичность применения фосфорсодержащих удобрений могут значительно повыситься благодаря разработкам агрономов и экологов. Методом, который позволяет избежать потерь фосфора и снижает вероятность загрязнения природной среды, является точечное внесение удобрений прямо в область корней кукурузы (Адрианов С.Н., Кирпичников Н.А., 2011; Виноградов Д.Н., Высоцкий Я.Д., Мирошник Е.Ю., Демчук Е.В., 2024; Овсеенко Л., Шевчук В., 2011).

Калийное питание кукурузы. Улучшая устойчивость к болезням и стрессам, калийные удобрения гарантируют растениям оптимальное развитие и процветание. Хлорид калийный и сульфат калийный являются примерами иллюстраций.

Одним из вариантов минеральных удобрений выступает подкормка, содержащая разнообразие калийных составляющих. Для увеличения продуктивности агрокультур, их защиты от болезней и вредителей, а также улучшения общего состояния используются продукты, обладающие высоким содержанием калия.

Растительные организмы становятся более устойчивыми благодаря особым добавкам, которые помогают им эффективнее справляться с разными неблагоприятными условиями (Осипов А.И., 2023; Иванова С.Е., Романенков В.А., Никитина Л.В., 2014; Богдевич И.М., Очковская Л.В., Каленик Г.И., Конашенко Ю.И., Бирюк Ю.Н., 2002). Удобрения для почвы классифицируются следующим образом:

1. Одним из самых популярных и доступных средств для обогащения почвы калием является хлорид калия (KCl). В сельскохозяйственном производстве широко применяется продукт, состоящий примерно на 60% из солей калия. Среди агрохимикатов высокую популярность имеют калийные удобрения благодаря своей широкой распространённости и заметным результатам использования.

2. Питательное вещество K_2SO_4 обладает двумя полезными компонентами – калием и серой, что делает его особенно ценным для растений, испытывающих недостаток серы. Растениям, страдающим от дефицита серы, этот вид удобрения оказывает двойной эффект благодаря своей высокой эффективности.

3. В составе KNO_3 присутствуют два ключевых элемента – азот и калий, благодаря чему он выступает мощным активатором развития растительности. Подкормочный продукт, который применяется на разных стадиях роста растений – это калийная селитра.

4. Кроме того существуют различные способы внесения калийных элементов, включая использование таблетированных, порошкообразных и жидких калийных удобрений для обогащения почвы. Добавление этого продукта в грунт до высадки растений или его использование в качестве естественного покрытия на всех этапах роста может оказаться полезным.

При выборе калийных удобрений важно учитывать свойства грунта, растительность и специфические нужды агрокультур, в том числе кукурузы.

Безопасность и устойчивость окружающей среды требуют учёта послед-

ствий использования калийных удобрений. Избыточное скопление калийных солей может привести к порче почвы и загрязнению водных источников. Необходимо точно следовать рекомендациям по выбору и применению удобрений, учитывая особенности почвы и флоры. Это способствует защите окружающей среды от негативных последствий и обеспечивает устойчивое развитие сельскохозяйственного производства. Польза калийных удобрений в повышении устойчивости кукурузы к различным неблагоприятным условиям, включая дефицит воды, жару, болезни и насекомых-вредителей. Вот некоторые основополагающие факторы, объясняющие их успех в такой обстановке:

- укрепление защитных функций флоры: добавления, включающие данный компонент, способствуют повышению иммунитета растений, благодаря чему они могут лучше противостоять различным негативным факторам;

- повышение устойчивости растительности к инфекциям: использование специализированных дополнений стимулирует усиление их защитных функций, снижая риск потери продукции;

- улучшение водоудерживающей способности растительности: внесение специализированных удобрений облегчает растениям преодоление дефицита влаги.

Комплексные удобрения. Удобрение комплексного типа включает в себя питательные элементы для растительности, среди которых присутствуют азот, фосфор и калий. В работах З.Р. Гурбанова (2020), Н.А. Чуян, Р.Ф. Еремина, Н.П. Масютенко (2009), А.А. Полухина (2016) говорится, что для нормального роста и развития растительности требуются определённые компоненты, причём пропорции этих составляющих в подкормках зависят от типа культуры, характеристик грунта и экологических факторов. Растения получают полный набор питательных элементов благодаря комплексным удобрениям, что ведёт к их успешному росту и обильному плодоношению. Комплексные удобрения обладают рядом преимуществ.

Этот продукт подходит для любых видов растительности и грунтов, предоставляя полный комплекс требуемых элементов питания. Фермеры, культивирующие разнообразные сельскохозяйственные культуры на различных землях, находят их оптимальным решением (Мазитов Н.К., Лобачевский Я.П., Дмитриев С.Ю., Сахапов Р.Л., Шарафиев Л.З., Рахимов И.Р., 2014).

Использование комплексных удобрений может оказаться более экономически выгодным по сравнению с приобретением отдельных видов удобрений для каждого элемента питания растений. Сельскохозяйственная деятельность фермеров становится более рентабельной благодаря экономии на удобрениях (Сычев В.Г., Музыкантов П.Д., Панкова Н.К., 2001).

Управление урожаем становится проще благодаря комплексным удобрениям, исключая потребность в индивидуальном расчете дозировки для каждого компонента. Уход за посевами становится менее хлопотным, а шанс допущения ошибок при подкормке существенно сокращается.

Тем не менее, применение минеральных удобрений в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур имеет обратную сторону медали. Так, в годы интенсивной химизации сельского хозяйства (1970-1980 гг.) насыщенность пашни в Арском районе Республики Татарстан достигла более 300 кг/га д.в. и урожайность даже на серых лесных почвах поднялась до 3.5 т/га зерна озимых и яровых культур. Однако, из-за угнетения почвенной фауны, особенно аммиачной водой, повышения кислотности почвы урожайность сельскохозяйственных культур вернулась на прежний уровень (1,8-2,0 т/га). В связи с этим исключительно важное значение имеет применение органических удобрений из расчёта 8-9 тонн на 1 га пашни Татарстана в сочетании с внесением минеральных удобрений.

Плодородие почв повышается именно за счёт применения органоминеральных удобрений, которые предоставляют растению необходимые питательные элементы, объединяя преимущества минеральных и органических средств. Улучшая структуру грунта и предоставляя растению необходимые питательные

элементы, органоминеральные удобрения представляют собой более дружелюбный окружающей среде выбор.

Научные работы Т.Г. Самарханова (2022), К.Д. Бузетти, М.В. Иванова (2020), С.Б. Кененбаева (2020) свидетельствует о том, что получаемые из природных источников органические удобрения, такие как торф, компост, навоз и зелёный перегной, способствуют обогащению растений необходимыми элементами питания и повышают качество производимой продукции.

Факторы, влияющие на эффективность применения минеральных удобрений. Известно, что агротехнические, почвенные, климатические и экономические факторы влияют на эффективность использования минеральных удобрений. В связи с этим каждый фактор рассмотрим в отдельности.

Факторы агрономического характера:

- влияние глубины и качества обработки почвы проявляется в уровне содержания питательных элементов в растительности;
- использование удобрений становится более эффективным благодаря чередованию сельскохозяйственных культур в севооборотах;
- время внесения удобрений определяется типом удобрения и культурой, на которую они применяются;
- эффективность снижается, если чрезмерно использовать удобрения, что также ведёт к загрязнению окружающей среды.

Связанные с почвой факторы:

- питательные элементы для растительности могут быть удерживаемы и освобождены различными видами почв по-разному;
- влияние плотности почвы проявляется в ограничении роста корневой системы растений и снижении доступности необходимых питательных элементов;
- уровень кислотности почвы оказывает влияние на эффективность применения множества видов удобрений.

Факторы климата:

- активность почвы и производство растением питательных веществ зависят от температуры;

- эффективность удобрений снижается при недостаточной или избыточной влажности;

- удобрения и их доступность для растений зависят от осадков.

Факторы экономического характера:

- выбор удобрения по типу и количеству определяется его ценой и доступностью;

- урожайность в сравнении с затратами на удобрение демонстрирует экономическую эффективность. для повышения эффективности применения минеральных удобрений необходимо принимать во внимание данные аспекты и осуществлять периодические исследования грунтовых образцов, чтобы совершенствовать агротехнические приёмы и способы внесения удобрений.

Экологические аспекты применения минеральных удобрений.

Сельское хозяйство сегодня невозможно представить без применения минеральных удобрений, способствующих значительному росту продуктивности и улучшению качества агрокультур. При разработке аграрной политики и охране природы важно принимать во внимание влияние применения химических удобрений на экосистему.

Рекомендуется учитывать выводы К.Д. Бузетти, М.В. Иванова (2020), Р.Ф. Байбекова, Г.Е. Мерзлой, О.А. Власова, А.Н. Налиухина (2013) минеральные удобрения способны вызвать эвтрофикацию и загрязнение водоёмов, проникая в них через поверхностный сток или инфильтрацию, что является причиной загрязнения грунтовых вод. Повышение уровня воды способствует снижению концентрации кислорода в водной среде, оказывая отрицательное влияние на обитателей акваторий.

Использование минеральных удобрений в избыточных количествах способствует разрушению природного баланса почвы, вызывает дисбаланс экоси-

стемы и ведёт к обеднению почвенного плодородия. Урожайность может измениться в большую или меньшую сторону в зависимости от типа используемого удобрения (Шустикова Е.П., Шаповалова Н.Н., Богатырева Е.В., 2012).

Изменение состава почвы, растительного покрова и водной среды может привести к негативным последствиям для биоразнообразия вследствие использования минеральных добавок. Потеря редких и находящихся под угрозой исчезновения видов может произойти вследствие этого.

Производство минеральных удобрений также оказывает негативное влияние на климат, способствуя росту выбросов парниковых газов и усилению климатических изменений. Атмосфера может столкнуться с проблемой выброса азота вследствие применения удобрений.

Загрязняющие элементы и тяжёлые металлы, поглощаемые минеральными удобрениями, способны оказывать негативное влияние на здоровье людей через продукты питания. Для применения минеральных удобрений необходимо обеспечить максимальную безопасность для экологии, строго следовать принципам точной агротехники и практикам органического сельского хозяйства (Леднев А.В., Ложкин А.В., Пушкарева И.В., 2015).

Для достижения максимальной эффективности и сохранения экологической безопасности при использовании минеральных удобрений для кукурузы необходимо принимать во внимание ряд ключевых аспектов. В данной сфере существуют определённые идеи и пути для совершенствования.

Перед тем как вносить удобрения, важно определить состав почвы и уровень питательных элементов в ней. Уменьшение загрязнения достигается путём предотвращения избыточной подкормки.

Очень важно при выборе удобрений учитывать географическое расположение региона. Если земля испытывает недостаток азота, тогда стоит применить удобрительное средство с повышенным уровнем этого элемента.

Для достижения максимальной эффективности необходимо внесение

удобрения в строго определённых количествах, чтобы избежать чрезмерного потребления питательных элементов кукурузой. Уменьшение расходов на удобрения станет возможным благодаря этому.

Использование инновационных способов применения удобрений, например, точечной или ленточной технологий, способствует значительному увеличению их эффективности и снижению потерь.

Использование комплексных удобрений с низким уровнем питательных элементов может оказаться более продуктивным по сравнению с применением индивидуальных удобрений (Аничин В.Л., 2004).

При выборе минеральных удобрений необходимо принимать во внимание экологическую сторону вопроса. В результате уменьшения применения удобрений и прочих загрязнителей экологический вред снижается. В процессе производства кукурузы предусмотрены стратегии повышения эффективности применения минеральных удобрений.

С помощью современных методов точного земледелия, включая дроны и информацию со спутников, можно существенно увеличить производительность использования удобрений и минимизировать их потери.

Разработка инновационных видов минеральных удобрений с улучшенными характеристиками, большей производительностью или сниженным экологическим воздействием может открыть новые горизонты развития (Михайлова Т.П., Котляров Н.С., 2006).

Сочетание различных подходов и применения минеральных удобрений способствует оптимальному питанию растений и снижению вредного влияния на экологию.

Повышение осведомлённости агрономов и фермеров относительно пролонгирующего действия минеральных удобрений также способствует значительному увеличению их производительности и снижению негативного влияния на экологию.

Примеров значительного повышения, как урожайности, так и качества

биомассы кукурузы под действием применения минеральных удобрений очень много. Например, В.Н. Герман, В.Н. Новаков, А.Ф. Дружкин (2001) пришли к выводу, что даже в засушливом Нижнем Поволжье минеральные удобрения повышают урожайность зерна кукурузы до 6,6 т/га против 3,89 т/га в контрольном варианте опыта. На каждый кг д.в. они получили 5 кг зерна этой культуры. В то же время В.В. Пронько, В.В. Корсак (2004), утверждают о высоком влиянии минеральных удобрений от влагообеспеченности кукурузы. Так, в степном Поволжье в благоприятные по осадкам годы урожайность зелёной массы этой культуры составила на удобренных фонах 3,25 т/га против 2,18 т/га в годы с высоким дефицитом влаги.

В многолетних исследованиях Н.К. Долженко (2003) также установил положительное влияние средств химизации на продуктивность объекта наших исследований.

В целях повышения окупаемости минеральных удобрений и получения зелёной массы кукурузы с высоким содержанием сырого белка В.Н. Багринцев (2008), В. Базаров (2004) рекомендуют высевать кукурузу в смеси с однолетними травами полосным способом: 360 см полоса кукурузы и 360 см однолетние травы (горох + овёс). Е.В. Агафонов (2016), И.М. Банников (2007), И.М. Габбасова (2016) разработали приёмы утилизации куриного помета на посевах кукурузы путём приготовления компоста из отходов птицеводства и азотно-фосфорно-калийных удобрений, что очень важно для нашей республики с развитым птицеводством (Челны-Бройлер, Лаишевская, и др. птицефабрики).

Обобщая все вышеизложенное, можно сделать вывод, что основным фактором повышения продуктивности всех сельскохозяйственных культур, в том числе и кукурузы, во всех регионах огромной территории Российской Федерации химизация сельского хозяйства была и останется ключевым направлением в обеспечении производственной безопасности нашей страны.

1.4. Аминокислотные биостимуляторы технологии возделывания кукурузы

Улучшение качества и увеличение урожая кукурузы можно достичь за счёт применения минеральных удобрений, биопрепаратов, аминокислотных биостимуляторов. Помимо прочего, использование аминокислотных биостимуляторов способствует сохранению почвенной структуры и повышает ее плодородие, что благоприятно сказывается на стабильности сельскохозяйственных экосистем.

В целом, разработка инновационных биологических средств борьбы с вредителями и болезнями, широкое использование стимуляторов роста позволяет аграриям укрепить стабильность их сельскохозяйственных культур, в том числе и кукурузы.

В заключение следует отметить, что возделывание кукурузы с применением аминокислотных биостимуляторов является перспективным направлением значительного роста производительности и устойчивости кормовой базы животноводства. Для того чтобы раскрыть этот потенциал, необходимо провести дополнительные научные изыскания, осуществить инновационные проекты и реализовать обучающие курсы в данной сфере (Клименко Ю.И., Сердюк Н.С., 2018; Старцев В.И., Новиков В.Г., Егоров К.А., Сусленков А.П., 2023).

В данном направлении в Республике Татарстан в последние годы проводятся крупномасштабные разработки новых аминокислотных биостимуляторов и их испытание в производственных условиях. Среди них особо выделяется ООО «Научно-производственный институт «Биопрепараты», под руководством Р.П. Ибатуллиной, единственного Лауреата Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники от Республики Татарстан. Разработки ООО «НПИ «Биопрепараты» были испытаны аспирантами, соискателями, доцентами и профессорами Казанского государственного аграрного университета С.Р. Сулеймановым (2015), Р.М. Низамовым (2018), М.М. Хисматуллиным (2019), Ф.Н. Сафиоллиным (2020), А.З. Каримовым (2017) и определена их высокая эффективность. Например, вышеотмеченные исследователи установили, что такие

биопрепараты, как Азотовит, Флавобактерин, Фосфовит, Ризоагрин, Мизорин, Фитотонус, Майский, Азоризин, Разовирт, Агрофил и др. существенно повышают урожайность подсолнечника, ярового рапса, яровых и озимых зерновых культур, заменяют 45-65 кг д.в. минеральных удобрений и снижают затраты на их возделывание от 500 до 800 руб./га.

В связи с этим, трудно найти производителя сельскохозяйственной продукции, который не применял бы стимуляторы роста растений с содержанием легкоусвояемых аминокислот, хелатных форм макро- и микроудобрений в предпосевной подготовке семян или же в период вегетации растений в виде листовой подкормки.

1.5. Режим орошения сельскохозяйственных культур

Исторические аспекты мелиорации земель в мире. Как свидетельствуют данные, приведённые в работе У.Х. Шапулатова (2023), Ю.К. Кожушко, А.А. Зелениной, И. П. Колесниковой (2022) в древнейшие эпохи технологии орошения достигли высокого уровня развития, который способствовал экономическому благополучию целых государств. Научный анализ свидетельствует о том, что использование воды для увлажнения сельскохозяйственных угодий упоминается во множестве библейских источников, что подчёркивает роль ирригационных практик в ранней цивилизации. Регион между реками Евфрат и Тигр уже в глубокой древности выделялся значительными успехами в сельскохозяйственном прогрессе, обусловленном систематизированной организацией орошения (Попова К. Ю., 2020; Бондаренко В. Л., Иванова Н. А., Кувалкин А. В., Лобанов Г. Л. 2015; Папцов А., Соколова Ж., Пацурия И., 2007).

Археологические и исторические данные свидетельствуют о существовании ирригационных сооружений в государствах древних культур, таких как Китай, Индия и Египет, а также в регионах, ранее населявшихся представителями цивилизации ацтеков в так называемом Новом свете. В отличие от подхода, ос-

нованного исключительно на периодических разливах Нила, египетские технологии предусматривали распределение водных ресурсов посредством разветвлённой канализационной системы, обеспечивающей равномерное орошение плодородных земель до пределов пустынной территории. Дальнейшее развитие технологии включало использование водозахватных колес для подъёма воды на требуемую высоту (Ольгаренко Г.В., Ольгаренко Д.Г., Капустина Т.А., 2015; Ольгаренко Г.В., Ольгаренко Д.Г., Капустина Т.А., 2015; Берест А.В., Чанцев В.Е., 2015).

В исследованиях Л.В. Кирейчевой (2015), Т.В. Наумовой, А.М. Кущера, И.Ф. Пикаловой (2019) показано, что развития ирригационных технологий в Европе свидетельствует о значительной роли этрусков, которые оставили после себя масштабные архитектурные остатки каналов в пределах бассейнов рек Адиджем и По (Хецуриани Е.Д., Васильев С.М., 2022). Археологические данные подтверждают существование крупных сооружений, предназначенных для организации систематического орошения сельскохозяйственных угодий. Эти технологические достижения впоследствии легли в основу ирригационных систем Рима, где вода воспринималась как стратегически важнейший ресурс. Римская гидротехника характеризуется разработкой сложных систем, включающих возвышенные бассейны, водопроводные каналы, искусственные пруды и озёра, а также создание эстетически оформленных источников и иных комплексных инженерных устройств, обеспечивающих эффективное распределение водных ресурсов (Ламердонов З.Г., Хаширова Т.Ю., Жабоев С.А., Настуева Л.Ж., Шогенов А.А., Ламердонов К.З., 2021).

История создания мелиорации в Татарстане. История создания мелиорации в Татарстане как самостоятельной отрасли началась ровно в 1922 г., после сильнейшей засухи 1921 года, которая привела к массовому голоду и гибели населения в Среднем Поволжье (более 400 тыс. человек). Этот трагический период показал всю остроту проблемы воздействия неблагоприятных климатических условий на сельское хозяйство и вынудил руководство, как СССР, так и

Республики Татарстан уделить мелиорации земель особое внимание (Хисматуллин М.М., Валиев А.Р., Хисматуллин М.М., Асадуллин Н.М., Михайлова Л.В, 2023).

Согласно имеющимся данным, основополагающие меры по гидротехнической мелиорации были разработаны и проведены под руководством начальника, вновь созданного в 1922 г. Управления землеустройства и мелиорации А.В. Коржеца и начальника отдела мелиорации Г.Я. Колосовского. Первые орошаемые участки пахотных земель и луговых угодий появились в деревнях Караталга, Атабаево, Еникеево. При комитете содействия сельскому хозяйству был создан специальный фонд мелиоративного кредита, из которого Наркомзем выделял ссуды, покрывающие 75% общих затрат, которые товарищества должны были вернуть в течение 3-х лет.

К 1937 г. на территории ТАССР орошаемые участки были построены на площади 9610 га. К сожалению, дальнейшее развитие мелиоративной отрасли прервала Великая Отечественная война, и эти работы были возобновлены только в 1949 году.

В середине 60-х годов прошлого столетия была признана приоритетным направлением сельского хозяйства, особенно в укреплении кормовой базы животноводства. В 1968 г. Президиум Верховного Совета республики издал постановление о создании в ТАССР республиканского Министерства мелиорации, которое возглавил первый министр Х.К. Каратаев. Под его руководством было начато строительство орошаемых культурных пастбищ и сенокосов по примеру Прибалтийских республик бывшего СССР.

В 1970 г. Министерство мелиорации и водного хозяйства ТАССР возглавил М.Ш. Шаймиев (фото 2).

Под его руководством было построено 250 тыс. га орошаемых земель, заводы по производству дождевальных машин «Фрегат», «Волжанка», «ДДН 100» и др., 490 гидротехнических сооружений и плотин (фото 3).



Фото 2. Шаймиев Минтимер Шарипович – в 1970-1983 годы министр мелиорации и водного хозяйства ТАССР

Он стал инициатором перехода строительства от мелких «лоскутных» орошаемых участков к крупным межхозяйственным оросительным системам и формированию на их базе крупных овощеводческих и картофелеводческих сельскохозяйственных формирований. Решение таких глобальных проблем, как утверждает многоуважаемый М.Ш. Шаймиев позволило укрепить здоровье населения «не стало кривоногих татар».

Так называемая перестройка агропромышленного комплекса бывшего СССР, начатая М.С. Горбачевым, отбросила мелиоративный комплекс страны на 100 лет назад. И только после острейшей засухи 2010 г. начался новый этап восстановления и строительства новых оросительных систем. За эти годы в Республике Татарстан были восстановлены и построены 450 прудов, оросительные системы на площади 42 тыс. га, заново построен «Казанский завод оросительной техники» (КЗОТ), аналогов которого нет в Российской Федерации (фото 4).



Дождевальная машина ДДН-80



Круговая дождевальная машина «Фрегат»



Фронтальная дождевальная машина «Волжанка» (ДКШ-64)

Фото 3. Дождевальные машины, применяемые в Республике Татарстан в 1970-1990 гг.)



Фото 4. Додевальная машина «Казанка»

Республика Татарстан по строительству и рациональному использованию орошаемых земель занимает лидирующее положение среди 89 субъектов Российской Федерации. Так, в 2024 г. начато строительство крупнейшей в Российской Федерации Чистопольской оросительной системы на площади 2900 тыс. га со сметной стоимостью (1млрд. 27 млн.руб.).

В первые более чем 100 летнюю историю мелиорации земель в Татарстане на основе 30-ти летних научно-исследовательских изысканий по изучению технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошении, регулирования водообеспеченности растений разработано и издано учебное пособие «Система мелиоративного земледелия в Республике Татарстан», которое стало настольной книгой мелиораторов Приволжского Федерального округа (авторы директор ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Приволжскому Федеральному округу» (Приволжскмелиоводхоз), доктор сельскохозяйственных наук Хисматуллин М.М. и профессор Казанского ГАУ Сафиоллин Ф.Н.).

Достижения мелиораторов достойно оценены АН РТ, в 2024 г. коллективу мелиораторов присуждена Государственная премия Республики Татарстан в

области науки и техники.

Что касается сравнительной оценки урожайности кукурузы в богарном и орошаемом земледелии больше всего исследований проведены в Краснодарском крае, Нижнем Поволжье, Украине и лесостепной зоне Среднего Поволжья. Результаты лиманного орошения кукурузы более полно изложены в обширных научных трудах А.Ф. Дружинина (1981, 1982, 1996, 1998, 2000, 2003). Лиманным орошением кукурузы в Саратовской области также занимались профессора В.В. Пронько (2004), И.Г. Воронин, Б.И. Туктаров (2003), М.Н. Худенко (1993).

В Башкирской Республике полевые опыты по изучению орошения кукурузы занимались Р.Я. Рамазанов, Ф.Х. Хазиев, Х.Ф. Фаизов (1995), Р.Р. Сайфуллин (2004). В Белгородской области этой проблеме посвящены исследования С.В. Лукина (2009).

В Нижнем Поволжье приемы совершенствования технологии возделывания кукурузы на зерно при орошении разработаны В.В. Мелиховым (2008).

В Среднем Поволжье в технологию возделывания орошаемой кукурузы большой вклад внес д.с.-х.н. М.М. Маликов (1933-2022), который с 1976 г. до выхода на пенсию возглавлял отдел кормопроизводства ТатНИИСХ. Под его руководством разрабатывались приемы повышения эффективности использования орошаемой пашни Татарстана. Рекомендуемые орошаемые травяно-пропашные севообороты с участием кукурузы М.М. Маликова обеспечивали конвейерное производство кормов и валовой сбор кормовых единиц 6,5 т/га. Итогом его научной деятельности стало издание учебника «Система кормопроизводства» и Государственная премия в области науки и техники (2004).

Независимо от зоны проведения научно-исследовательских работ орошение кукурузы, особенно в сочетании с внесением минеральных удобрений, обеспечивало получение зерна и зеленой массы в 2-3 раза выше по сравнению с богарным земледелием. В связи с этим продолжение научных изысканий по

взаимодействию расчетных норм минеральных удобрений, современных биопрепаратов и орошения, обеспечивающие получение не общей зеленой массы, а с початками в молочно-восковой спелости остается актуальной проблемой агропромышленного комплекса как Российской Федерации в целом, так и Республики Татарстан, в частности.

Глава II. ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МЕСТО, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Рельеф и почвенный покров Республики Татарстан

Рельеф. Вся территория Российской Федерации по почвенно-климатическим ресурсам делится на 6 зон:

1. Тундра и лесотундра. В этой зоне ограничивающим фактором для ведения сельского хозяйства являются термические ресурсы. В связи с этим заниматься растениеводством, кроме мерзлотного земледелия, невозможно, но тундра и лесотундра пригодна для ведения ограниченного животноводства (в основном оленеводство), поскольку для содержания КРС невозможно заготовить корма на зимний период.

2. Лесная зона. Она частично пригодна для ведения растениеводства и полностью пригодна для животноводства всех групп животных (КРС, свиноводство, овцеводство, птицеводство, кролиководство и пчеловодство).

3. Лесостепная зона. Самая благоприятная зона для ведения растениеводства и всех видов животноводства. Именно в этой зоне расположена Республика Татарстан в северной ее части.

4. Степная зона отличается высокими термическими ресурсами, но дефицитом влаги. По этой причине степная зона частично пригодна для растениеводства и животноводства. Она считается зоной рискованного земледелия.

5. Пустыня. В отличие от тундры и лесотундры термических ресурсов в избытке, но крайне засушливая зона, что полностью исключает ведение растениеводства, но пригодна для ведения ограниченного животноводства (разведение верблюдов).

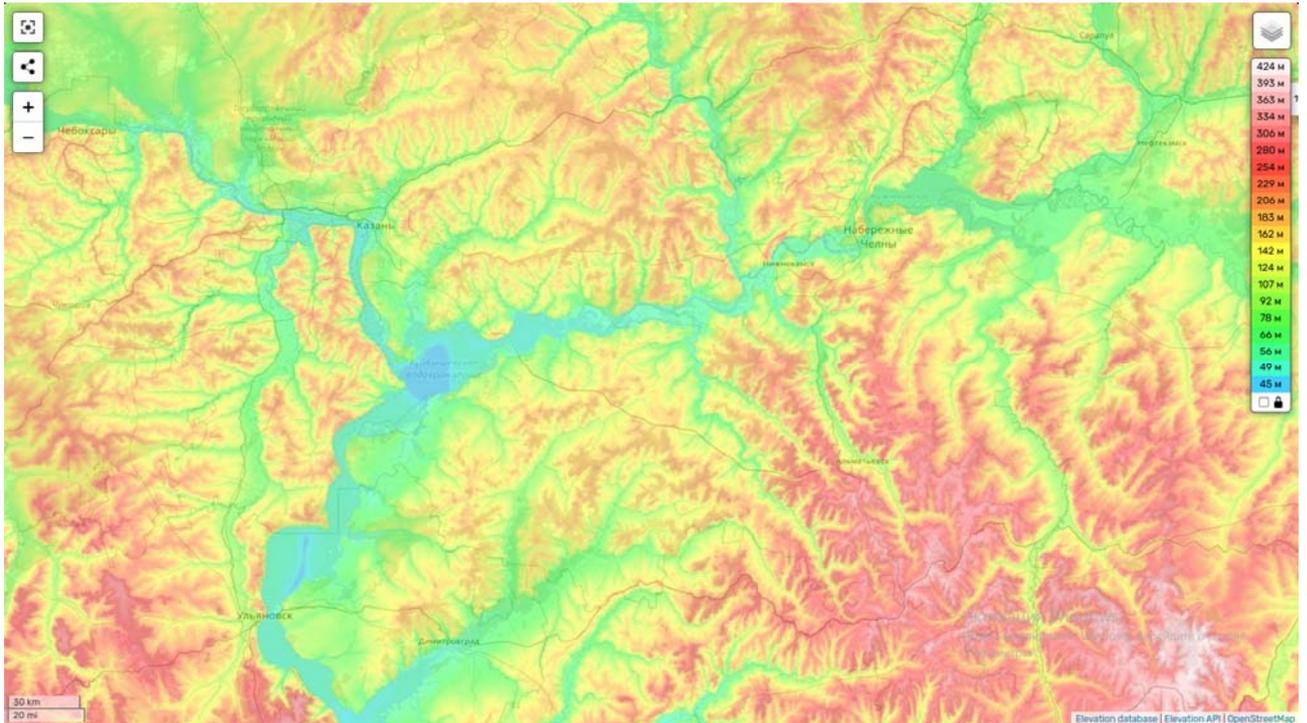
6. Тропики и субтропики отличаются продолжительным периодом жаркого лета и коротким теплым периодом зимы. Снег выпадает редко и быстро тает. Такой климат формируется благодаря морю и Кавказским горам. Единственное отличие тропиков от субтропического климата заключается в том,

что тропический климат характеризуется высокими температурами и осадками. В этих зонах широко развито производство фруктовой продукции.

Таким образом, лесостепная зона, в которой расположена Республика Татарстан, является уникальной зоной, пригодной для ведения как растениеводства, так и животноводства. Более того крупнейшие реки Российской Федерации Волга и Кама, сливаясь вместе, делают Татарстан ключевым регионом по своей природной красоте и экономическому потенциалу. Располагаясь между $53^{\circ}58'$ и $56^{\circ}39'$ северной широты и $47^{\circ}15'$ и $54^{\circ}18'$ восточной долготы, Республика Татарстан обладает центральным положением в европейской части страны по широте и находится на значительном расстоянии на востоке, приближаясь к Уральским горам по долготе. Однако особенности почвы, растительного покрова и погодных условий определяются суровостью и континентальным характером климата. В Татарстане развитие агропромышленности, включая селекцию, зависит от эффективности мер по борьбе с неблагоприятными климатическими факторами и оптимального использования всех доступных природных ресурсов, таких как солнечная энергия, температурные режимы, увлажненность и плодородие почвы. Внутри мощного Приволжского экономического региона располагается Татарстан, который находится между экономически развитыми областями Центра страны и Урала, его географическое и экономическое положение также требует внимания. Республика Татарстан, хотя и имеет относительно скромные размеры, располагается на огромной территории, охватывающей почти 200 км между северными и южными границами и около 400 км между западными и восточными, что делает ее одним из крупнейших регионов России по площади. В числе регионов России, выделяющихся по численности населения, значится Республика Татарстан, население которой превышает четыре миллиона жителей (Капинос Р.В., Бреславец Ю.П., Добрунова А.И., Бреславец А.П., Бреславец П.И., 2022; Слесарева И., Силаева Л., 2012).

Республика Татарстан расположена на восточной части Восточно-Евро-

пейской равнины, которая носит название Русская равнина (карта 1). Относительно уровня моря равнина располагается на средней высоте около 170-180 метров. На территории республики преобладают равнины, однако различные районы республики заметно отличаются друг от друга по высоте над уровнем моря, видам рельефных формаций и геологической структуре (Горбунов А.С., Быковская О.П., 2012).



Карта 1. Карта рельефа территории Республики Татарстан

В границах Республики Татарстан находится возвышенность Бугульминско-Белебеевская, которая обладает высотами от 240 до 382 метров относительно уровня моря. На землях охраняемого природного объекта Чатыр-Тау, внутри границ Азнакаевского района, находится пиковая точка, возвышающаяся на 382 метра выше уровня моря (фото 5).

В центральных и южных регионах республики характерна равнинная топография, где редко встречаются возвышенности выше 50-100 метров относительно уровня океана. Особенности рельефа Низменного Заволжья проявляются в его крайне низких высотах и равнинной структуре, особенно заметных на участках, лежащих вдоль левого берега реки Волга, начиная от точки слияния с

Камой.

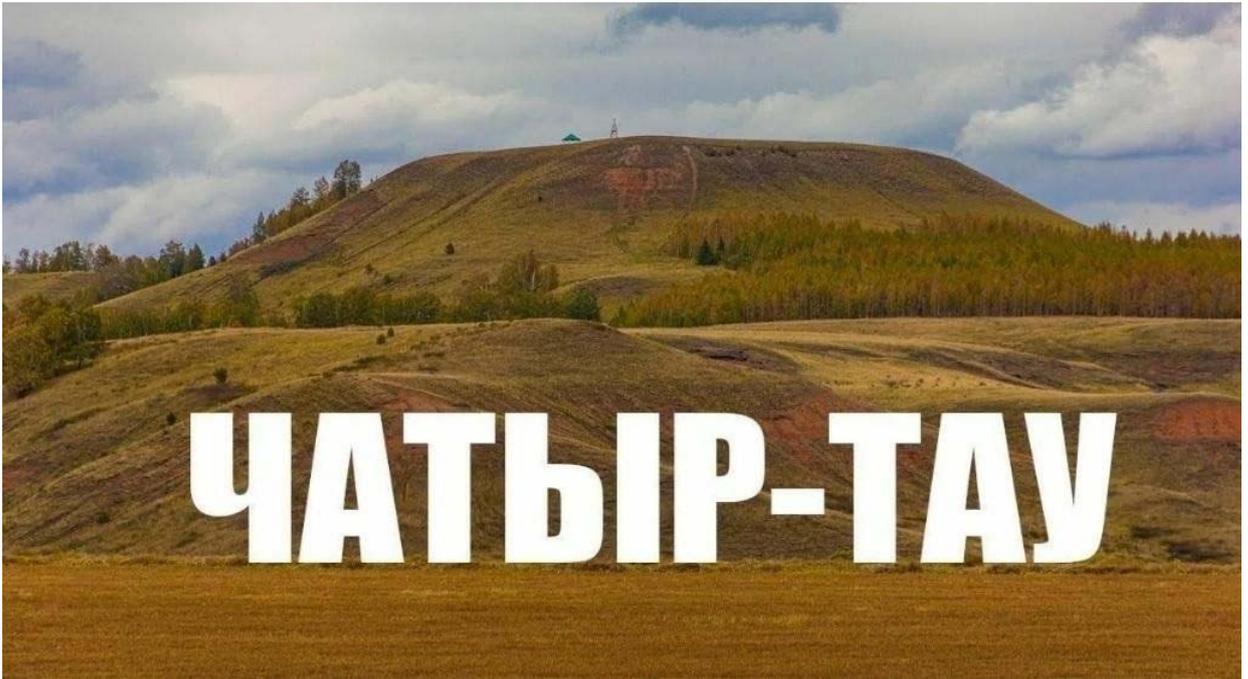


Фото 5. Гора Чатыр Тау, самая высокая точка в Татарстане над уровнем Балтийского моря, 382 м

Возвышенные участки с ярусным строением являются характерными чертами рельефа Татарстана. Разделение республики на пять ключевых регионов осуществляется по особенностям рельефа местности.

На юго-западной стороне области, которая известна как Предволжье, обнаружены два уровня выравнивания поверхности: средний и нижний, расположенные по периферии Приволжского возвышенного участка. Возвышенность делится на долины благодаря системе реки Свияги. Волга окружена возвышенным участком с мощными и многочисленными корнями по своему периметру.

Республика обладает особенной северной частью, которая носит название Предкамье и имеет схожесть с Предволжьем по своей структуре уровня и степени раздробленности ландшафтных формаций. На Предкамье поверхность характеризуется чередованием между речными долинами и увалами. Сарапульская, Можгинская возвышенности и Вятские увалы представляют собой второй уровень ландшафта, охватывая часть территории Предкамья (Малышева Г.С., Малаховский П.Д., 2012).

В юго-восточной части республики расположена Бугульминско-Белебеевская возвышенность, которая занимает значительную территорию Восточного Закамья. В одних регионах ландшафт характеризуется резкими перепадами высоты, тогда как в других его особенность – относительная равнина.

В южной части республики находится Западное Закамье, которое является частью низменной территории Низменного Заволжья. Низменная равнина формируется за счёт чередования речных долин с развитыми террасами и низких водоразделов, характеризующихся слабой расчленённостью и плоской поверхностью выравнивания.

Долина рек Волги, Камы, Вятки и Белой имеет особенность в виде асимметрии, когда левые берега представляют собой низменности и пологие склоны, в то время как правые склоны характеризуются значительной высотой и крутизной. Широкие долины перемежаются с узкими участками, вызванными тектоническими формированиями. На левых склонах наблюдается выраженное наличие надпойменных террас. Сегодня большие реки используют свои воды для наполнения пойменных водохранилищ (фото 6).



Фото 6. Долины истока реки Кама

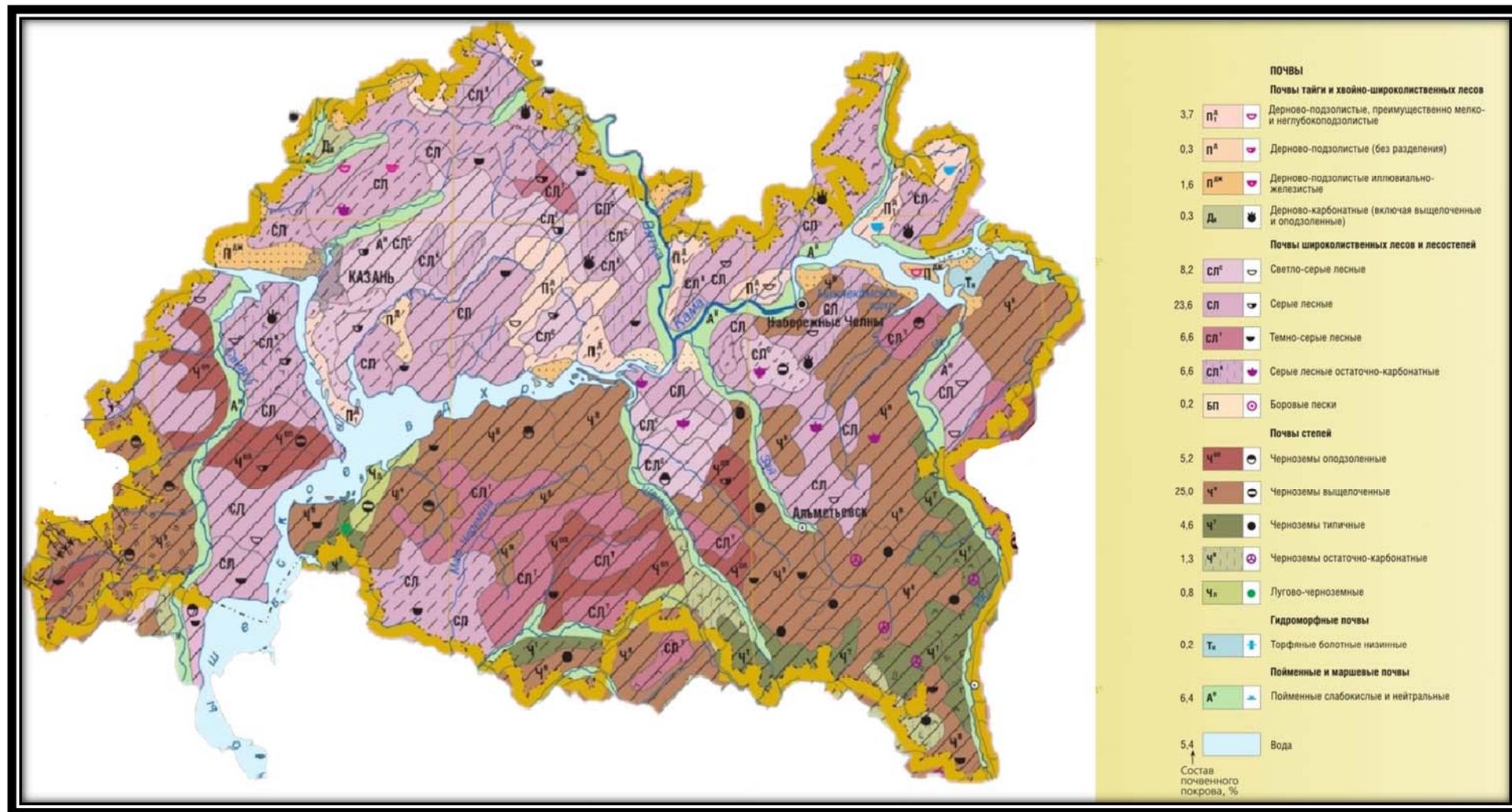
Характеристика почвенного покрова. Покров почвы имеет свои особенности. В печатных изданиях, таких как монографии, статьи и брошюры, представлен широкий спектр информации о почвенном покрове. В рамках этой работы проведена краткая оценка основных типов почв республики относительно их соответствия условиям для выращивания кукурузы.

Республика обладает разнообразным почвенным составом благодаря особенностям своего географического расположения, рельефу, почвообразующим породам и другим природным факторам (Савин И. Ю., 2016).

В Предкамье доминируют серые лесные и дерновоподзолистые грунты, тогда как в Предволжье формируются серые лесные и черноземные почвы, и в основном черноземы характерны для Закамья. Из общего объема земель сельскохозяйственного назначения 39,7% занимают черноземы, 37,0% – серые лесные почвы, а 6,7% – дерново-подзолистые почвы. Большая часть почвенного покрова (карта 2) характеризуется преимущественно тяжёлым гранулометрическим составом, достигающим 92%.

Земельные участки большого размера страдают от различных видов эрозии, включая водную, техногенную, орошаемую и ветровую. На почвах с легким гранулометрическим составом, карбонатных и типичных чернозёмах обычно происходят процессы дефляции. Помимо прочего, почвы страдают от каменистости (4,20%), заболоченности (1,05%) и засоленности (0,67%), что негативно сказывается на качестве аграрных земель.

В Республике Татарстан можно обнаружить разнообразие чернозёмов, включая оподзолённые, выщелоченные, типичные и обычные подтипы. На пашнях среди всех чернозёмов доминируют разновидности, сильно потерявшие свои питательные вещества, тогда как оподзолённые и классические чернозёмы представлены гораздо меньшими количествами. Различают гумусовые почвы по уровню содержания гумуса: тучные, средние и малогумусные, а также по толщине гумусового слоя: мощные, средние и маломощные. Чернозёмы среднегумусного типа доминируют на землях сельскохозяйственного назначения.



Карта 2. Почвенная карта Республики Татарстан

Республика обладает самыми богатыми почвами – чернозёмами, где выделяются типичные и эродированные виды. В почвах этих типов наблюдается существенное скопление гумуса, азота, поглощённых оснований в их профилях, они обладают мощными гумусовыми горизонтами и имеют чётко очерченную комковато-зернистую структуру.

На типичных мощных тяжелосуглинистых чернозёмах наблюдается максимум гумусовых веществ на уровне 10,4%, однако их содержание существенно падает при переходе от тяжелосуглинистых к легкосуглинистым почвенным видам.

В разных типах гумусовых горизонтов мощность колеблется между 94 и 32 сантиметрами, что соотносится с объёмами гумуса от 125 до 424 тонн на гектар в слое глубиной полметра.

Чернозёмы характеризуются высокой поглощающей способностью, что обеспечивает им нейтральный состав почвенной жидкости, устойчивую структуру и сбалансированный режим водо-воздушного обмена.

В юго-восточных районах Республики Татарстан преобладают карбонатные чернозёмы, но занимаемая площадь пашней равна всего лишь 3,3%. В областях с разнообразным рельефом, где образуются карбонатные чернозёмы, на земной поверхности обнаруживают известняковые и мергелевые элювиальные породы. Чернозёмы обладают высокой концентрацией карбоната кальция на всех уровнях почвы, начиная с поверхностного слоя. Классификация карбонатных пород и гумусовых слоёв по составу и толщине позволяет выделить три основные категории: маломощные, среднемощные и слаборазвитые. Почва чернозёма с ограниченными возможностями развития характеризуется низким профилем и значительной каменистостью. Указанные участки характеризуются наличием слоя гумуса, глубина которого колеблется от 21 до 24 сантиметров, причём концентрация гумуса в нем меняется в диапазоне от 10,3 до 7,6 процента. На одном гектаре содержится 179-259 тонн гумусных запасов. Разница между маломощ-

ными и среднемошными видами проявляется в уменьшенном количестве поверхностного щебня и камней, а также наличии мощной гумусовой прослойки (34-57 см) и значительного гумусового резерва, достигающего 216-342 тонн на единицу площади (Чевердин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В., 2024).

Среди земель сельскохозяйственного назначения в республике серые лесные почвы занимают второе место по значимости. Почвообразование на серых лесных почвах происходит через развитие подзолистых и дерновых процессов, что приводит к их делению на три категории: светло-серую, серую и темно-серую. Кроме того, они делятся на два типа – обычные и пестроцветные – в зависимости от породы, лежащей в основе почвы. Из пермских глин возникают коричнево-серые почвы элювий, в то время как на четвертичных глинах и суглинках, происходящих от делювиальных и лёссовидных пород, появляются типичные серые лесные почвы. Наиболее плодородными среди серых лесных почв являются темно-серые и коричнево-темно-серые их типы. На каждый сотню граммов почвы приходится 25,5-32 миллиграмма поглощённых оснований, а гумусовый слой, достигая толщины 30-34 сантиметров, обладает концентрацией гумуса в диапазоне 5,0-5,1 процента. Значения кислотности почвы находятся в диапазоне от 5,9 до 6,0, стремясь к нейтральной точке (Зинченко С.И., Петрова З.М., Зинченко В.С., 2010).

Плодородие почв светло-серого типа обычно бывает довольно низким. Высота гумусового слоя варьируется от 16 до 28 сантиметров, причём некоторые разновидности обладают более тонким слоем, около 16-19 сантиметров. В почве присутствует незначительное количество гумуса, равняющееся примерно 2,3-3,1 проценту, и выявлено некоторое количество поглощённых оснований, достигающее 13,6-19,2 мг/экв на 100 г почвы.

Поверхностная корочка образуется на почвах, потерявших свою структуру, что ведёт к их заболачиванию. На них сильно сказывается эрозия.

Средний уровень плодородности характеризует серые лесные почвы, при этом их свойства считаются хорошими.

В Татарстане на долю дерново-подзолистых почв приходится примерно 6,7% от общего числа изученных земель сельскохозяйственного назначения, что соответствует площади в 293,5 тысячи гектаров. На обширных отрогах между речий Волги, расположенных на плато Вятско-Волжского водораздела и в Предкамье, их распространение весьма широко.

Во многих случаях белый оттенок почвы объясняется тем, что в её составе присутствует подзолистый слой. Мощность гумусового слоя колеблется от 19 до 21 сантиметра у типичных образцов, в то время как у эродированных она находится в диапазоне от 12 до 16 сантиметров. В тяжелосуглинистых и супесчаных разновидностях дерново-подзолистых почв уровень гумуса варьируется от 2,2 до 2,5 процентов и составляет всего лишь 1,3 процента соответственно. На тяжелосуглинистых землях количество поглощённых оснований варьируется между 12,3 и 13,1, в то время как на супесчаных эта величина достигает 6,5 мгэкв/100 г грунта.

Особенности, присущие дерново-карбонатным почвам. В тех местах, где склоны холмов изгибаются и на их вершинах преобладают коричневатые-серые почвы, эти участки имеют ограниченную территорию. Формирование этих пород произошло на основе известняковых и мергелиевых элювиальных образований. Основной особенностью Предкамья и Высокого Предволжья является наличие определенных типов почв. Заметно меньшая степень распространенности этой проблемы характерна для данного региона. На изображении 2 заметно, что в верхних слоях гумусовых структур содержится большое количество гравия (Наумов В.Д., 2018).

2.2. Погодно-климатические условия

В Республике Татарстан все вышеизложенные почвы подходят для выращивания всех культур, за исключением сильно обеднённых светло-серых и дерново-подзолистых почв.

Обеспеченность влагой. Республика Татарстан характеризуется сухостью

воздуха и переменчивостью погодных условий. Увлажнения, разделенные на два типа, имеют свойство неустойчивости и могут быть классифицированы по месяцам и годам в течение периода вегетации. По формуле А.Н. Костякова, используемой для расчета коэффициента водного баланса, можно подтвердить данную информацию.

$$K = \frac{K_0}{E_0} \times P, \text{ где}$$

K – коэффициент водного баланса;

K_0 – коэффициент использования осадков;

P – годовая сумма осадков, мм;

E_0 – испаряемость.

По коэффициенту водного баланса европейскую часть территории России можно разделить на три крупные зоны:

I зона – зона избыточного увлажнения ($K > 1$);

II зона – зона неустойчивого увлажнения ($K \approx 1$);

III зона – зона недостаточного увлажнения ($K < 1$).

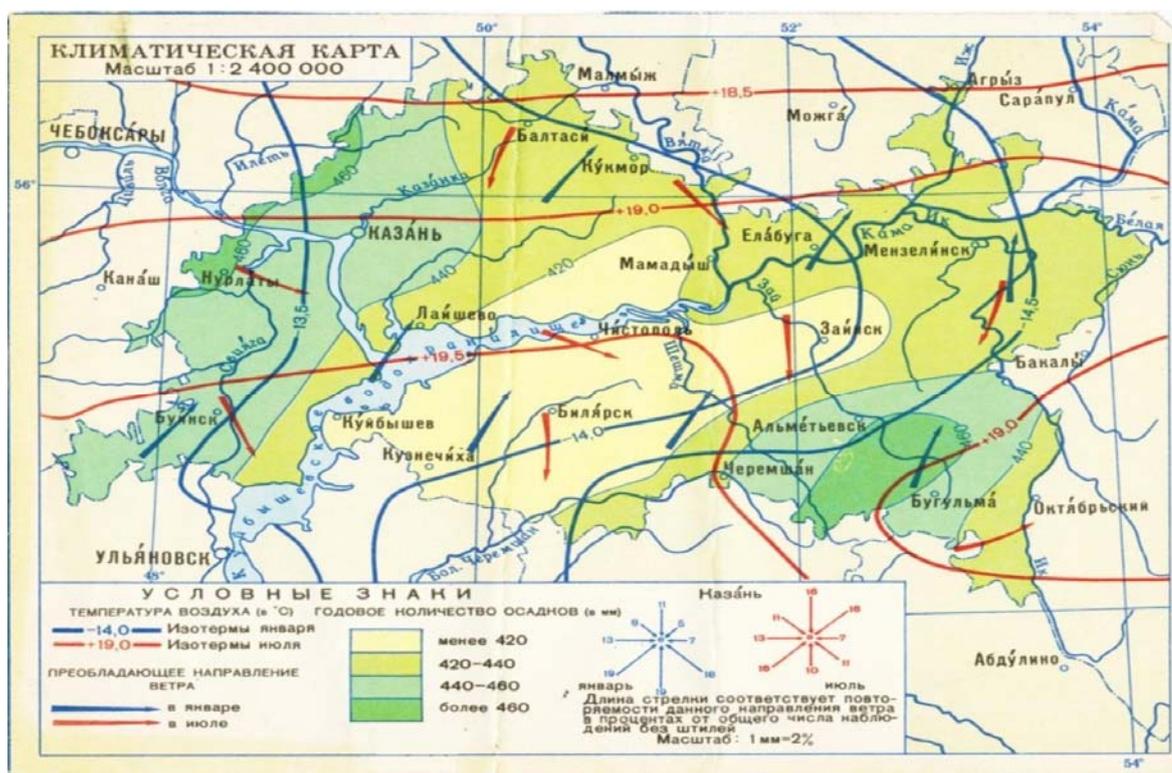
Определение принадлежности определённой области Татарстана к зоне по влагообеспеченности с использованием формулы А.Н. Костякова оказывается сложным из-за множества влияющих факторов на испаряемость и эффективность осадков. В условиях равного количества осадков (карта 3), продуктивность растительности определяется температурным режимом окружающего воздуха: увеличение температуры приводит к росту непроизводительных затрат воды на испарение.

Поэтому в качестве показателя влагообеспеченности в настоящее время наиболее широко применяется гидротермический коэффициент Селянинова:

$$ГТК = \frac{\sum P}{\sum t} \times 10, \text{ где}$$

$\sum P$ – сумма осадков за вегетационный период, мм;

$\sum t$ – сумма активных температур воздуха за летние месяцы (за период с температурой выше $+10^\circ\text{C}$).



Карта 3. Климатическая карта Республики Татарстан

При значении ГТК, составляющем 1,0, наблюдается баланс между поступлением и расходом влаги; если же этот показатель меньше единицы, это свидетельствует о недостаточной влагообеспеченности, а значения ГТК 0,7 и ниже указывают на сухость.

Термические ресурсы в Республике Татарстан являются одним из ключевых аспектов, влияющих на формирование высокопродуктивной кукурузной агроэкосистемы.

На основе теплообеспеченности в республике выделено четыре агроклиматические зоны.

Предкамская территория республики находится в пределах прохладной климатической зоны. В этом регионе температура воздуха варьируется между 2070 и 2130 градусами по Цельсию, а продолжительность вегетационного периода составляет от 130 до 135 дней. На значительной части территории длится около 120-130 дней период без заморозков. На возвышенных участках ландшафта весенние заморозки обычно прекращаются в середине мая. Заморозки,

приходящиеся на третий период сентября, становятся первыми осенними. Благоприятные условия для зимовки озимых зерновых культур обычно складываются в большинстве годов.

Закамье. Активные температуры составляют сумму 2150-2200 градусов по Цельсию, а средний период активной вегетации равняется 130-135 дням. Дни без заморозков составляют от 124 до 130 суток. На возвышенных участках весенние заморозки обычно прекращаются к середине мая, тогда как в низинах этот процесс завершается ближе к концу месяца. Во второй половине сентября обычно наступают первые заморозки осенью. Здесь зимние месяцы особенно морозны, что усложняет задачу успешной зимовки озимых посевов и многолетних трав.

Юго-западная территория республики, известная как Предволжье, характеризуется умеренно-тёплым климатом. Активные температуры составляют сумму в диапазоне 2200-2250 градусов по Цельсию, а продолжительность вегетационного периода варьируется между 135 и 140 днями. Волга имеет прибрежную часть, где безморозный период составляет 140 дней, тогда как в целом регионе этот показатель достигает 135 дней. В основном заморозки в воздухе весной прекращаются примерно к середине мая. В сентябре, начиная примерно с двадцатых чисел месяца, наступает пора осенних заморозков. Большинство лет предоставляет благоприятные условия для зимовки озимых культур и большинства многолетних трав.

Западное Закамье охватывает область с тёплым климатом. Вегетационный период длится свыше 140 суток, а сумма активных температур превышает 2250 градусов Цельсия. На территории данного района продолжительность периода без заморозков составляет от 125 до 136 суток. Возврат заморозков обычно прекращается после 10 мая. Осенью, примерно в третий период месяца сентября, наступают первые заморозки.

В Республике Татарстан снег ложится обычно в ноябре, но в последние годы этот процесс происходит чаще всего в первых числах декабря. В первом районе средний уровень максимальной толщины снега достигает 42 см, тогда как

в четвёртом он составляет всего лишь 32 см. Залегание этого объекта длится примерно от 137 до 148 суток.

Однако среднемноголетние показатели осадков и термических ресурсов существенно отличаются от фактических (табл. 1).

Таблица 1

Динамика осадков и термических ресурсов по годам исследований,
средние показатели: метеостанции Арск и Казань Опорная

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	За май-август
Среднемноголетние осадки	38,00	57,00	62,00	55,00	212
Среднемноголетняя температура воздуха	14,00	18,30	20,50	18,00	17,6
ГТК среднемноголетняя	0,9	1,0	1,0	0,9	0,95
2022 г. мм	78,40	19,30	61,61	0,00	159,3
2022 г. °С	10,70 x 20 дней	18,60	21,30	22,50	18,3
ГТК	3,7	0,35	0,93	0,00	1,25
2023 г. мм	46,79	6,08	33,07	20,44	106,4
2023 г. °С	16,00 x 20 дней	16,30	21,50	20,20	18,5
ГТК	2,4	0,12	0,50	0,33	0,84
2024 г. мм	52,91	15,81	56,17	28,71	153,3
2024 г. °С	11,00 x 20 дней	21,70	22,10	18,40	18,3
ГТК	2,4	0,24	0,82	0,50	0,99

Примечание: В годы проведения исследований (2022, 2023, 2024) в мае в некоторые дни, среднесуточная температура воздуха была ниже +10°С и они не были учтены в расчётах ГТК.

Первая метеостанция в Казани была образована в 1733 г., и она была второй по счёту после Петербурга. Однако постоянные инструментальные наблюдения начались только в 1812 году. На основе 25-ти летних постоянных наблюдений были рассчитаны среднемноголетние показатели осадков и среднесуточная температура воздуха, как по месяцам года, так и за вегетационный период

роста и развития сельскохозяйственных культур. В последующие годы средне-многолетние показатели были скорректированы, и они отражены в таблице 5. Так, среднесуточная температура воздуха в мае составляет $+14^{\circ}\text{C}$, июне – $18,3$, июле – $20,5$, в августе – 18°C . Осадки соответственно: 38 , 57 , 62 , 55 мм. Среднемного-летний гидротермический коэффициент равен $0,95$.

Вегетационный период первого года исследований (2022) характеризовался достаточно влажными условиями и пониженными среднесуточными температурами воздуха в мае – $10,7^{\circ}\text{C}$ при осадках $78,4$ мм. Более того, в мае 10 дней среднесуточная температура воздуха была менее $+10^{\circ}\text{C}$, и она в расчётах ГТК не учитывалась. В итоге, ГТК в мае составил $3,7$. Более того, снежный покров зимы 2021-2022 гг. превышал среднемноголетние показатели более чем на 25% . Снег выпал на талую почву и весной полностью впитался в почву. Такие большие запасы влаги спасли кукурузу от засушливых условий июня 2022 года: осадки в июне выпали всего $18,6$ мм ($32,6\%$ от нормы), а среднесуточные температуры воздуха были на $1,6\%$ выше среднемноголетних ее показателей (ГТК $0,39$). В отличие от июня в июле 2022 г. выпало $61,61$ мм осадков (график 1).

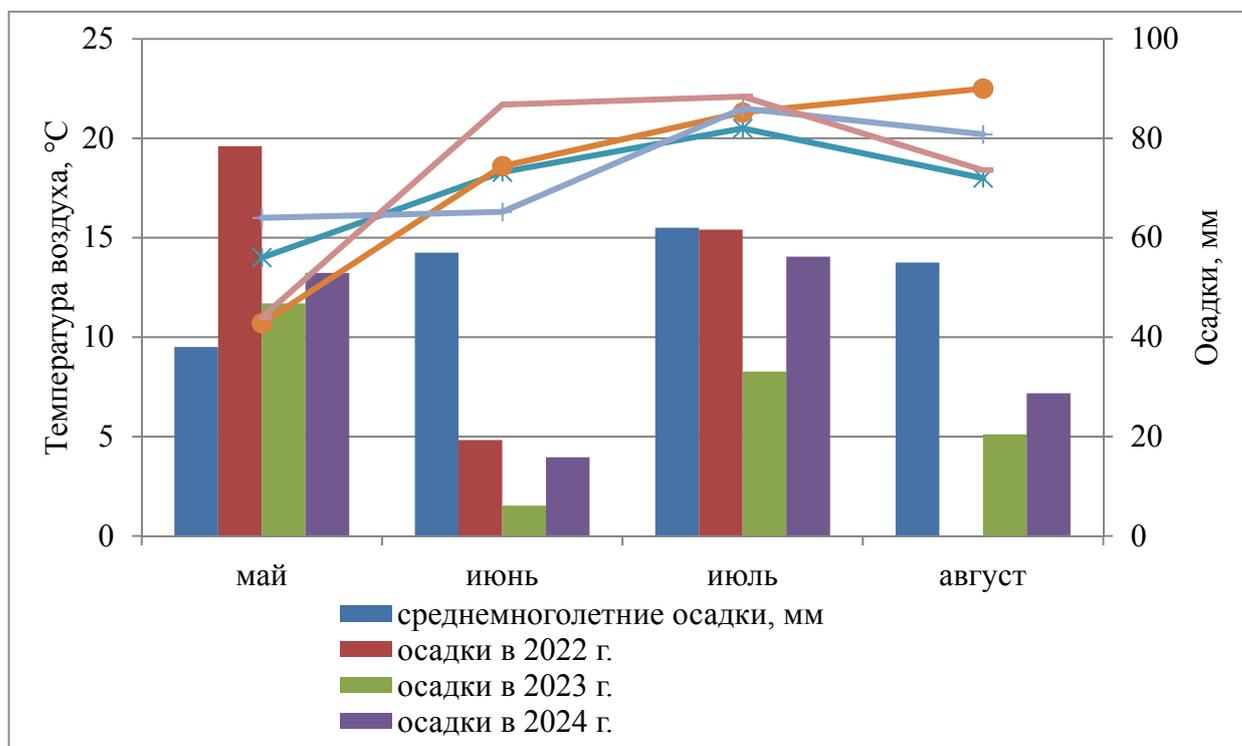


График 1. Осадки и среднесуточная температура воздуха по годам исследований

Сочетание высокой влагообеспеченности с высокими термическими ресурсами в период интенсивного роста и накопления биомассы способствовало формированию самой высокой урожайности зеленой массы кукурузы, как в богарном, так и орошаемом земледелии. Плюс к этому почвенные запасы влаги, накопившиеся за осенне-весенний период и за счет обильных осадков в июле, спасли кукурузу от засухи августа 2022 года (ГТК за май-август 2022 г. составил 1,25).

Весна 2023 г. была ранней и жаркой. В начале мая среднесуточная температура воздуха поднялась выше +16-18°C. В течение мая выпало 46,79 мм осадков, что выше среднемноголетних показателей на 23,1 %. Поскольку в конце мая среднесуточные температуры воздуха упали ниже +10°C ГТК был в 2,5 раза выше среднемноголетних его показателей ($2,4:0,95=2,5$ раза). Июнь (ГТК 0,12), июль (ГТК 0,50), август (ГТК 0,33) были засушливыми. По этой причине эффективность орошения кукурузы резко выросла по сравнению с 2022 годом.

Май 2024 г. стал самым неблагоприятным месяцем среди 3 лет проведения исследований из-за возврата морозов в некоторых муниципальных районах до -8°C. Такая ситуация была характерна и в других регионах Российской Федерации. По данному поводу было объявлено чрезвычайное положение. Некоторые хозяйства были вынуждены пересевать кукурузу, особенно на полях, высеянных в первой декаде мая для производства зерна. Тем не менее, на территории Агробиотехнопарка Казанского ГАУ возврат холодов был менее слабым и кукуруза, высеянная нами во второй декаде мая, не пострадала. Высокая среднесуточная температура воздуха в июне (+21,7°C), июле (+22,1°C), августе (+18,4°C) были выше по сравнению со среднемноголетними показателями, также, как и ГТК (0,99 против 0.95 от нормы).

Следовательно, май 2022 и 2024 гг. был холодным, а последующие месяцы более жаркими. Влагообеспеченность в эти же годы превышала среднемноголетние ее показатели, особенно в 2022 г. (ГТК 1,25), что, несомненно, повлияло на урожайность объекта наших исследований.

2.3. Программа, место и условия проведения исследований

Программа работ. Импортзамещение продуктов питания, о котором в последнее время говорят очень много, особенно с введением многочисленных санкций с началом СВО на Украине, возможно лишь в одном случае – продукты питания должны быть более качественными и доступными для широкого круга потребителей по цене. В противном случае любой человек отдаёт предпочтение тем импортным товарам, которые дешевле и более качественные. То есть, насильное импортзамещение в современном мире не проходит.

Для решения данной архиважной задачи необходимо искать приёмы снижения себестоимости производимой продукции и повышения ее качества. Поскольку продуктивность животных полностью зависит от качества и количества кормовой базы, особенно основной силосной культуры Российской Федерации – кукурузы, необходимо разрабатывать и внедрять в сельскохозяйственное производство ресурсосберегающие приёмы ее возделывания. Одним из таких приёмов является сочетание взаимодействия 3-х факторов внешней среды: удобрение, биостимуляторы и орошение.

Для определения оптимальной нормы внесения минеральных удобрений с агрохимической, агрономической и экономической точки зрения нами был заложен и в течение 3-х лет изучены следующие расчётные нормы минеральных удобрений на посевах богарной и орошаемой кукурузы.

Вторым ключевым фактором экономии минеральных удобрений, особенно на орошении, значительного снижения себестоимости производства мяса и молока является применение современных стимуляторов роста, биостимуляторов с содержанием легкоусвояемых аминокислот, макро- и микроэлементов в хелатной форме, азотофиксирующих инокулянтов и др.

Для решения вышеотмеченных проблем был проведён лабораторный и второй стационарный опыт.

Схема опыта 1. Влияние расчётных норм минеральных удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы с початками в молочно-восковой спелости в зависимости от влагообеспеченности

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчётные фоны минерального питания)
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)
На орошении	Контроль (без удобрений)
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)

Схема лабораторного опыта. Влияние сроков проведения предпосевной обработки семян рабочим раствором Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 0,5; 1,0; 1,5 л/т + H₂O 10л/т на лабораторную всхожесть кукурузы.

Фактор А (сроки предпосевной обработки семян)	Фактор В (норма расхода Биостим Старт)
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т (контроль)
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т
За 10 дней до посева	Максим Голд 0,5 л/т (контроль)
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т (контроль)
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т

Схема опыта 2. Урожайность зелёной массы кукурузы с початками в молочно-восковой спелости в зависимости от сроков проведения предпосевной обработки семян, норм расхода Биостим Старта и листовой подкормки Биостим Кукуруза

Фактор А (сроки предпосевной обработки семян)	Фактор В (биостимуляторы в технологии возделывания кукурузы)
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га
За 15 дней суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га

Производственное испытание, выделившихся вариантов опыта, рекомендуемых для внедрения, является необходимым атрибутом любых научных изысканий в области агропромышленного комплекса (схема опыта 3).

Схема опыта 3. Влияние орошения, удобрения и биостимуляторов на урожайность зелёной массы кукурузы в производственных условиях

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (фоны питания)
Без полива	Контроль (без удобрений)
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₃)
На орошении	Контроль (без удобрений)
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₃)
	На 50 т/га зеленой массы +Биостим Старт 1,5 л/т +Бистим Кукуруза 2 л/га

Разработанные схемы лабораторного, полевого и производственного опыта позволяют:

- определить оптимальные нормы внесения минеральных удобрений в зависимости от условий увлажнения изучаемой культуры;

- провести сравнительную оценку эффективности орошения кормовой кукурузы;

- изучить влияние расчётных норм минеральных удобрений на динамику физико-химических свойств типичных орошаемых и богарных серых лесных почв Республики Татарстан;

- установить эффективность взаимодействия минеральных удобрений, внесённых с расчётом получения 50 т/га зелёной массы орошаемой кукурузы с початками в молочно-восковой спелости и биостимуляторов, применяемых в предпосевной подготовке семян и листовой подкормки растений в период вегетации;

- рассчитать стабильность урожайности зелёной массы кукурузы и величину замены минеральных удобрений аминокислотными биостимуляторами, энерго- и экономические показатели применения агрохимикатов и орошения изучаемой культуры;

- разработать конкретные предложения производству, обеспечивающие получение более 35 т/га зелёной массы кукурузы без полива и 50 т/га на орошении с высокими показателями качества.

Место и условия. Стационарные полевые опыты в 2022 г. проводились на полях ООО «АФ «Кырлай» Арского муниципального района Республики Татарстан, а в 2023-2024 гг. после строительства оросительной системы – на полях «Агробиотехнопарка» Казанского государственного аграрного университета, расположенного по координатам: широта – 55,5244865824, долгота – 48,274901646.

Качественные показатели почвенных и растительных образцов определяли в центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ и на сертифицированных аналитических приборах центра агрохимической службы Республики Татарстан (ЦАС «Татарский»).

Объектом исследований служил районированный в 7 регионе (Среднее Поволжье) трёхлинейный универсальный гибрид кукурузы Росс 140 СВ селекции Национального центра зерна (НЦЗ) им. П.П. Лукьяненко. По данным оригинатора он относится к группе раннеспелых гибридов с вегетационным периодом 94-95 дней. В связи с этим Росс 140 СВ в Республике Татарстан возделывается для заготовки фуражного зерна, но больше всего – на зелёную массу с початками в молочно-восковой спелости. Початки закладываются на высоте 75-76 см, что исключает потери при уборке. На стебле формируется 12-14 листьев, зерно жёлтое, полукремнистое. Масса 1000 зёрен достигает 250-270 граммов.

Гибрид устойчив к поражению пузырчатой головни и стеблевым гнилям. С экологической точки зрения Росс 140 СВ обладает высокой пластичностью, самое главное хорошей холодостойкостью.

В целях получения зелёной массы с початками в молочно-восковой спелости оригинаторы Росс 140 СВ рекомендуют норму высева 70 тыс. шт./га всхожих семян, что было соблюдено в наших исследованиях.

Исходные агрохимические показатели двух опытных полей представлены в таблице 2.

Кислотность почвы была близка к нейтральной (рН 6,1). Содержание гу-

муса по Тюрину составило от 3,6 на полях ООО «АФ «Кырлай» до 3,8 % в Агробиотехнопарке Казанского ГАУ. По содержанию подвижных форм фосфора и калия по Кирсанову относятся к группе повышенного содержания (168 и 167 мг/кг почвы).

Таблица 2

Исходные агрохимические показатели опытных участков

Агрохимические показатели	ООО «АФ «Кырлай»	Агробиотехнопарк	Усредненные показатели
рН солевой вытяжки	6,2	6,0	6,1
Содержание гумуса по Тюрину, %	3,6	3,8	3,7
Содержание подвижного фосфора по Кирсанову, мг/кг почвы	166	170	168
Содержание подвижного калия по Кирсанову, мг/кг почвы	166	168	167
Наименьшая влагоемкость, %	27	29	28
Плотность сложения серой лесной почвы, г/см ³	1,21	1,19	1,20
Содержание водопрочных агрегатов (от 0,25 до 10 мм)	59	61	60

Наибольшее качество влаги, которое было определено заливным методом, составило 28 %, плотность сложения почвы – 1,20 т/см³ и содержание водопрочных агрегатов от 0,25 до 10 мм – 60 %.

По вышеизложенным агрохимическим показателям почвы опытных участков относятся к группе серые лесные почвы Республики Татарстан.

Повторность вариантов в стационарных опытах была трехкратной, площадь отдельной делянки – 84 м² (2,8 х 30=84 м²), размещение делянок в пространстве – систематическое.

Во все годы исследований кукуруза высевалась после озимой пшеницы.

Технология возделывания кукурузы была общепринятой:

- лущение стерни озимой пшеницы;

- вспашка с углублением пахотного слоя;
- закрытие влаги в 2 следа;
- внесение расчётных норм минеральных удобрений;
- предпосевная культивация на глубину заделки семян;
- посев с шириной междурядий 70 см с одновременным прикатыванием;
- через 5 суток в фазе белых ниточек сорных растений провели довсходо-вое боронование кукурузы сетчатой бороной БСО-4;

- в зависимости от полевой всхожести эту операцию повторили по всходам. Двукратное боронование не только уничтожает до 80% сорных растений, но и почвенные капилляры, через которые испаряются запасы почвенной влаги;

- фазе 3-4-х листьев на посевах кукурузы применили междурядную обработку с мелким окучиванием, что способствует уничтожению сорняков в рядах и улучшает водно-физические свойства серых лесных почв;

- норма высева кукурузы составила 70 тыс. шт./га всхожих семян.

В стационарных и производственных опытах в качестве минеральных удобрений применяли обычную аммиачную селитру АО «Аммоний» (г. Менделеевск) с содержанием 34,7% д.в., двойной суперфосфат (46% д.в.) и калийную соль ПАО «Уралкалий» с содержанием 42% д.в.

Средневзвешенные нормы внесения НРК, определённые расчетно-балансовым методом (РБМ) с учётом исходного их содержания и коэффициентов использования приведены в приложении 1.

Аминокислотные биостимуляторы в опытах были представлены разрешёнными к применению на территории Российской Федерации Биостим Стартом и Биостим Кукурузой, производителем которых является АО «Щелково Агрохим». Выбор этих препаратов обусловлен органоминеральным их составом на основе аминокислот растительного происхождения, которые активизируют всхожесть семян, накопление вегетативной массы и обладают антистрессовым действием (табл. 3, 4).

Орошение кукурузы в ООО «АФ «Кырлай» проводилось дождевальными

машиной кругового действия «Казанка», а на полях «Агробиотехнопарк» – ба-
рабанным дождевателем ZDM модель ДМ 400/110, средняя оросительная норма
составила 966 м³/га в год. В зависимости от количества осадков в течение веге-
тационного периода проводились 2-3 полива с нормой расхода воды 300-350
м³/га.

Таблица 3

Состав аминокислотного биостимулятора Биостим Старт

 <p>Биостим Старт</p>	Состав	%	г/л
	Свободные аминокислоты растительного происхождения	5,5	71,5
	Полисахариды	7,0	91,0
	Азот (N) общ.	4,5	58,5
	Фосфор (P ₂ O ₅)	5,0	65,0
	Калий (K ₂ O)	2,5	32,5
	Магний (MgO)	1,0	13,0
	Марганец (Mn)	0,2	2,6
	Цинк (Zn)	0,2	2,6
	Медь (Cu)	0,1	1,3
	Бор (B)	0,1	1,3
	Молибден (Mo)	0,01	0,13

Состав аминокислотного биостимулятора Биостим Кукуруза

 <p>Биостим Кукуруза</p>	Состав	%	г/л
	Свободные аминокислоты растительного происхождения	6,0	72,0
	Азот (N) общ.	7,0	84,0
	Магний (MgO)	2,0	24,0
	Сера (SO ₃)	6,0	72,0
	Железо (Fe)	0,3	3,6
	Марганец (Mn)	0,2	2,4
	Цинк (Zn)	0,9	10,8
	Медь (Cu)	0,2	2,4
	Бор (B)	0,3	3,6
	Молибден (Mo)	0,02	0,24
	Кобальт (Co)	0,02	0,24

2.4. Методики полевых лабораторных исследований

Совокупность, таких слагающих вариантов опыта, как площадь делянок, их форма, повторность, схема размещения в пространстве, отбор почвенных и растительных образцов, методы учёта урожайности и ее структурный состав,

приёмы определения качества конечной продукции называется методикой полевого опыта. То есть, основным методом исследований в агрономической науке является лабораторный, полевой, производственный опыт, который проводится согласно утверждённым условиям и ГОСТам. Следовательно, методика проведения полевого опыта зависит от объекта исследований. Например, в области кормопроизводства принято соблюдать методику, разработанную учёными ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса «Методические основы полевых опытов с кормовыми культурами», 1997 (переработанный вариант опубликован в 2024 г.).

Согласно этим методикам в ходе проведения полевых и лабораторных исследований были проведены следующие учёты, наблюдения и анализы:

1. Лабораторная всхожесть была определена в 2-х кратной повторности с пробами по 50 штук на увлажнённой промокательной бумаге.

2. Энергию прорастания семян и полевую всхожесть определяли при помощи рамки агронома.

3. Высоту растений учитывали путём измерения 10-ти растений в несмежных вариантах опыта.

4. Плотность стеблестоя по вариантам опыта перед уборкой урожая определяли путём подсчёта количества растений на 1 погонном метре и для перевода на 1 м^2 полученный результат умножили на 1,43 м ($100 : 70 = 143$ см).

5. В фенологических наблюдениях отмечали следующие фазы развития кукурузы: посев-всходы; формирование 3-4 листьев; фазы интенсивного роста-формирования 8-10 листьев; выбрасывание метёлки и начало формирования початков; молочная спелость зерна в початках; молочно-восковая спелость зерна в початках.

6. Засорённость посевов учитывали при помощи агрономической рамки в 4-х кратной повторности. На каждой делянке учитывали и видовой состав сорных растений.

7. В структурном анализе урожая зелёной массы кукурузы учитывали массу листьев, стебля, початков и зерна.

8. Учёт урожая зелёной массы провели сплошным способом (скашивание на высоте среза 25 см и взвешивание).

9. Листовую площадь определяли путём изменения средней длины и ширины листьев на 1 растение, и результат умножили на плотность стеблестоя.

10. Биологическую активность почвы определяли методом разложения льняной ткани в течение 30 суток после уборки урожая в слое почвы 0-25 см.

11. Определение воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков проводили методом отбора проб в 4-х кратной повторности с последующим отмыванием в марлевых мешочках и высушиванием в термостате при +105°C.

12. Объёмы продуктивной влаги перед посевом по годам исследований рассчитывали по формуле:

$$W = 100 * H * a * \gamma , \text{ где}$$

W – объём продуктивной влаги, м³/га;

H – глубина активного слоя почвы, м;

a – плотность сложения почвы, г/см³;

γ – фактическая влажность по слоям почвы 0-100 см, %.

13. Для перевода в зерновые единицы зелёную массу согласно утверждённым рекомендациям МСХ РФ умножили на 0,17.

14. Качество конечной продукции оценивали по содержанию сухого вещества, сырого протеина, суммы сахаров, валового сбора сырого жира, сырой клетчатки, нитратов и минеральных веществ.

15. Структурно-агрегатный состав серой лесной почвы определяли методом сухого просеивания до закладки полевого опыта и после его завершения.

16. Коэффициент структурности рассчитывали по формуле:

$$K_c = \frac{A}{B}, \text{ где}$$

K_c – коэффициент структурности;

A – содержание почвенных агрегатов от 0,25 до 10 мм, %;

B – содержание почвенных агрегатов менее 0,25 и более 10 мм, %.

17. Плотность сложения почвы измеряли почвенным плотномером *Wile soil*.

18. Коэффициенты использования элементов питания из внесённых минеральных удобрений рассчитывали по формуле:

$$K_y = \frac{B-v}{D} * 100, \text{ где}$$

K_y – коэффициенты использования N, P₂O₅ и K₂O;

B – вынос элементов питания на удобренных вариантах опыта, кг/га;

v – вынос NPK на контрольных вариантах опыта, кг/га;

D – норма внесения азота, фосфора и калия, кг/га д.в.

19. Статистическая и корреляционная обработки результатов исследований проведены методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1987).

20. Экономическая эффективность орошения, применения удобрений и биостимуляторов рассчитали общепринятым методом – путём сопоставления затрат со стоимостью полученной продукции в зерновых единицах (средняя цена реализации зерна яровой пшеницы в последние 3 года – 12,5 тыс. руб./т).

21. Для определения биоэнергетического коэффициента валовой сбор обменной энергии (ГДж) разделили на затраты совокупной энергии (ГДж).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава III. ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КУКУРУЗЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ

3.1. Динамика формирования корневой системы кукурузы по фазам развития

Орошение и удобрения оказали существенное влияние на динамику формирования корневой системы кукурузы (табл. 5, приложение 5А,Б,В,Г,Д).

Таблица 5

Динамика формирования корневой системы кукурузы по фазам развития, см
(2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны мине- рального питания)	По- сев - всход ы	Образо- вание 8- 10 ли- стьев	Выме- тыва- ние ме- телки	Цвete- ние ме- телки	Мо- лочно- восковая спелость
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	3,2	20,8	26,3	32,8	36,4
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	3,8	23,4	29,4	34,3	38,5
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	4,4	24,5	31,2	36,7	41,3
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	4,8	26,6	32,7	39,3	44,7
На ороше- нии	Контроль (без удобрений)	3,4	22,7	30,1	36,4	40,8
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	4,1	25,4	33,5	38,6	46,4
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	4,8	28,7	36,8	41,7	49,7
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	5,3	30,1	39,9	43,8	52,6
НСР ₀₅	А	0,21	1,20	1,65	1,81	1,96
	В	0,26	1,45	1,87	2,04	2,12
	АВ	0,29	1,68	2,01	2,18	2,12

В начальном этапе развития данный процесс больше всего зависит от фона питания растений. Так, от посева до появления всходов (в среднем за 10 суток) в

контрольных вариантах опыта длина зародышевых корней составила всего от 3,2 до 3,4 см, а в фазе образования 8-10 листьев – от 20,8 до 22,7 см. В тех же погодно-климатических условиях в вариантах с внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 50 т/га зеленой массы корневая система кукурузы занимала 4,8-5,3 см почвенного профиля. В этих же вариантах прибавка от удобрений в фазе 8-10 листьев выросла до 5,5 и 5,7 раза соответственно. Если в начальном этапе формирования корневой системы влияние орошения без внесения минеральных удобрений было минимальное ($3,4 - 3,2 = 0,2$ см), то в фазе образования 8-10 листьев оно выросло до 1,9 см ($22,7 - 20,8 = 1,9$ см) против 3,5 см ($30,1 - 26,6 = 3,5$ см) в последнем варианте опыта.

Вышеотмеченные закономерности формирования корневой системы изучаемой культуры были характерны и в последующих фазах развития кукурузы: прибавка от удобрений на богарных вариантах в фазе выметывания метелки составила 6,4 см, а на орошении – в фазе цветения метелки соответственно 6,5 и 7,4 см.

В результате, к концу вегетационного периода активный слой почвы (слой почвы, в котором находится основная масса корней кукурузы) под действием минеральных удобрений на богарных участках увеличивается от 36,4 в контроле до 44,7 см в варианте опыта с внесением $N_{126}P_{66}K_{125}$, а на орошении – от 40,8 до 52,6 см. Столь существенное углубление активного слоя почвы играет решающую роль в формировании высокопродуктивных кукурузных агроценозов, так как элементы питания становятся доступными с более глубоких слоев почвы по сравнению с озимыми и яровыми зерновыми культурами. Интенсивное развитие корневой системы, несомненно, оказало огромное влияние на рост и развитие надземной части изучаемой культуры.

3.2. Высота и плотность стеблестоя в зависимости от внесения расчетных норм минеральных удобрений и орошения кукурузы

Плотность стеблестоя, также, как и высота растений, зависит прежде всего от цели возделывания кукурузы.

Во время визита председателя Совета Министров, руководителя коммунистической партии Советского Союза Н.С. Хрущева в США (15-17 сентября 1959 г.) ему показали плотные посевы кукурузы высотой более 3 метров и убеждали, что за счет этой культуры в США полностью решены вопросы кормовой базы и производства животноводческой продукции. После этого, Н.С. Хрущев стал ярким сторонником кукурузы и заставлял ее сеять от южных окраин бывшего СССР до сибирских просторов. Были сформированы научные центры изучения вопросов адаптации кукурузы к сибирским условиям, которые рекомендовали применять в предпосевной подготовке семян, так называемую гидрофобизацию – обработка семян хлороформом для их усыпления и посева в холодную почву.

Н.С. Хрущев также широко использовал меры поощрения производителей этой культуры, массово присваивая звание «Герой социалистического труда» тем, кто получал с гектара пашни более 50 т зеленой массы. Для получения таких результатов высевали до 120 тыс./га всхожих семян и использовали только высокорослые сорта этой культуры (в то время гибридов еще не было).

При таком подходе, в погоне за рекордными показателями, в силосную яму возили 40 т/га воды, поскольку содержание первоначальной влаги в кукурузе составляло не менее 80-ти процентов ($50 \text{ т} \times 80\% : 100 = 40 \text{ т/га воды}$). Тем не менее, ради справедливости следует подчеркнуть, что возделывание кукурузы и начало заготовки силоса, несомненно, оказало большое влияние на рост продуктивности крупнорогатого скота, но перегибы массового расширения посевных площадей этой культуры без учета влагообеспеченности и термических ресурсов огромной территории Советского Союза не оправдали надежды Н.С. Хрущева. После его вынужденного освобождения от занимаемых должностей «кукурузный бум» прошел, и она «второе дыхание» получила после разработки приемов возделывания кукурузы по зерновой технологии. Суть этого приема заключается в заготовке кукурузного силоса с початками в молочно-восковой спелости или же плющеного зерна прессованное в полиэтиленовые рукава с влажностью 30-35%.

В целях решения этой задачи в настоящее время выбирают низкорослые

скороспелые гибриды кукурузы двойного назначения и снижают норму высева до 60-70 тыс./га всхожих семян. При этом полевая всхожесть и сохранность растений к уборке не теряют своего значения (табл. 6, прил.6).

Таблица 6

Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке в зависимости от орошения и удобрения гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	Плотность стеблестоя перед уборкой, шт./м ²	Прибавка		Сохранность к уборке, % к всходам
			шт./м ²	%	
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	5,48	-	-	92
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5,48	0,00	0,00	92
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	5,53	0,05	1,9	93
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	5,63	0,15	2,7	93
На орошении	Контроль (без удобрений)	5,50	-	-	92
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5,55	0,05	0,9	93
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	5,63	0,13	2,3	94
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	5,75	0,25	4,5	96
НСР ₀₅	А	0,10			
	В	0,14			
	АВ	0,26			

В контроле без внесения минеральных удобрений и без полива из 70 тыс. шт./га высеянных всхожих семян взошли 59,5 тыс. шт./га – полевая всхожесть составила 85%, как и в варианте с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность зеленой массы с початками в молочно-восковой спелости гибрида кукурузы 30 т/га Росс 140 СВ.

В последних двух вариантах опыта (NPK на 40 и 50 т/га) полевая всхожесть повысилась на один процент (86%), но это повышение математически не доказуемо, поскольку $НСР_{05}$ была выше полученного результата ($НСР_{05} AB=0,26$), а прибавка количества всходов в последних двух вариантах была всего 0,13 и 0,25 шт./м² соответственно (приложение 2).

Математически недоказуемая прибавка количества всходов на единице площади в зависимости от внесения различных норм минеральных удобрений, на наш взгляд, объясняется тем, что в самом семени имеется достаточно питательных веществ для их прорастания. Более того, между условиями дополнительного увлажнения почвы и без полива в полевой всхожести семян изучаемой культуры также не были обнаружены достоверные различия, поскольку от посева до появления всходов поливы не проводились.

Сохранить общее количество полученных всходов к уборке не всегда удастся. Часть растений в период вегетации не выдерживают конкуренции, образующейся в кукурузном агроценозе за свет, влагу, питательные вещества, часть из них выпадает при междурядной обработке или же из-за поражения болезнями и вредителями.

В наших исследованиях сохранность кукурузы к уборке в процентах к общему количеству полученных всходов была весьма высокой – от 92 в абсолютном контроле (без удобрений и без полива) до 96% в варианте орошения и внесения NPK-удобрений на планируемую урожайность 50 т/га зеленой массы. На первый взгляд прибавка сохранности растений в интервале всего 4% кажется скромной, но в переводе на количество сохранившихся растений в одном гектаре пашни составляет внушительную разницу: без полива между контролем и последним вариантом опыта 1,5 тыс. шт./га, а на орошении – 2,5 тыс. шт./га.

Следовательно, орошение и удобрение гибрида кукурузы на силос с початками в молочно-восковой спелости оказывают положительное влияние на сохранность растений к уборке.

Между плотностью стеблестоя и высотой растений существует прямая зависимость по типу лесного агроценоза: чем плотнее сосновый лесной массив, тем больше их высота и, наоборот. Эта же сосна на открытом поле будет низкорослой, сучковатой, толстой и использование ее в качестве деловой древесины вызывает большое сомнение.

В кукурузном агроценозе по высоте растений складывается противоречивое положение.

С одной стороны, чем выше растения, тем больше накапливается биомасса. С другой стороны, качество кукурузного силоса резко снижается, так как содержание питательных веществ в стеблях кукурузы в 2-3 раза меньше по сравнению с листовой массой. В целях повышения качества заготавливаемых кукурузных кормов высокорослые посевы убирают на более высоком срезе, но в данном случае возникает риск недобора кукурузных початков, расположенных в нижнем ярусе (самая высокопитательная часть кукурузы: зеленая масса 0,17 зерновых единиц, а зерно в початках в молочно-восковой спелости – 1,14 зерновых единиц).

Данный процесс, как правило, регулируется на основе выбора таких относительно низкорослых гибридов этой культуры как Росс 140 СВ, но даже в этом случае большое влияние на высоту растений оказывают как фоны минерального питания, так и орошение (табл. 7. приложение 7).

Без полива под влиянием минеральных удобрений высота стеблестоя кукурузы увеличивается на 26 см ($164-138=26$ см), а на орошении от 146 до 180 см с прибавкой 34 см. Высота растений в контрольном варианте опыта в пользу орошения была на уровне 8 см ($146-138=8$ см), а от взаимодействия орошения и расчетных норм внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность 50 т/га зеленой массы она возростала ровно в 2 раза (16 см). В переводе в проценты это означает, что положительное влияние минеральных удобрений на рост кукурузы в высоту без полива составляет 19%, а на поливе – 23%.

Влияние минеральных удобрений и орошения на высоту растений гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фонды минерального питания)	Высота растений, см	Прибавка	
			см	%
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	138	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	145	7	5
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	153	15	11
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	164	26	19
На орошении	Контроль (без удобрений)	145	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	158	12	8
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	167	21	14
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	180	34	23
НСР ₀₅	А	8,2		
	В	11,6		
	АВ	18,3		

Таким образом, за счет применения расчетных норм минеральных удобрений и орошения мы можем регулировать высоту гибрида кукурузы Росс 140 СВ в нужную нам сторону.

3.3. Засоренность посевов кукурузы

Существует 2 способа возделывания кукурузы на силос: промышленный и традиционный (агротехнический). Агротехнический способ предусматривает, наряду с выбором лучших предшественников, качественной основной и предпо-

севной подготовки почвы, соблюдение оптимальных сроков и норм высева семян, проведение боронования посевов сетчатыми боронами БСО-4 до и после появления всходов, междурядную обработку с корневой подкормкой растений сложными удобрениями (например, нитроаммофоска с содержанием азота, фосфора и калия по 16% д.в.), что обеспечивает оптимальную чистоту посевов от сорных растений.

При промышленной технологии ее возделывания агротехнические приемы борьбы с сорной растительностью исключаются (без боронования и междурядной обработки) и предпочтение отдается химической прополке двудольных и злаковых сорняков (например, почвенный гербицид Лазурит из расчета 0,8-1,0 л/га или же Камелот 3 л/га до посева и Суперкорн 1 л/га в фазе 3-4 листьев или же на сильно засоренных участках применяется оба варианта).

У обоих способов есть свои недостатки и преимущества. Агротехнические меры борьбы с сорной растительностью обеспечивает получение экологически безопасной продукции с низкой себестоимостью. Промышленный способ выгоден при наличии крупных мегаферм, в которых требуется возделывать кукурузу на больших площадях. Однако ни один из них не гарантирует 100% чистоту посевов кукурузы.

В наших опытах несмотря на применение интегрированной системы защиты посевов кукурузы от сорняков (однократная междурядная обработка в сочетании с однократным применением гербицида Маис по вегетации 200 мл/га) общее количество сорняков по вариантам опыта без полива составило от 8 до 12 шт./м² с воздушно-сухой массой 6-8 г/м² (табл. 8, прил.8).

На посевах орошаемой кукурузы общее количество сорняков и воздушно-сухая их масса постоянно было выше по сравнению с богарной кукурузой, так как высокая влагообеспеченность стимулирует не только интенсивный рост основной культуры, но и сорных растений. В связи с этим в контрольном варианте опыта на орошении засоренность посевов объекта исследований была на 33% выше, а на фоне минерального питания N₁₀₁P₅₃K₉₉ и N₁₂₆P₆₆K₁₂₅ анализируемая

разница снизилась до 11 и 12% соответственно.

Таблица 8

Засоренность посевов кукурузы перед уборкой по вариантам полевого опыта (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фонды минерального питания)	Засоренность посевов		Степень засоренности
		шт./м ²	г/м ²	
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	12	8	средняя
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	11	8	средняя
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	9	7	слабая
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	8	6	слабая
На орошении	Контроль (без удобрений)	16	13	высокая
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	13	11	средняя
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	10	8	слабая
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	9	7	слабая
НСР ₀₅	А	0,81	0,06	
	В	0,93	0,09	
	АВ	1,22	0,11	

Примечание: степень засоренности определена по шкале В.В. Исаева (1990): до 10 шт./м² – слабая; с 11 до 15 шт./м² – средняя; > 15 шт./м² – высокая

Следует особо отметить общую тенденцию снижения засоренности посевов кукурузы по мере роста норм внесения минеральных удобрений: от 12 в контроле до 8 шт./м² без полива в последнем варианте опыта со снижением воздушно-сухой массы от 8 до 6 г/м²; на орошении – соответственно от 16 до 9 шт./м² и от 13 до 7 г/м². Существенное снижение общего количества сорных рас-

тений и воздушно-сухой их массы связано с плотностью стеблестоя перед уборкой урожая и высотой растений: чем выше плотность стеблестоя и высота растений, тем меньше остается жизненного пространства для сорных растений.

Необходимо также отметить различие видов сорных растений между условиями увлажнения почвы: на орошении они были представлены куриным просом, марью белой, двумя видами щетинника (сизый и зеленый), тысячелистником, ромашкой лекарственной и одуванчиком лекарственным (мелкосемянные сорные растения); без полива – вьюнок полевой, бодяк полевой, осот полевой, конский щавель и виды ширицы (сорные растения с мощной глубокопроникающей стержневой корневой системой).

3.4. Урожайность и окупаемость NPK-удобрений

Высокая эффективность возделывания кукурузы на орошении в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан на фоне внесения расчетных норм минеральных удобрений четко подтверждается сравнительной оценкой фактической урожайности с богарным земледелием (табл. 9).

Например, на окультуренных типичных серых лесных почвах, которые занимают 38% почвенного покрова Республики Татарстан, при современной культуре земледелия аграрии могут рассчитывать на получение 23,7 т/га зеленой массы кукурузы без внесения минеральных удобрений и без орошения. При такой урожайности посевные площади кукурузы пришлось бы увеличить до 300-350 тыс. га, чтобы заготовить требуемые объемы кукурузных кормов. В связи с этим, разработка и внедрение интенсивных технологий возделывания кукурузы была и остается актуальной проблемой современного кормопроизводства. В этом отношении нет альтернативы обеспечению объекта наших исследований дополнительной влагой и элементами питания. Так, в среднем за 3 года на орошении внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность зеленой массы 50 т/га обеспечивает получение 50,7 т/га высококачественной биомассы этой культуры с прибавкой урожайности 23,2 т/га зеленой

массы по сравнению с контролем (без удобрений), что больше на 114% урожайности изучаемой культуры в абсолютном контроле (без удобрений и без орошения).

Таблица 9

Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от орошения и внесения расчетных норм минеральных удобрений (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	Выход зеле- ной массы, т/га	Прибавка, т/га		Окупаемость минеральных удобрений, кг/кг
			от удоб- рений	от оро- шения	
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	23,7	-	-	
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	29,4	4,7	-	25,3
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	36,6	12,9	-	52,0
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	40,1	16,4	-	51,7
На ороше- нии	Контроль (без удобрений)	27,5	-	3,8	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	33,4	5,9	4,0	31,7
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	43,8	16,5	7,2	66,8
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	50,7	23,2	10,6	73,2
НСР ₀₅	А	1,34			
	В	2,32			
	АВ	2,78			

Вместе с этим нельзя отрицать роль минеральных удобрений и на посевах богарной кукурузы, поскольку на фоне внесения N₁₂₆P₆₆K₁₂₅ урожайность этой культуры превышает контроль (без удобрений) на 69,2% (40,1 : 23,7 x 100 = 169,2%) с прибавкой зеленой массы 16,9 т/га.



А



Б

Фото 7. Общий вид богарной (А) и орошаемой (Б) кукурузы на фоне $N_{126}P_{66}K_{125}$

Одним из самых важных показателей орошения и удобрения гибрида кукурузы является окупаемость минеральных удобрений. Расчеты показали, что на посевах богарной кукурузы, несмотря на столь высокую прибавку урожайности по мере возрастания норм внесения минеральных удобрений увеличение их окупаемости замедляется по сравнению с внесением $N_{101}P_{53}K_{99}$. В итоге, разница в окупаемости между двумя последними вариантами опыта без полива (расчетные нормы на 40 и 50 т/га зеленой массы) составляет всего 0,9 кг зеленой массы на 1 кг д.в. ($52,9-52,0=0,9$ кг/кг).

Совершенно другая картина складывается на посевах орошаемой кукурузы. Окупаемость минеральных удобрений повышается пропорционально росту норм внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений от 31,4 до 74,8 кг зеленой массы на 1 кг д.в. NPK.

Получение столь высоких результатов от возделывания кукурузы на орошении объясняется следующими причинами:

- фактор А (орошение) усиливает действие фактора В (удобрение), то есть

проявляется закон взаимодействия факторов внешней среды;

- на орошении активный слой почвы превышает богарные участки более чем на 10 см, что позволяет использовать дополнительные элементы питания из глубоких слоев почвы;

- влагообеспеченность в годы проведения исследований была значительно ниже среднелетних показателей в сочетании с высокими среднесуточными температурами воздуха.

Однако следует особо отметить нецелесообразность возделывания орошаемой кукурузы на низких фонах минерального питания ($N_{76}P_{40}K_{70}$ - планируемая урожайность 30 т/га зеленой массы), поскольку прибавка всего 21,5%. На богарных участках, наоборот, на высоком фоне минерального питания ($N_{126}P_{66}K_{125}$) недобор урожайности зеленой массы доходит до 9,9 т/га (от планируемой урожайности 50 т/га вычитаем фактическую урожайность: $50 - 40,1 = 9,9$ т/га).

В заключение следует отметить, что коэффициент перевода зеленой массы кукурузы в зерновые единицы, установленный МСХ РФ от 06.07.2017 составляет 0,17. Исходя из этого окупаемость кг минеральных удобрений на богарных посевах кукурузы в последнем варианте опыта составляет 10,2 зерновые единицы, а на орошении – 13,8. Для сравнения отметим, что в среднем по Республике Татарстан окупаемость NPK на посевах озимых и яровых зерновых культур не превышает 6-8 кг/га.

Орошение и удобрение в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан обеспечивает получение более 50 т/га зеленой массы кукурузы против 40,1 т/га на богарных участках. Окупаемость минеральных удобрений возрастает от 10,2 без полива до 13,8 зерновых единиц на орошении.

3.5. Стабильность урожайности гибрида кукурузы по годам исследований

Орошение сельскохозяйственных культур в засушливой лесостепной зоне Среднего Поволжья играет исключительно важную роль не только в формирова-

нии высокопродуктивных агроценозов, но и в получении стабильной урожайности по годам. В противном случае производители сельскохозяйственной продукции всегда остаются в убытке: высокоурожайные годы, например, в 2022 г., цена реализации основной растениеводческой продовольственной культуры Татарстана – зерна яровой пшеницы упала до 8-10 тыс. руб./т против 15-18 тыс. руб./т в засушливом 2021 году. То есть, несмотря на высокую цену реализации затраты на возделывание яровой пшеницы не окупаются, также, как и в высокоурожайные годы из-за низкой цены реализации товарной продукции. В этом отношении нет альтернативы расширению посевных площадей орошаемых сельскохозяйственных культур на оптимальных фонах минерального питания (табл. 10).

Таблица 10

Урожайность зеленой массы кукурузы по годам исследований, т/га

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального пи- тания)	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	27,6	20,3	24,2
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	30,5	24,9	29,8
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	38,9	32,5	38,4
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	42,6	36,2	41,5
На орошении	Контроль (без удобрений)	29,1	25,2	28,6
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	36,3	30,3	33,6
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	46,0	40,8	44,6
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	52,8	47,6	51,7
НСР ₀₅	А	0,29	0,26	0,27
	В	0,34	0,29	0,32
	АВ	0,38	0,33	0,35

В контрольном варианте опыта (без орошения и без удобрений) урожайность зеленой массы объекта наших исследований была в диапазоне от 20,3 т/га в 2023 г. до 27,6 т/га в 2022 г. с разницей 7,3 т/га (36%). На фоне внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность 30 т/га на богарных участках данный разрыв сократился до 5,6 т/га зеленой массы кукурузы (22%).

Внесение минеральных удобрений с расчетом получения 40 и 50 т/га зеленой массы кукурузы стало основой роста урожайности этой культуры в относительно влажном 2022 г. (ГТК=1,25) до 38,9 и 42,6 т/га против 32,5 и 36,2 т/га в засушливом 2023 г. (ГТК=0,84). Следовательно, в засушливые годы недобор биомассы богарной кукурузы составил 6,4 т/га ($38,9-32,5=6,4$ т/га) и ($42,6-36,2=6,4$ т/га).

Без внесения минеральных удобрений орошение изучаемой культуры во все годы исследований обеспечивало достоверную прибавку урожайности зеленой массы: 1,5 т/га в 2022 г.; 4,9 т/га в засушливом 2023 г. и 4,4 т/га в среднеувлажненном 2024 году.

Данная разница в пользу орошения объекта наших исследований на фоне применения $N_{126}P_{66}K_{125}$ (планируемая урожайность 50 т/га зеленой массы) возросла до 10,2 в 2022 и 2024 гг. и до 11,4 т/га в засушливом 2023 году. Другими словами, орошение изучаемой культуры значительно снижает зависимость ее урожайности от погодно-климатических условий, что четко подтверждается расчетами индекса стабильности урожайности по годам исследований.

Для более объективной оценки влияния внешних факторов на урожайность сельскохозяйственных культур аспиранты Казанского ГАУ под руководством профессора Сафиоллина Ф.Н. (Каримов А.З., 2013; Низамов Р.М., 2019; Хисматуллин М.М., 2020) разработали и запатентовали методику расчета индекса стабильности урожая. Суть этой методики заключается в определении отклонений от средней урожайности по годам исследований и делении суммы отклонений на среднюю урожайность. В итоге, чем меньше индекс стабильности урожая, тем меньше зависимость от погодно-климатических условий (табл. 11).

Индекс стабильности урожая зеленой массы гибрида кукурузы Росс 140 СВ

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны мине- рального питания)	Отклонение от сред- ней урожайности, т/га			Сумма откло- нений, т/га	Индекс стабиль- ности урожая
		2022 г.	2023 г.	2024 г.		
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	2,9	-3,4	0,5	6,8	0,29
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	2,1	-3,5	1,4	7,0	0,26
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	2,3	-4,1	1,8	8,2	0,22
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	2,5	-3,9	1,4	7,8	0,19
На орошении	Контроль (без удобрений)	1,1	-2,3	1,6	5,0	0,24
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	2,9	-3,1	0,2	6,2	0,19
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	2,2	-3,3	0,8	6,3	0,14
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	2,1	-3,1	1,0	6,2	0,12

Расчеты индекса стабильности урожая зеленой массы кукурузы показывают, что в этом процессе решающим фактором является обеспеченность кукурузы влагой и элементами питания. Так, на богарных участках под действием возрастающих норм внесения минеральных удобрений индекс стабильности снижается от 0,29 в контрольном варианте опыта до 0,19 в варианте N₁₂₆P₆₆K₁₂₅.

Орошение кукурузы без внесения минеральных удобрений не оказывает существенное влияние на индекс стабильности накопления биомассы по годам исследований, так как между двумя контрольными вариантами показатели имели небольшую разницу – 0,24 и 0,29, тогда как на высоких фонах минерального питания зависимость формирования урожайности от погодно-климатических условий в пользу орошения снизилась ровно в 2 раза (0,24:0,12=2 раза).

Таким образом, подробный анализ результатов учета урожайности зеленой

массы кукурузы и окупаемости минеральных удобрений показывает, что на посевах богарной кукурузы наиболее выгодно внести расчетные нормы азотно-фосфорно-калийные удобрения на планируемую урожайность 40 т/га, а на поливе на 50 и более т/га.

3.6. Влияние орошения и минеральных удобрений на коэффициенты водопотребления кукурузы

Значение воды в технологии производства растениеводческой продукции переоценить не только сложно, но и с теоретической точки зрения невозможно. Вода одновременно в жизни растений выполняет множество функций:

- она является отличным растворителем питательных веществ;
- вода придает растениям тургорное состояние, тем самым исключает сплошное полегание растений;
- вместе с водой почвенные элементы питания доставляются к корням и листьям, то есть в этом случае вода играет роль транспортировки элементов питания;
- испарение влаги через устьица способствует поддержанию постоянной температуры листьев, стеблей и генеративных органов;
- самое главное, 6 молекул воды соединяются с 6-тью молекулами углекислого газа и, используя 674 ккал солнечной энергии зеленые пигменты (хлорофиллы) синтезируют органическое вещество в виде зеленой массы, овощей, фруктов, зерна, корнеплодов, клубнеплодов и все то, что человек активно использует в процессе жизнедеятельности.

В связи с этим накопление, сохранение и разработка приемов экономного (полезного) использования влаги является первоочередной задачей агропромышленного комплекса Российской Федерации, особенно в регионах недостаточного и неустойчивого увлажнения, включая лесостепную зону Среднего Поволжья.

Одним из показателей полезного использования воды является коэффициент водопотребления – расход влаги (m^3) на образование 1 тонны продукции. Он

зависит от биологических особенностей культуры (у риса 4 тыс. м³/т, а у яровой пшеницы в 4 раза меньше), цели возделывания (у многолетних трав на сено – 500, а на зеленую массу – 80), урожайности (чем выше урожайность, тем ниже коэффициент водопотребления) и, самое главное, от осадков за вегетационный период и накопления в осенне-весенний период в почве продуктивной влаги, которая доступна растениям. Она находится в интервале от наименьшей влагоемкости (НВ) до влажности завядания. Кроме того, растениям доступны еще 2 вида почвенной влаги:

- капиллярная вода (по почвенным капиллярам под действием солнечной энергии грунтовая вода поднимается вверх до корнеобитаемого слоя почвы). Высота подъема зависит от типа почв и в среднем по Республике Татарстан составляет 3 м, в основном это пойменные луга. В нашем случае, на опытных суходольных земельных участках они не доступны и в расчетах их мы не учитывали;

- гравитационная вода – это вода, которая перемещается под действием собственной массы вниз по почвенному профилю. Она доступна растениям только в короткий промежуток времени. Объем гравитационной воды в лесостепной зоне Среднего Поволжья в среднем составляет 25% от осадков вегетационного периода. В связи с этим коэффициент использования осадков в наших расчетах составил 0,75.

Объем предпосевной продуктивной влаги рассчитывали по формуле:

$$W=100 \cdot H \cdot \alpha \cdot \gamma, \text{ где}$$

W – объем продуктивной влаги, м³/га;

H – глубина определения продуктивной влаги по слоям почвы, м (0-0,2; 0,2-0,4; 0,4-0,6; 0,6-0,8; 0,8-1 м);

α – плотность сложения серых лесных почв, 1,2 г/м³;

γ – наименьшая влагоемкость (это максимальное количество влаги, которое почва может удержать в своем составе), %.

Для определения коэффициента водопотребления необходимо рассчитать общее количество доступной влаги по следующей формуле:

$$W = [(O_c \times 0,75) + (P_\epsilon - P_y) + O_p] \times 10, \text{ где}$$

W – количество доступной влаги, мм/га;

O_c – осадки за вегетационный период в среднем за 3 года (в 2022 г. – 159,3 + в 2023 г. – 106,4 + в 2024 г. – 153,3) : 3 = 139,6 мм/га \times 75% = 104,7 мм/га;

P_ϵ – запасы продуктивной влаги весной (в 2022 г. – 148 + в 2023 г. – 125 + в 2024 г. – 162) : 3 = 145,0 мм/га;

P_y – запасы продуктивной влаги после уборки урожая, м³/га;

Почва до абсолютного нуля не высыхает, так как в почве содержатся недоступные формы влаги (химически связанная вода, парообразная вода, пленочная вода) и остатки продуктивной влаги после уборки урожая.

O_p – оросительная норма (в 2022 г. – 75 + в 2023 г. – 120 + в 2024 г. – 95) : 3 = 96,6 мм/га;

10 – коэффициент перевода влаги в м³.

В среднем за 3 года на опытном поле выпало 139,6 мм осадков, что в переводе на м³ составляет 1396 м³ воды на 1 гектар пашни.

В годы проведения исследований весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были весьма высокими, особенно в 2024 г. – 162 мм, поскольку снег выпал на талую почву, толщина снежного покрова превышала среднесезонные показатели более чем в 2 раза. В мае 2024 г. среднесуточная температура воздуха составила всего +11°С (май холодный, год хлеботородный).

В итоге, путем деления доступной влаги на урожайность можно рассчитать коэффициент водопотребления кукурузы по вариантам опыта (табл. 12).

На образование 1 т зеленой массы без внесения минеральных удобрений кукуруза расходует 105 м³ воды, что выше среднероссийских показателей (70 м³/т) на 33% (Костяков А.Н., 1933; Шумаков Б.А., 1960).

Коэффициент водопотребления богарной кукурузы по мере роста норм внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений снижается от 16 до 41% и составляет от 88 до 62 м³/т зеленой массы.

Влияние орошения и удобрений на коэффициенты водопотребления кукурузы
(2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны мине- рального питания)	Общее количе- ство доступной влаги, м ³ /га	Кoeffици- ент водопо- требления, м ³ /т	Снижение коэф. во- допотреб- ления, %
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	2497	105	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)		88	16
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)		68	35
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)		62	41
На ороше- нии	Контроль (без удобрений)	3463	126	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)		103	13
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)		79	38
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)		68	46

Такие же результаты, подтверждающие существенное снижение коэффициента водопотребления кукурузы под действием минеральных удобрений, были получены В.Н. Багринцевым (2009); В.И. Каргиным (2009); Х.К. Бозиевым (2009); А.Н. Ворониным (2018).

На орошении коэффициент водопотребления кукурузы в контрольном варианте опыта составил 126 м³/т зеленой массы кукурузы, что на 21 м³/т выше по сравнению с богарным участком. Внесение минеральных удобрений снижает анализируемый показатель от 12 до 46% в зависимости от расчетных норм их внесения на планируемую урожайность 30, 40, 50 т/га зеленой массы. Несмотря на столь существенное снижение коэффициента водопотребления орошаемой кукурузы на посевах богарной кукурузы он был постоянно меньше: 88, 68, 62 м³/т против 103, 79, 68 м³/т на орошении.

Такие же закономерности в своих исследованиях отмечали А.Ф. Дружкин (2004), А.Н. Крюков (2013), А.В. Кваша (2017).

Таким образом, в условиях орошения можно рассчитывать на получение более 50 т/га зеленой массы кукурузы с початками в молочно-восковой спелости, тогда как без полива данный показатель не превышает 40 т/га.

Кроме того, без применения минеральных удобрений или же с внесением низких норм NPK-удобрений возрастает доля непродуктивного расхода запасов влаги как без полива (88 и 105 м³/т), так и на орошении (114 и 126 м³/т).

3.7. Структурный состав биомассы кукурузы

Плодоэлементы кукурузы по питательной ценности можно расположить в следующем порядке: початки – листья – метелки – стебли. В связи с этим структура урожая в производстве кукурузных кормов напрямую влияет на их питательную ценность, так как по питательности масса стеблей значительно ниже по сравнению с листовой биомассой, не говоря о питательной ценности початков и зерна этой культуры (табл. 13, приложение 10 А,Б,В,Г,Д).

В общей биомассе, к сожалению, долевое участие стеблей занимает лидирующее положение: от 238 до 385 г/растение без полива кукурузы и от 257 до 460 г/растение на орошении.

В процентном выражении на долю стеблей приходится от 51% на орошении до 55% без полива, то есть без внесения минеральных удобрений на посевах богарной кукурузы и на орошении разница составляет всего 4% при долевом участии стеблей 51 и 55%.

В связи с этим, разработка мероприятий, способствующих повышению доли листьев и початков, имеет как научное, так и большое практическое значение.

Так, масса початков по мере повышения норм внесения минеральных удобрений увеличивается от 138 до 224 г/растение без полива и от 173 до 289 г/растение на орошении. Прибавка массы початков от орошения составляет 35 г или

же почти 2 т с каждого гектара пашни без удобрений и 65 г/растение на орошении с внесением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность зеленой массы 50 т/га (289-224=65 г/растение).

Таблица 13

Влияние орошения и удобрения на структуру урожая гибрида кукурузы Росс 140 СВ, г/растение (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	Стебли	Метелки	Листья	Початки	Общая биомасса
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	238	15	43	138	434
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	294	17	55	152	518
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	365	22	68	207	662
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	385	24	89	224	712
На орошении	Контроль (без удобрений)	257	14	56	173	500
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	280	18	60	190	548
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	389	27	88	248	778
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	460	35	98	289	882
НСР ₀₅	А	26,3	2,0	8,5	18,4	36,1
	В	28,4	2,3	10,3	20,3	40,7
	АВ	31,2	2,4	12,6	22,5	47,2

Примечание: количество початков в среднем по опыту – 1,8 шт./растение независимо от условий увлажнения кукурузы

В переводе на 1 га за счет удобрения и орошения можно дополнительно получить 9,4 т самой высококачественной части кукурузы – початков в молочно-восковой спелости (влажность зерна 35%).

Вторую позицию по питательной ценности занимают листья и метелки этой культуры, которые также имеют широкий диапазон накопления биомассы: листья от 43 г/растение до 79 г/растение на самом высоком фоне минерального

питания без полива с прибавкой 84%. Этот же показатель на орошении повышается от 56 до 98 г/растение. То есть, прибавка накопления листовой биомассы от орошения кукурузы без внесения минеральных удобрений составляет всего 13 г/растение ($56-43=13$ г/растение). В этом отношении эффективность взаимодействия минеральных удобрений и орошения кукурузы возрастает значительно. Так, в варианте внесения NPK-удобрений с расчетом получения 50 т/га зеленой массы стали основой увеличения листовой биомассы до 98 г/растение против 79 г/растение на этом же фоне питания без полива – прибавка от орошения составила 24% ($98:79=24\%$).

Следовательно, структура урожая (соотношение стеблей, метелок, листьев и початков) в зависимости от фонов минерального питания и орошения кукурузы изменяется в широком диапазоне. Во всех вариантах опыта наиболее питательные части кукурузы (листья, метелки, початки) имеют тенденцию роста в пользу орошения изучаемой культуры, что, несомненно, оказало большое влияние на качество производимой продукции – зеленой массы изучаемой культуры.

3.8. Влияние удобрений и орошения на качественные показатели гибрида кукурузы Росс 140 СВ

3.8.1. Содержание и валовой сбор сухой массы в зависимости от орошения и удобрения

Влияние орошения и удобрения кукурузы необходимо оценивать не только по выходу зеленой массы, но и сухого вещества с единицы площади (табл. 14).

Известно, что содержание сухого вещества в любой сельскохозяйственной культуре, в том числе и кукурузе, напрямую зависит от множества факторов:

- сроков уборки урожая;
- высоты среза кормовых культур;
- среднесуточной температуры воздуха и мн.др.

К наиболее значимым факторам следует добавить фоны питания растений и дополнительного влагообеспечения кукурузы в виде вегетационных поливов.

Содержание и валовой сбор воздушно-сухой массы кукурузы по вариантам опыта (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны мине- рального питания)	Содержание сухого ве- щества, %	Валовый сбор сухой массы, т/га	Прибавка	
				от NPK	от по- лива
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	32,0	7,58	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	31,6	9,29	1,71	-
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	30,4	11,12	3,54	-
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	29,8	11,94	4,36	-
На орошении	Контроль (без удобрений)	30,2	8,30	-	0,72
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	29,1	9,78	1,42	0,49
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	27,3	11,96	3,66	0,84
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	25,8	13,08	4,78	1,14
НСР ₀₅	А		0,15		
	В		0,19		
	АВ		0,40		

Например, внесение расчетных норм минеральных удобрений, особенно на 40 и 50 т/га, привело к снижению содержания сухого вещества в богарной кукурузе на 2,2% (32,0-29,8=2,2%), а на орошении данный показатель повышается до 4,4%. В связи с этим прибавка сухой массы кукурузы от орошения была значительно ниже (0,72-1,14 т/га) по сравнению с прибавками, полученными от внесения расчетных норм минеральных удобрений (1,71-4,36) без полива и 1,42-4,78 т/га на орошении. Другими словами, на бедных серых лесных почвах Республики Татарстан без внесения минеральных удобрений ожидать получения высокой урожайности сухой массы кукурузы от орошения этой культуры не приходится.

В связи с этим внесение расчетных норм минеральных удобрений должно сопровождаться орошением гибрида кукурузы Росс 140 СВ, а не наоборот.

В заключение следует отметить, что В. Bastiman (1976), F. Weibech (1992), Е.В. Мадякин (2009), В.В. Кравченко (2015), Д. Шпаар (2007), F. Jager (2014), О.Л. Шайтанов (2018) уверены, что заготовка силоса с содержанием сухого вещества менее 25% становится причиной вытекания сока кукурузы из силосной ямы и накопления в силосе масляной кислоты. С этой точки зрения зеленая масса богарной кукурузы полностью соответствует нормативным показателям по содержанию сухого вещества. Однако, орошение кукурузы в сочетании с внесением минеральных удобрений на запланированные урожайности 50 т/га зеленой массы по содержанию сухого вещества вплотную приближаются к критической отметке 25% (фактическое содержание 25,8% при допустимой величине 25%).

Данную проблему можно решить двумя способами:

- на орошении высота среза кукурузы при уборке урожая должна быть ниже по сравнению с богарными посевами этой культуры;
- период уборки кукурузы на силос совпадает с уборкой яровых зерновых культур и в использовании измельченной соломы нет никаких ограничений.

3.8.2. Концентрация и валовой сбор сырого протеина

Качество кукурузного силоса и его питательность в большей степени зависит от содержания сырого протеина – основы жизни на нашей планете (табл. 15).

На посевах богарной кукурузы содержание сырого протеина возрастало пропорционально нормам внесения минеральных удобрений от 10,8 в контроле до 12,0% в сухой массе в варианте N₁₂₆P₆₆K₁₂₅. По этой причине валовой сбор сырого протеина составил 818 и 1423 кг/га соответственно по сравниваемым вариантам опыта. Прибавка от внесения минеральных удобрений была достаточно высокой – от 222 до 605 кг/га (27-74% к контролю).

Совершенно другая картина по концентрации сырого протеина в сухой массе кукурузы сложилась на орошении. Если в контроле (без удобрений) и в варианте внесения NPK-удобрений на планируемую урожайность 30 т/га зеленой

массы содержание сырого протеина было выше по сравнению с неорошаемым участком, то на высоком фоне питания (50 т/га) существенных различий не было: без полива 12%, а на орошении – 12,2%.

Таблица 15

Содержание и валовые сборы сырого протеина в зависимости от удобрения и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны мине- рального питания)	Содержание сырого про- теина, %	Вал. сбор сырого про- теина, кг/га	Прибавка	
				кг/га	%
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	10,8	818	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	11,2	1040	222	27
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	11,8	1243	425	52
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	12,0	1423	605	74
На орошении	Контроль (без удобрений)	11,3	938	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	12,0	1174	236	25
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	12,8	1539	601	64
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	12,2	1596	658	70

Замедление темпов концентрации сырого протеина по мере роста норм внесения минеральных удобрений на посевах яровых зерновых культур также отмечали И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, А.М. Ганиев (2018), М.Ф. Амиров (2021), на посевах кормосмесей Р. Х. Мухамадиев, Р. М. Низамов, М. М. Маликов (2017), на посевах кукурузы Л.П. Зарипова Ф.С., Гибадуллина, Ш.К. Шакиров (2010), Н.И. Кашеварев и др. (2004), В.М. Косолапов (2009), А.П. Шиндин (2009) и назвали этот процесс «эффектом разбавления».

В наших исследованиях, несмотря на это валовой сбор сырого протеина с 1 га орошаемой кукурузы на анализируемом варианте опыта превышал богарную

кукурузу на 173 кг. Более того, на орошении прибавка валового сбора сырого протеина от внесения этих же норм минеральных удобрений опережала богарный участок на 173 кг/га ($1996-1423=173$ кг/га).

Однако следует особо отметить большое значение внесения расчетных норм минеральных удобрений как на посевах кукурузы без полива, так и на орошении, поскольку прибавка сырого протеина во всех вариантах опыта была значительно выше по сравнению с полученными прибавками от орошения. К примеру, в последнем варианте опыта внесение минеральных удобрений с расчетом получения 50 т/га зеленой массы без полива обеспечило дополнительное получение 605 кг/га сырого протеина, а на орошении 658 кг/га.

В итоге, ключевая роль в валовом сборе сырого протеина, как на богарных, так и на орошаемых посевах кукурузы принадлежит расчетным нормам минеральных удобрений и особенно, взаимодействию азотно-фосфорно-калийных удобрений с поливами этой культуры в течение вегетационного периода.

3.8.3. Значение, содержание и валовой сбор сырого жира

Значение сырого жира в кормлении всех видов скота трудно переоценить, так как жир является источником энергии. Например, при переварении одного кг сырого протеина выделяется 24 кДж энергии, один кг углеводов обеспечивает выделение 17 кДж, а сырой жир – 38 кДж энергии (Гурьянов Л.М., 2007; Малько-Негре К., 2007; Митрик Т., 2005; Сотченко В.С., 2012; Улитко В.Е., 2002).

Кроме того, жир ускоряет строение новых клеток и улучшает пищеварение, защищает внутренние органы животных от механических повреждений, способствует поддержанию постоянной температуры тела, улучшает воспроизводство.

Самое главное, липидное питание усиливает синтез жира в молоке. Шестьдесят пять процентов жира в организм животных поступает с кормами. Поэтому оптимальной нормой содержания жира в сухой массе кормов должно быть не менее 3 и не более 5%, что контролируется определением этого элемента питания по ГОСТу 2605.2021 (график 2, приложение 3).

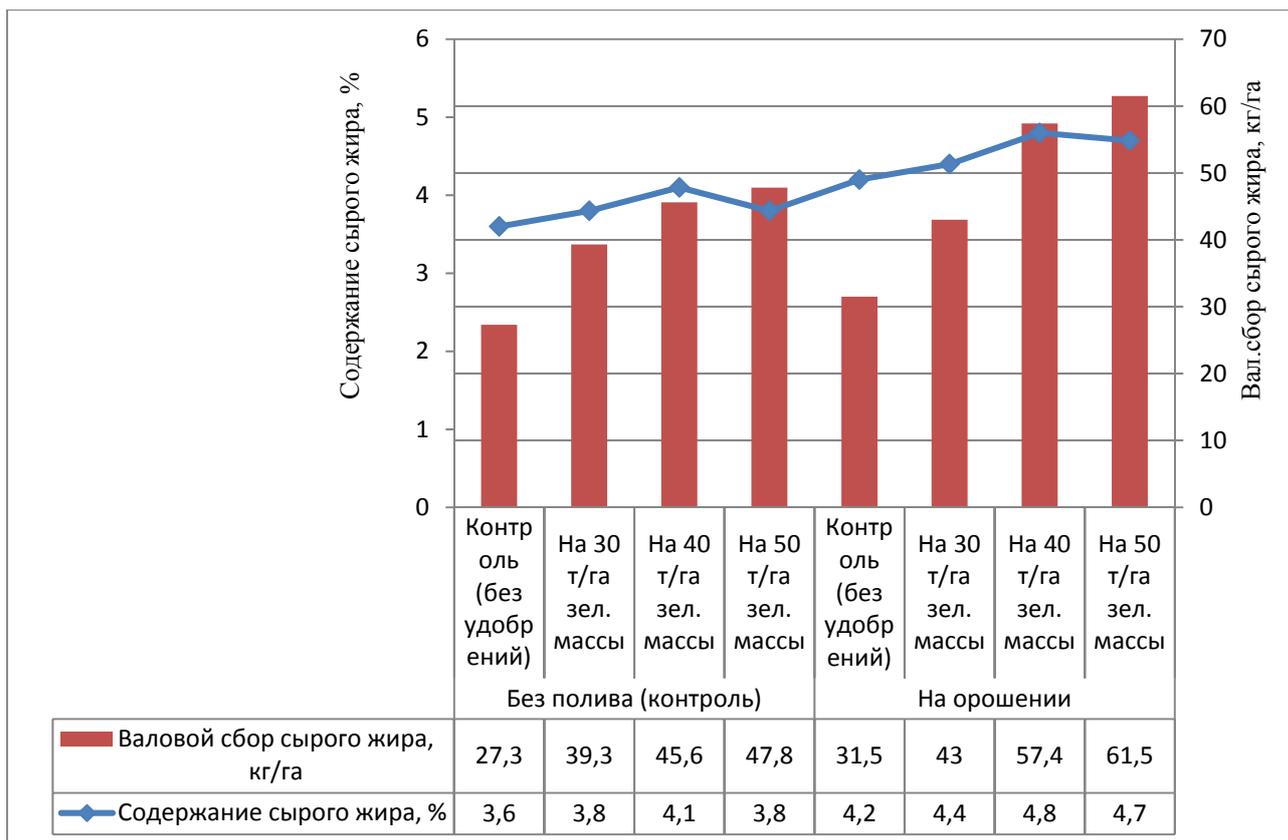


График 2. Влияние расчетных норм минеральных удобрений и орошения на содержание и валовые сборы сырого жира в сухой массе гибрида кукурузы Росс 140 (в среднем за 3 года)

По содержанию сырого жира в процентном выражении в сухой массе кукурузы во всех вариантах опыта соответствовали нормативным показателям. В то же время валовой сбор сырого жира с 1 га пашни между вариантами опыта составил от удобрений в интервале от 27,3 до 47,8 кг/га без полива и от 31,5 до 61,5 кг/га на орошении, то есть прибавка от орошения была высокой – 15,4 и 28,7%. На основе результатов содержания сырого жира в сухой массе кукурузы мы с большой уверенностью можем утверждать, что накопление данного элемента питания, прежде всего, зависит от внесения расчетных норм минеральных удобрений, и не можем отрицать большое значение орошения кукурузы в северной части лесостепной зоны Среднего Поволжья, в том числе и Республике Татарстан, которая отличается недостаточной и неустойчивой влагообеспеченностью.

Вместе с тем силос, заготовленный из биомассы кукурузы, выращенной на

высоких фонах минерального питания ($N_{126}P_{66}K_{125}$) независимо от полива желательно использовать в рационе кормления молодняка КРС мясного направления, так как большое количество жира в кормах способствует накоплению подкожного жирового слоя, но снижает надой молока (Таранов М.Т., 1987; Захаров Л.М, Мусаев Ф.А., 1991; Гибадуллина Ф.С., 2007; Спиридонов А.М., 2008).

В заключение следует отметить, что соответствие кукурузного силоса по содержанию сырого жира нормативным показателям исключает приобретение жмыха маслособойных заводов, цена реализации которого равняется цене продажи масличного сырья (в 2024 г. – 30 тыс. руб./т).

3.8.4. Сумма сахаров и сахаро-протеиновое соотношение

В прошлом столетии в рационе кормления КРС контролировали 5 питательных элементов: сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, сырая зола и БЭВ (рис. 3) и этого было достаточно для получения 2,5-3,0 тыс. литров молока в год от каждой дойной коровы.

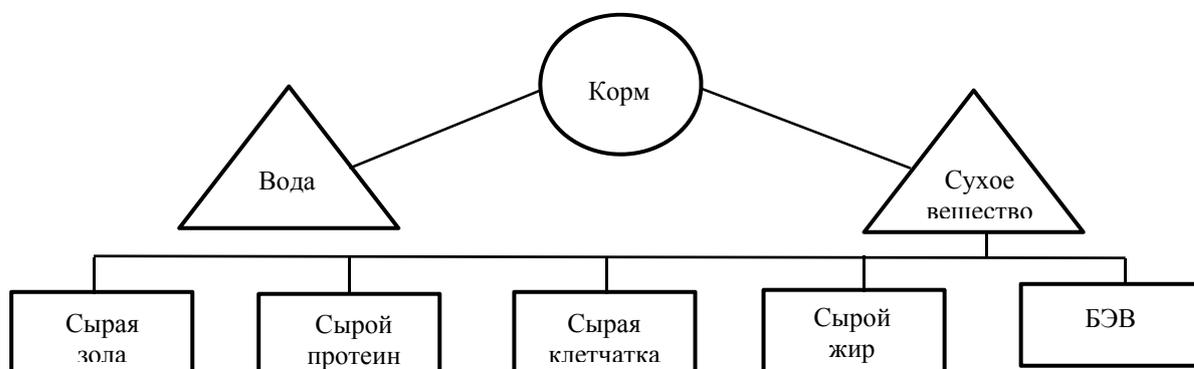


Рисунок 3. Составные части корма

Примечание: название «сырой» не имеет отношение к воде. Оно указывает на совокупность веществ в составе протеина, клетчатки, жира и золы

Повышение требований двукратного увеличения продуктивности КРС и составлению новых рационов кормления высокопродуктивных животных, появление новых методов анализа на более совершенных аналитических приборах и цифровых технологий расширили круг определяемых веществ до 25-30 наиме-

нований, включая сахаристые вещества, так как среди многочисленных показателей качества корма особое место занимают сахара, которые входят во фракцию безазотистых экстрактивных веществ в виде глюкозы, фруктозы, сахарозы, лактозы, декстрина, фруктозана, камеды, крахмала, пектина, инулина, лингина, гелицеллюлозы и др. (Беленчук В.И, 1987; Панфилов А.Э., 2004; Шакиров Ш.К., Шайтанов О.Л. и др., 2019).

Вышеотмеченные исследователи установили, что недостаток в рационах жвачных животных суммы сахаров становится причиной накопления в их крови и даже в молоке кетонных веществ (ацетон, ацетоуксусная кислота, бета-оксимасляная кислота), которые синтезируются в печени не только животных, но и человека. Кетозовая болезнь появляется при излишнем наличии в рационе кормления (или же питания) белковых веществ, которая сопровождается дефицитом суммы сахаров.

В то же время, избыток сахара тоже нежелателен, так как уксусная кислота, необходимая для синтеза молока, начинает активно использоваться для образования жира. В связи с этим, такие известные ученые в области кормления животных как Ф.С. Гибадуллина (2008), А.С. Шпаков (2008), Л.П. Зарипова и др. (2011), Ш.К. Шакиров (2013) установили, что сахаро-протеиновое соотношение для дойных коров должно соответствовать 0,8-1,0:1, а для глубокостельных коров (беременных за 2 месяца до рождения теленка) и в первые месяцы их лактации на каждые 100 г протеина требуется 110-120 г суммы сахаров.

Для решения данной проблемы в годы перестройки (1990-2000 гг.) многие хозяйства начали культивировать высокосахаристую сорго – суданскую траву, но из-за дороговизны семенного материала, завозимого из Саратова, от этой идеи отказались.

В Татарстане также пробовали выращивать райграс многоукосный, в котором содержание суммы сахаров в сухой массе составляет 10-12% (Баталова Г.А., 2004; Бадретдинов Р.А., 2008; Хисматуллин М.М., Сочнева С.В., Сафиоллин Ф.Н., 2019). Однако из-за частого вымерзания этой культуры в суровых зимних

условиях Татарстана он не нашел широкого распространения.

В нашей республике широко возделывается сахарная свекла, и ежегодные объемы производства составляет более 2 млн. тонн с содержанием сахара 14-16%. Казалось бы, решить проблему дефицита суммы сахаров за счет сахарной свеклы в рационе кормления 1 млн. дойных коров в Татарстане очень просто. Но с экономической точки зрения это крайне невыгодно.

Между тем в кукурузном силосе, заготовленном в молочно-восковой спелости початков, содержание суммы сахаров превышает все другие кормовые культуры нашего региона (табл. 16).

Таблица 16

Содержание суммы сахаров в кукурузном силосе и сахаро-протеиновое соотношение (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	Содержание суммы сахаров, %	Содержание переваримого протеина, %	Сахаро-протеиновое соотношение
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	8,2	7,6	1,1:1
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	8,8	8,4	1,0:1
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	8,5	9,4	0,9:1
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	8,1	9,6	0,8:1
На орошении	Контроль (без удобрений)	8,8	8,2	1,1:1
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	8,9	8,9	1,0:1
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	8,7	9,5	0,9:1
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	7,5	9,2	0,8:1

Примечание: коэффициент перевода сырого протеина в переваримый – 0,75

На посевах богарной кукурузы (30 т/га) в зависимости от внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемые урожайности зеленой массы кукурузы накопление суммы сахаров возрастает от 8,2 в контроле до 8,8% в воздушно-сухой массе. Дальнейшее повышение норм минеральных удобрений в целях получения 40, 50 т/га зеленой массы приводит к «разбавлению» содержания

этого важнейшего элемента питания до 8,5 и 8,1% соответственно. Тем не менее, сахаро-протеиновое соотношение остается в интервале допустимого (0,8:1; 1,1:1).

Вышеотмеченные закономерности сохраняются и в зеленой массе, полученной на посевах орошаемой кукурузы – соотношение суммы сахаров к переваримому протеину не меняется (0,8:1; 1,1:1).

Исходя из результатов, приведенных в таблице 15, можно заключить, что силос, заготовленный из зеленой массы контрольного варианта и варианта с применением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность зеленой массы 30 т/га, целесообразно использовать в рационе кормления дойных коров за 2 месяца до рождения теленка и 2 месяца после отела.

3.8.5. Динамика содержания сырой клетчатки в зависимости от удобрения и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ

Сырая клетчатка также является важной частью рациона кормления всех групп животных, поскольку она оказывает благоприятное действие на процессы пищеварения, усиливая соко- и ферментовыделение. В отличие от других элементов питания сырая клетчатка оказывает двойное действие в кормлении КРС: она необходима в качестве балластного материала и как питательное вещество, повышающее переваримость сырого протеина, сырого жира и суммы сахаров (углеводов). По этой причине поддержание оптимального уровня сырой клетчатки в кормах, в том числе и кукурузном силосе 20-25% имеет большое значение.

Известно, что количество сырой клетчатки в кукурузном силосе зависит от сроков уборки этой культуры: в фазе молочно-восковой спелости початков ее содержание достигает максимальной величины. Также большое влияние на концентрацию сырой клетчатки оказывает высота среза кукурузы: чем выше высота среза, тем меньше ее содержание.

Тем не менее, при прочих равных условиях и в условиях соблюдения прин-

ципа единственного различия содержание сырой клетчатки имело широкий диапазон в зависимости от применения расчетных норм минеральных удобрений и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ (рис. 4).

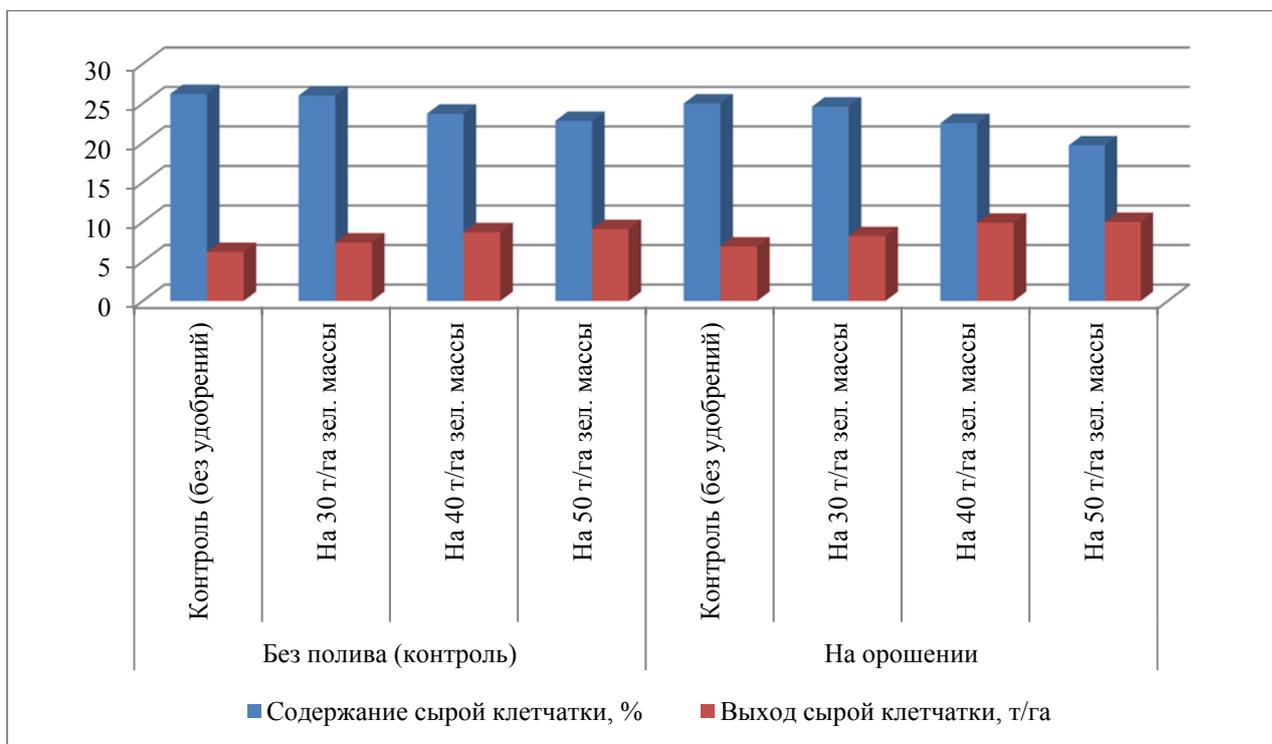


Рисунок 4. Содержание и выход сырой клетчатки с 1 га кукурузы по вариантам опыта (2022-2024 гг.)

Подробный анализ содержания сырой клетчатки в зеленой массе кукурузы позволяет с большой уверенностью утверждать, что:

- по мере роста норм внесения минеральных удобрений с расчетом получения 30, 40, 50 т/га зеленой массы изучаемой культуры содержание сырой клетчатки имеет четкую тенденцию снижения: без полива от 26,2 в контроле до 22,8% в последнем варианте опыта, а на орошении – от 25 до 19,7% соответственно;

- несмотря на снижение содержания сырой клетчатки, ее валовые сборы возрастают от 19,3 до 46,8% в последнем варианте опыта без полива кукурузы и от 8,7 до 44,9% на орошении;

- орошение кукурузы без внесения минеральных удобрений снижает содержание сырой клетчатки в процентном выражении на 1,2% ($25,0 - 26,2 = 1,2\%$),

тогда как на фоне минерального питания $N_{126}P_{66}K_{125}$ данная разница возрастает до 3,1% ($22,8-19,7=3,1\%$).

3.8.6. Влияние расчетных норм минеральных удобрений и орошения на содержание нитратов в зеленой массе кукурузы

Известно, что в кормах растительного происхождения содержатся не только полезные, но и вредные вещества. Вредные вещества объединены в 2 группы:

- 1 группа – естественные вредные компоненты обмена веществ в растениях (глюкозиналаты и эруковая кислота в маслосеменах ярового рапса, соланин в картофеле, кумарин в доннике белом). Вред от них можно избежать выбором сортов и гибридов;

- 2 группа – чужеродные примеси в кормах, оказавшиеся в них в результате антропогенного фактора (загрязнение окружающей среды веществами химического происхождения, нарушение технологии возделывания сельскохозяйственных культур, хранения конечной продукции и чрезмерное увеличение норм внесения минеральных удобрений в погоне за урожайностью).

Так, избыток азота в почве становится причиной накопления в растениях нитратов (NO_3). С одной стороны, нитраты являются основным элементом питания растений и сами по себе не опасны для здоровья животных и человека. Они легко выделяются вместе с отходами жизнедеятельности живого мира. С другой стороны, при избыточном содержании нитратов, они под действием микроорганизмов восстанавливаются до нитритов (NO_2), которые служат основой образования в организме животных (и не только животных) наиболее опасных соединений – нитрозаминов, обладающих канцерогенными свойствами (рак крови, рак кишечника и др.).

Кроме высоких норм внесения минеральных удобрений на накопление нитратов большое влияние оказывают погодные-климатические условия и орошение (табл. 17).

Влияние расчетных норм минеральных удобрений и орошения на накопление нитратов в зеленой массе кукурузы, мг/кг

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее за 2022-2024 гг.
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	223	347	266	279,0
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	225	398	287	303,3
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	246	405	321	324,0
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	315	481	337	377,7
На орошении	Контроль (без удобрений)	194	262	253	236,3
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	201	293	248	247,3
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	217	310	269	265,3
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	298	346	301	315,0

Примечание: предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в зеленой массе кукурузы составляет 500 мг/кг

Во-первых, по мере роста норм внесения минеральных удобрений с целью получения 30, 40, 50 т/га зеленой массы кукурузы содержание нитратов без орошения в среднем за 3 года повышается от 279,0 в контроле до 377,7 мг/кг на фоне N₁₂₆P₆₆K₁₂₅ (планируемая урожайность 50 т/га).

Во-вторых, накопление нитратов зависит от влагообеспеченности по годам исследований. В относительно засушливом 2023 г. (ГТК=0,84) в контроле превышение NO₃ составило 124 мг/кг (347-223=124 мг/кг) по сравнению с более влагообеспеченным (ГТК=1,25) 2022 годом. Разрыв между двумя сравниваемыми годами на высоком фоне минерального питания достигло до 166 мг/кг NO₃ (481-315=166 мг/кг) и вплотную приблизилось к предельно допустимой концентрации нитратов (500 мг/кг) в зеленой массе кукурузы.

В-третьих, зависимость накопления нитратов от влагообеспеченности доказывается посевами кукурузы на орошении. Во всех вариантах опыта накопление нитратов постоянно было меньше по сравнению с зеленой массой кукурузы, выращенной без полива. Например, в контроле в самом неблагоприятном 2023 г. без полива, как было отмечено выше, содержание нитратов составило 347 мг/кг зеленой массы против 262 мг/га на орошении. Разница в пользу орошения – 85 мг/кг ($347-262=85$ мг/кг). На высоком фоне минерального питания (NPK на 50 т/га) данная разница увеличивается до 135 мг/кг ($481-346=135$ мг/га).

В-четвертых, орошение не является стопроцентной гарантией исключения из зеленой массы кукурузы нитратов, так как по годам исследований их содержание имеет достаточно широкий диапазон.

И, наконец, мы не должны и не можем полностью исключить накопление нитратов, поскольку в почвенном растворе они играют большую роль в качестве азотного питания растений.

Из изложенного можно сделать следующее заключение:

При внесении минеральных удобрений на посевах богарной кукурузы с расчетом получения более 40 т/га в острозасушливые годы возникает риск накопления нитратов выше предельно допустимой их концентрации (ПДК=500 мг/кг).

В условиях возделывания кукурузы на орошении с точки зрения накопления нитратов теоретически можно предположить возможность внесения минеральных удобрений с расчетом получения более 50-ти т/га зеленой массы этой культуры.

3.8.7. Обеспеченность зеленой массы кукурузы минеральными веществами

В рационе кормления животных в настоящее время учитывается не только содержание вышеотмеченных питательных элементов, но и обеспеченность кормов такими минеральными веществами как кальций, фосфор, калий и микроэлементы (медь, бор, марганец, молибден, йод, кобальт, цинк). Поскольку изучение микроэлементного состава зеленой массы кукурузы не входило в задачу наших исследований, мы ограничились анализом содержания макроэлементов в

зеленой массе кукурузы.

Среди них особое место занимает кальций, который служит материалом для построения костной ткани, возбудимости нервно-мышечной ткани и свертывания крови. Его содержание зависит от обеспеченности почв этим минеральным элементом, критерием которого является рН солевой вытяжки и насыщенность пашни обменным фосфором и калием. Вместе с тем, известкование кислых почв и внесение высоких норм минеральных удобрений становятся причиной проявления «эффекта разбавления» минеральных веществ, на что указывали известные ученые-агрохимики и специалисты в области кукурузоводства Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, Н.А. Казеева (2021), И.П. Таланов, М.Ю. Михайлова, Л.З. Каримова (2015), Ю.В. Сотченко, В.С. Сотченко, О.В. Шайтанов (2017).

Таковую же точку зрения высказывали также и зарубежные исследователи: Nosko B.S. (1996), Шеуджен А. Х. (2025), Nkebiwe P.M и др. (2016), Bogusz P., Brodowska M.S, Rusek P, (2024). Они единогласно утверждают, что в результате применения минеральных удобрений в зеленой массе кукурузы возникает дефицит, прежде всего кальция, затем фосфора и калия, что было частично установлено и в наших исследованиях (табл. 18).

Так, в зеленой массе богарной кукурузы содержание кальция повышается от 0,32 в контроле до 0,37 кг/100 кг в варианте внесения минеральных удобрений с расчетом получения 40 т/га зеленой массы. В тех же условиях внесение NPK-удобрений с целью получения 50 т/га зеленой массы, анализируемый показатель снижается на 0,01 кг/100 кг ($0,37 - 0,36 = 0,01$ кг/100 кг).

Орошение кукурузы стимулирует накопление кальция в зеленой массе, так как его содержание в контроле составило 0,4 кг/100 кг против 0,32 кг/100 кг без полива. Более того, самое высокое содержание кальция (0,39 кг/100 кг) среди 8-ми вариантов опыта было обнаружено именно в зеленой массе орошаемой кукурузы, выращенной на фоне минерального питания, рассчитанного на планируемую урожайность 40 т/га.

Обеспеченность зеленой массы гибрида кукурузы Росс 140 СВ
минеральными веществами, кг/100 кг

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального пи- тания)	Са	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Соотно- шение кальция, фосфора
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	0,32	0,28	0,20	0,28	1,6:1
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	0,36	0,37	0,18	0,36	2,0:1
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	0,37	0,38	0,15	0,35	2,5:1
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	0,36	0,39	0,14	0,36	2,6:1
На орошении	Контроль (без удобрений)	0,34	0,36	0,20	0,30	1,7:1
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	0,38	0,37	0,19	0,38	2,0:1
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	0,39	0,36	0,15	0,34	2,6:1
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	0,32	0,36	0,14	0,34	2,3:1

Суждение о влиянии орошения и удобрения на накопление кальция в зеленой массе кукурузы без учета его соотношения к фосфору не раскрывает полную картину, поскольку высока роль фосфора в рационе кормления КРС. Он принимает активное участие в белковом обмене, обмене жиров, углеводов, витаминов и входит в состав важнейших метаболитов (Булдыкова И.А., 2014; Воронин А.Н., 2018; Диканев Г.Р., Ефанов Д.В., 2007).

Оптимальным соотношением кальция к фосфору считается 2:1 – 3:1. Этому нормативу соответствовали все варианты опыта, кроме контрольных вариантов. В контроле в зеленой массе гибрида кукурузы в среднем за 3 года это соотношение составило 1,6:1 против в 4-м варианте 2,6:1, а на орошении 1,7:1 и 2,6:1 соответственно.

Среди 4-х наиболее значимых минеральных веществ азоту принадлежит

особое место, поскольку азот – это белок, а белок – основа жизни на земле. Он входит в состав РНК и ДНК, передающих потомкам наследственные признаки, нет ни одной живой или же растениеводческой клетки без участия азота.

Содержание этого элемента питания в зеленой массе кукурузы сначала возрастает пропорционально внесенным минеральным удобрениям (на 30 т/га) как без полива, так и на орошении (0,38 кг/100 кг зеленой массы). Затем его концентрация снижается без полива до 0,34 кг/100 кг, а на орошении – до 0,32 и 0,30 кг/100 кг биомассы кукурузы. Такое явление объясняется эффектом «разбавления», на что указывали Ф.Н. Сафиоллин (2022) по накоплениям сырого жира в маслосеменах ярового рапса, С.Р. Сулейманов (2023) – на посевах подсолнечника, а С.В. Кондрат (2007) такое явление назвала «ростовым разбавлением».

При недостатке калия в кормах животные растут и развиваются плохо, повышается возбудимость, наблюдается расстройство сердечной деятельности (аритмия, низкое давление), нарушаются функции печени, что характерно и для человека.

В зеленой массе кукурузы содержание калия составило 0,28-0,36 кг/100 кг без полива и от 0,30 до 0,38 кг/100 кг на орошении. В целом такое содержание соответствует оптимальным показателям.

Таким образом, обеспеченность зеленой массы кукурузы минеральными веществами во всех вариантах опыта соответствует предъявляемым зоотехническим нормам кормления КРС.

Глава IV. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ КУКУРУЗЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

4.1. Накопление пожнивно-корневых остатков

По утверждению Л.И. Еськовой (2004), А.И. Еськова (2013), С.Е. Егоян (2007), Азаренко Ю. А. (2021) и других 70-75% почвенного гумуса образуется за счет минерализации пожнивно-корневых остатков сельскохозяйственных культур.

Интервал в объеме образования гумуса 15% объясняется биологическими особенностями возделываемых культур: корневая система яровых зерновых культур занимает 20-25 см почвенного профиля, люцерно-злаковых многолетних трав 25-40 см.

В этом отношении особо выделяется кукуруза. Ее четырех ярусная корневая система может занять до 60 см активного слоя почвы, а часть из них проникает в глубину 1,5-2,0 метра (Лукин Е.В., 1997; Магомедов Н.Р., 2011; Мелихов В.В., 2008), извлекая основные питательные вещества, которые совершенно недоступны яровым и озимым зерновым культурам.

При определении объемов накопления пожнивно-корневых остатков необходимо выяснить различие двух величин – пахотный слой почвы и активный слой почвы. Пахотный слой почвы – это средняя глубина основной обработки почвы (вспашки или же плоскорезной обработки), на серых лесных почвах она составляет 22-24 см. Активный слой почвы – это глубина почвенного профиля, в которой находится основная масса корневой системы, для кукурузы 0-40 см (табл. 19).

В среднем за 4 года в слое почвы 0-40 см в контрольном варианте опыта (без орошения и без удобрений) после уборки кукурузы на высоте среза 20 см остается 6,64 т/га воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков.

В тех же почвенно-климатических условиях, по мере роста норм внесенных минеральных удобрений на планируемые урожайности зеленой массы ги-

брида кукурузы Росс 140 СВ 30 и 40 т/га обеспечивает дополнительное формирование воздушно-сухой массы корневых остатков 0,44-2,48 т/га, что выше контроля соответственно на 9,9-37,3%.

Таблица 19

Объемы накопления пожнивно-корневых остатков в зависимости от фона минерального питания и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны минераль- ного питания)	Воздушно-су- хая масса, т/га	Прибавка, т/га	
			от удобрений	от орошения
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	6,64	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	7,08	0,44	-
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	9,12	2,48	-
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	8,35	1,71	-
На орошении	Контроль (без удобрений)	7,46	-	0,82
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	8,12	0,67	1,04
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	10,44	2,98	1,32
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	9,57	2,11	1,22
НСР ₀₅	А	0,18		
	В	0,22		
	АВ	0,32		

Особенно большие прибавки от внесения расчетных норм минеральных удобрений были получены на посевах орошаемой кукурузы – 0,67 т/га воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков в варианте внесения NPK с расчетом получения 30 т/га зеленой массы и 2,98 т/га на фоне минерального питания N₁₀₁P₅₃K₉₉ (40 т/га).

Дальнейшее повышение норм внесения минеральных удобрений (NPK на 50 т/га) независимо от условий увлажнения становится причиной уменьшения темпов накопления анализируемой величины, так как корневая система кукурузы полностью переходит на использование элементов питания из минеральных удобрений. Такая же закономерность была обнаружена в исследованиях В.В. Найденова (2008), А.И. Невзорова (2006), В.А. Федорова, В.А. Воронцова (2000). Тем не менее эффект от орошения кукурузы остается весьма высоким – 1,22 т/га воздушно-сухой массы.

В заключение необходимо особо подчеркнуть 2 момента. Во-первых, внесение малых норм NPK-удобрений, рассчитанных на получение 30 т/га зеленой массы орошаемой кукурузы, не выгодно – прибавка накопления воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков всего 0,23 т/га по сравнению с вариантом без полива ($8,12 - 7,08 = 0,23$ т/га). Во-вторых, возделывать кукурузу на орошении без внесения минеральных удобрений крайне невыгодно – прибавка накопления остатков органической массы всего 0,82 т/га против 1,32 т/га в варианте внесения NPK на 40 т/га зеленой массы и 1,22 т/га – на 50 т/га.

Следовательно, фактор А (орошение) усиливает действие фактора В (фонны минерального питания), способствуя повышению коэффициента продуктивности корневой системы гибрида кукурузы Росс 140 СВ (табл. 20).

Во всех вариантах опыта без полива коэффициент продуктивности корневой системы объекта наших исследований превышал варианты с орошением:

- в контроле без полива 1,14, а на орошении 1,11;
- в варианте NPK на 30 т/га соответственно 1,31 и 1,20;
- в варианте NPK на 40 т/га соответственно 1,22 и 1,14;
- в варианте NPK на 50 т/га соответственно 1,42 и 1,40.

Такое противоречие видимо объясняется тем, что за поиском влаги корневая система кукурузы без полива стремится вниз на глубину более чем 40 см, и они не попали в учет.

Влияние орошения и минеральных удобрений на коэффициенты продуктивности корневой системы гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	Урожайность сухой массы кукурузы, т/га	Сухая масса пожнивно-корневых остатков, т/га	Коэффициент продуктивности корневой системы
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	7,58	6,64	1,14
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	9,29	7,08	1,31
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	11,12	9,12	1,22
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	11,94	8,35	1,42
На орошении	Контроль (без удобрений)	8,30	7,46	1,11
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	9,78	8,12	1,20
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	11,96	10,44	1,14
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	13,08	9,57	1,40
НСР ₀₅	А	0,30	0,28	
	В	0,36	0,31	
	АВ	0,41	0,36	

С другой стороны, существует четкая тенденция повышения коэффициента продуктивности работы корневой системы под влиянием минеральных удобрений. Так, в последних вариантах опыта (NPK на 50 т/га) без полива на одну единицу пожнивно-корневых остатков формируется 1,42 единицы надземной воздушно-сухой массы кукурузы, а на орошении – 1,40 ($11,94:8,35=1,42$ без полива и $13,08:9,57=1,40$ на орошении).

4.2. Интенсивность минерализации остатков органического вещества кукурузы

Плодородный слой почвы толщиной от 0,2 м в Нечерноземной зоне Российской Федерации до более чем 1 м в черноземах был создан за счет минерализации остатков органического вещества в течение многих веков. Как утверждают основоположники Российского почвоведения (Вильямс В.Р., 1949; Лыков А.М., 1982; Тимирязев К.А., 1948) и зарубежные ученые (Chang С., 1989; Heer W.F., 1989; Jeshko N., 1993) на формирование 1 см плодородного слоя почвы природа затрачивала 200 лет. Поэтому они считают, что сельскохозяйственные формирования не являются производителями плодородного слоя почвы, они лишь соучастники этого процесса. Другими словами, человек, применяя органические и минеральные удобрения, соблюдая почвозащитные севообороты, оптимизируя систему обработки почвы, проводя химическую, лесотехническую, агротехническую, гидротехническую и др. виды мелиорации, способствует увеличению объемов накопления пожнивно-корневых остатков и ускорению их минерализации, то есть повышению биологической активности почвы.

Биологическая активность почвы – это совокупность биологических и биохимических процессов, протекающих в почве и связанных с жизнедеятельностью почвенной фауны (прежде всего целлюлозоразлагающих бактерий).

Существует несколько способов определения биологической активности почвы:

- метод прямого чашечного подсчета грибков и бактерий;
- метод анализа жирных кислот (фосфолипидов при помощи биохимических тестов);
- метод определения дыхания почвы (интенсивности окислительных процессов при минерализации остатков органического вещества);
- наиболее информативным, наиболее объективным методом является метод определения активности целлюлозоразлагающих грибков и бактерий при помощи закладки льняных полотен на глубину пахотного слоя почвы, что было

сделано в наших исследованиях и получены следующие результаты (рис. 5, фото 8).



Фото 8. Минерализация льняной ткани в зависимости от фона минерального питания и орошения кукурузы (сентябрь 2024 г.)

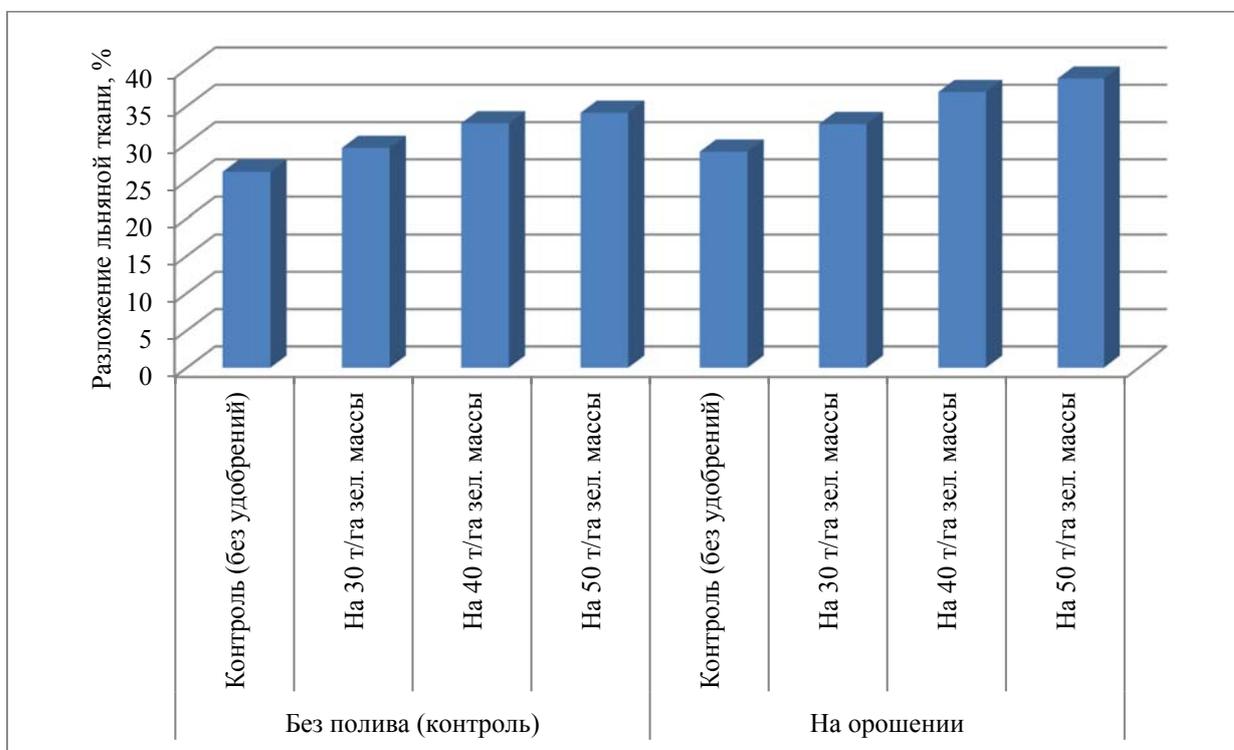


Рисунок 5. Параметры биологической активности серых лесных почв в зависимости от фонов минерального питания и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ

Согласно методике полевого опыта, льняные полотна шириной 10 см, длиной 20 см закладываются по вариантам опыта после уборки зеленой массы кукурузы и основной обработки почвы на углу делянки с отступом по 1 м с краев на 31 день. Сухая масса льняной ткани измеряется до и после завершения установленного срока.

Результаты измерения показали, что в течение 1 месяца без внесения минеральных удобрений и полива минерализуется 26,2% пожнивно-корневых остатков кукурузы против 34,1% на фоне минерального питания, рассчитанного на получение 50 т/га зеленой массы.

Процесс разложения органической массы ускоряется на орошении от 10,3 в контроле до 13,5% в последнем варианте опыта ($38,7:34,1 \times 100 = 13,5$). Для сравнения отметим, что повышение биоактивности почвы во всех вариантах было максимальное при сочетании внесения расчетных норм минеральных удобрений с орошением кукурузы: от 12,8 до 33,0% против 10,1 и 27,2% при внесении этих же норм минеральных удобрений, но без полива, хотя эффект от орошения уступает эффекту от минеральных удобрений. По этой причине в Республике Татарстан в целях ускорения минерализации измельченной соломы повсеместно вносят аммиачную селитру из расчета 10 кг действующего вещества на каждую тонну соломы.

4.3. Динамика структурного состояния серой лесной почвы в зависимости от условий увлажнения и уровня минерального питания кукурузы

Структурно-агрегатный состав почвы зависит, прежде всего, от зональных особенностей почвенного покрова Российской Федерации. Почвы Нечерноземной зоны, представленные дерново-подзолистыми почвами, по содержанию водпрочных агрегатов от 0,25 до 10 мм значительно уступают выщелоченным, оподзоленным, типичным черноземам. Кроме того, в одной и той же зоне структурность почвенного покрова может меняться в широком диапазоне в зависимости от принятой системы земледелия, включая систему основной и предпосевной подготовки почвы, набора сельскохозяйственных культур в севооборотах, также

как и фона минерального питания (приложение 1).

Результаты сухого просеивания 1 кг почвы показывают, что в слое почвы 0-40 см под действием минеральных удобрений и орошения содержание водопрочных агрегатов перед уборкой кукурузы повышается от 56% в контроле (без орошения и удобрений) до 72% на фоне минерального питания орошаемой кукурузы, внесенного с расчетом получения 50 т/га зеленой массы с початками в молочно-восковой спелости, что выше контроля на 28,6% ($72:56 \times 100 = 128,6\%$).

Вместе с тем, мы не можем отрицать значение применения расчетных норм минеральных удобрений на посевах богарной кукурузы:

- в варианте NPK на 30 т/га зеленой массы содержание водопрочных агрегатов увеличивается на 3% ($59-56=3\%$), но уступает исходному содержанию на 1%;

- в варианте NPK на 40 т/га – на 6% и превышает исходное содержание на 2%;

- в варианте NPK на 50 т/га – на 10% и превышает исходное содержание на 6%.

Более объективным показателем улучшения структурно-агрегатного состава почвы является коэффициент его структурности, который рассчитывается по формуле:

$$K_c = \frac{A}{B}, \quad \text{где}$$

K_c – коэффициент структурности;

A – содержание почвенных агрегатов от 0,25 до 10 мм, %;

B – содержание почвенных агрегатов менее 0,25 мм и более 10 мм, %.

По коэффициенту структурности более 1,5 серые лесные почвы считаются удовлетворительными, а более 2,0 – хорошо окультуренными (Салихов А.С., 2008; Усенко В.И., 2000; Хадеев Т.Г., 2010; Шайхутдинов Ф.Ш., 2004). К выше указанным нормативным показателям соответствуют группе «удовлетворительно» все варианты опыта кроме контроля и второго варианта (30 т/га) без полива (1,27 и 1,44). Кроме того, на орошении два последних варианта опыта (40 и

50 т/га) относятся к группе почв – хорошо окультуренных, что очень четко прослеживается на рисунке 6 (прил.11).

В заключение следует отметить, что структурно-агрегатный состав серых лесных почв подвержен к динамичному изменению – коэффициент структурности повышается к концу вегетационного периода от 1,27 в абсолютном контроле (без удобрений и без полива) до 1,94 в варианте с внесением NPK-удобрений на планируемую урожайность 50 т/га зеленой массы без полива от 1,63 до 2,57 соответственно на орошении.

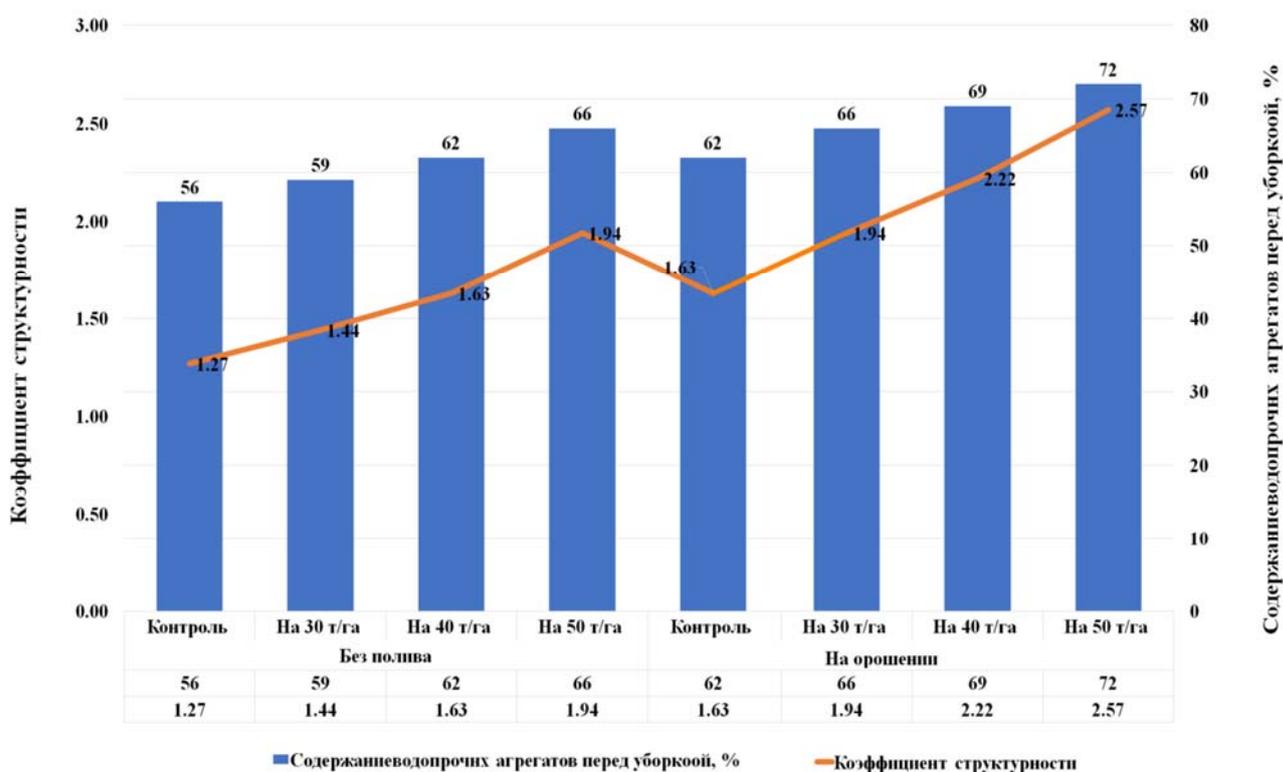


Рисунок 6. Содержание водопрочных агрегатов и коэффициент структурности серой лесной почвы перед уборкой гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

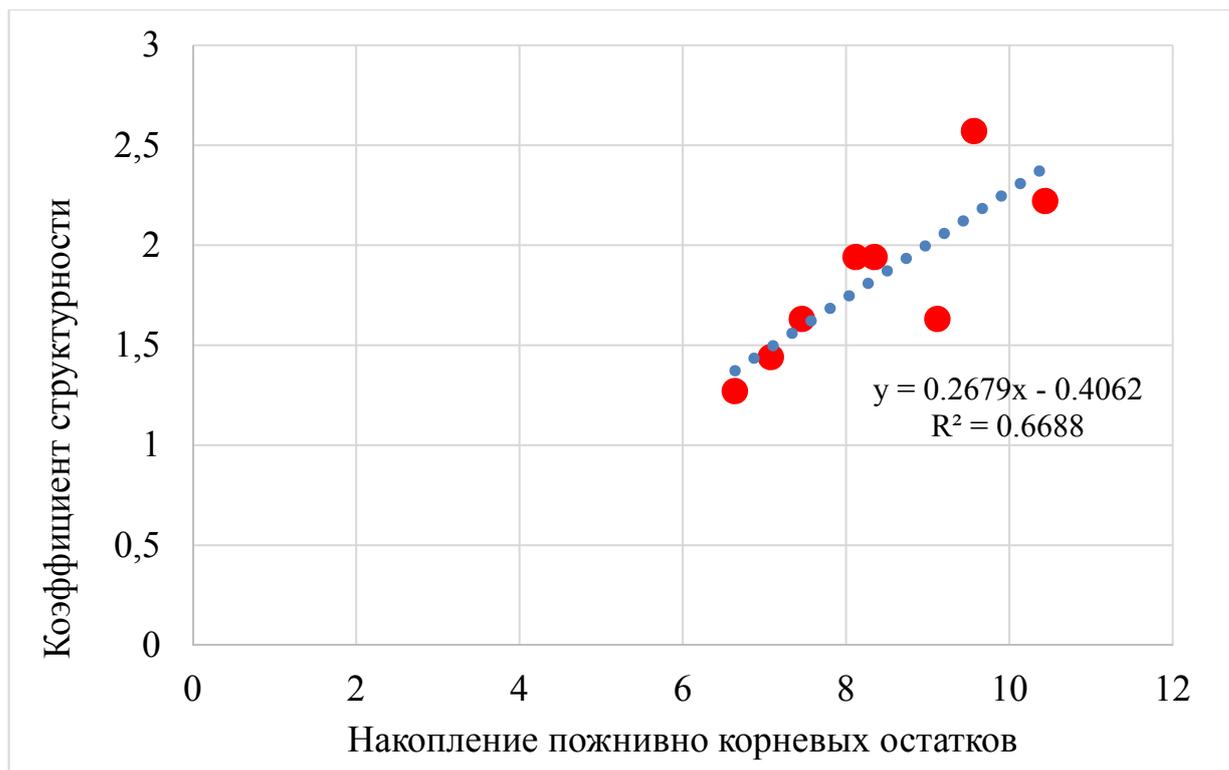


График 3. Корреляционная зависимость между накоплением пожнивно-корневых остатков и структурно-агрегатным составом серых лесных почв по вариантам опыта

Улучшение структурно-агрегатного состава серой лесной почвы и повышение коэффициента структурности объясняется тем, что минеральные удобрения и орошение способствуют формированию мощной корневой системы кукурузы, которая пронизывает почву во всех направлениях, что подтверждается корреляционным анализом (график 3).

Аналогичные результаты на посевах кукурузы были получены в исследованиях В.А. Николаева (2015), Н.М. Никульникова (2004), А.В. Ширяева, Л.Н.Кузнецовой (2014).

Таким образом, минеральные удобрения и орошение кукурузы являются основой значительного улучшения структурно-агрегатного состава серых лесных почв нашей республики.

4.4. Плотность сложения почвы

Как было отмечено выше наряду с влагообеспеченностью в современном агропромышленном комплексе на первый план в качестве ограничивающего

фактора роста урожайности сельскохозяйственных культур выходит плотность сложения почвы. Это связано не только с внедрением ресурсосберегающих приемов основной обработки почвы, но и освоением мощных посевных комплексов, выполняющих 5-6 операций за 1 проход (внесение удобрений, предпосевная культивация, выравнивание и измельчение почвенных комков, посев, прикатывание).

В условиях орошения данная проблема возрастает во много раз, поскольку поливная вода оказывает дополнительное давление на почву столько тонн на гектар пашни, сколько сумма поливных норм (1 м^3 воды равняется 1 т). В связи с этим мониторинг плотности сложения почвы приобретает актуальный характер (табл. 21).

Таблица 21

Плотность сложения серой лесной почвы в слое 0-40 см под посевами гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального пи- тания)	Плотность сложения почвы, г/см ³	В % к исходной плотности сложе- ния почвы
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	1,23	102,5
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	1,22	101,7
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	1,20	100,0
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	1,19	96,7
На орошении	Контроль (без удобрений)	1,25	104,2
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	1,23	102,5
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	1,21	100,8
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	1,20	100,0

Примечание: исходная плотность сложения почвы перед посевом кукурузы составила 1,20 г/см³

Измерение плотности сложения серой лесной почвы современным плотномером марки Wile soil показало, что к концу вегетационного периода плотность сложения орошаемой почвы без внесения минеральных удобрений повышается до $1,25 \text{ г/см}^3$ против $1,20 \text{ г/см}^3$ в исходной почве (перед посевом).

По мере роста норм внесения минеральных удобрений плотность сложения орошаемого участка под посевами кукурузы снижается от $1,25 \text{ г/см}^3$ в контроле до $1,20 \text{ г/см}^3$ на фоне минерального питания, рассчитанного на получение 50 т/га зеленой массы этой культуры. Это видимо, связано со структурно-агрегатным составом почвы (график 4).

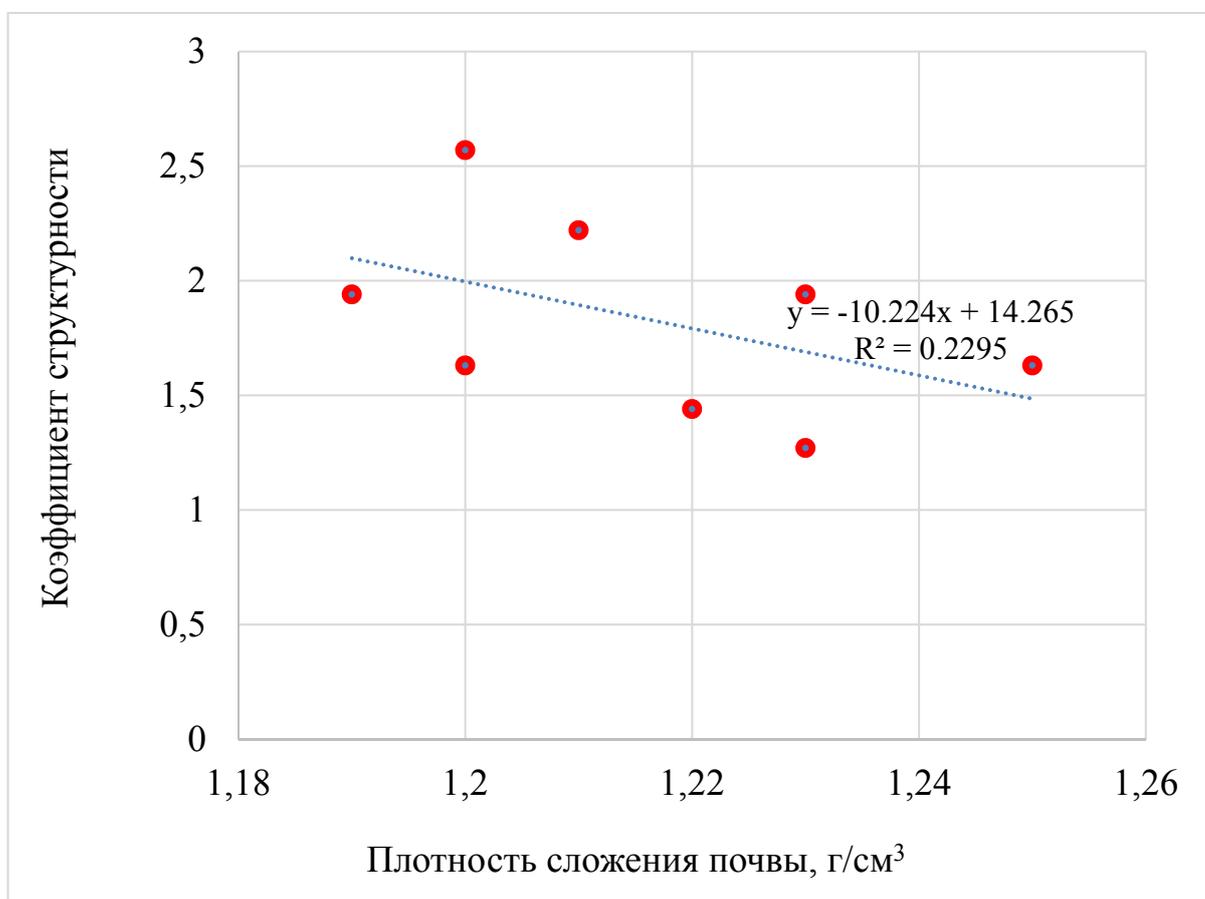


График 4. Корреляционная зависимость между структурно-агрегатным составом (%) и плотностью сложения серых лесных почв (г/см^3)

На богарных посевах кукурузы динамика уплотнения почвы происходит более медленными темпами:

- в контроле $1,23$ против $1,25 \text{ г/см}^3$ на орошении;
- в варианте НРК на 30 т/га – $1,22$ против $1,23 \text{ г/см}^3$ на орошении;

- в варианте НРК на 40 т/га – 1,20 против 1,21 г/см³ на орошении;
- в варианте НРК на 50 т/га – 1,19 против 1,20 г/см³ на орошении.

Тем не менее, незначительный перепад плотности сложения почвы в боргарных участках (0,04 г/см³) и на орошении (0,05 г/см³) объясняется тем, что в фазе 3-4 пар настоящих листьев кукурузы была проведена междурядная обработка. В случае промышленной технологии возделывания этой культуры, как практикуется в крупных холдинговых компаниях (без боронования, без междурядных обработок) теоретически можно предположить более существенное повышение плотности сложения всех типов почв, в первую очередь серых лесных, светло-серых, дерново-подзолистых и других низкоплодородных земельных ресурсов Республики Татарстан.

4.5. Хозяйственный вынос и коэффициенты использования питательных веществ

Кукуруза отличается от других сельскохозяйственных культур высокими потенциальными возможностями. Так, рекордная урожайность зерна кукурузы 19,2 т/га и зеленой массы 197,6 т/га были зарегистрированы на Украине в 1970 годы.

В то же время она предъявляет высокие требования физико-химическим свойствам почвы:

- кислотность должна быть близка к нейтральной: 6,5-7,0;
- плотность сложения почвы от 1,10 до 1,20 г/см³ (при 1,3-1,5 г/см³ в почве накапливается излишнее количество углекислого газа (СО₂));
- содержание кислорода в почве должно быть 18-20% против 20,95% кислорода в воздухе. При содержании в почве менее 15% кислорода формирование корневой системы прекращается, а накопление биомассы замедляется;
- кукурузе требуется высокое плодородие и хорошо окультуренная почва с содержанием гумуса не менее 4-5% по Тюрину, то есть черноземы, темно-серые почвы и зернисто-пойменные луга.

Однако это не означает отказ от возделывания кукурузы на серых лесных

почвах Предкамской зоны Республики Татарстан, обеспечивая этих земель дополнительными элементами питания и орошения.

Высокое требование кукурузы к плодородию почвы объясняется выносом на формирование биомассы значительно большего количества элементов питания по сравнению с яровыми и озимыми зерновыми культурами (табл. 22).

Таблица 22

Сравнительная оценка хозяйственного выноса элементов питания кукурузой в зависимости от условий увлажнения серых лесных почв (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального пи- тания)	Хозяйственный вынос, кг/га			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Итого
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	66	47	66	179
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	108	53	106	267
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	135	55	131	321
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	156	56	144	356
На орошении	Контроль (без удобрений)	82	55	82	220
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	124	63	127	314
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	158	66	149	373
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	182	71	172	425

Вынос азота богарной кукурузой в зависимости от фонов минерального питания увеличивается до 156 кг/га, что превышает контроль в 2,36 раза ($156:66=2,36$ раза), фосфора – в 1,19 раза и калия в 2,18 раза. То есть, богарная кукуруза на типичных серых лесных почвах больше всего нуждается в азотно-калийном питании. При этом, чем больше планируемая урожайность зеленой массы изучаемой культуры, тем выше вынос основных элементов питания.

На орошении вынос элементов питания несколько меняется в сторону их увеличения. К примеру, вынос азота кукурузой в последнем варианте опыта

(NPK на 50 т/га зеленой массы) составил 182 кг/га, что выше аналогичного варианта опыта без полива на 26 кг/га ($182-156=26$ кг/га), фосфора – на 6 и калия – на 28 кг/га. То есть, благодаря образованию более разветвленной корневой системы в подземном пространстве кукуруза дополнительно использует 26 кг/га азота, 6 кг/га фосфора и 28 кг/га калия.

В качестве дополнительного доказательства о повышении использования почвенных элементов питания орошаемой кукурузы можно рассмотреть их дефицит (табл. 23).

Таблица 23

Сравнительная оценка дефицита основных элементов питания в зависимости от условий увлажнения гибрида кукурузы Росс 140 СВ, кг/га д.в. (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального пи- тания)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Итого
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	66	47	66	179
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	32	13	36	81
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	34	2	37	73
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	30	10	19	49
На орошении	Контроль (без удобрений)	82	55	82	219
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	48	13	57	118
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	57	13	55	125
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	56	5	47	108

Прежде чем приступить к анализу данных таблицы 23 следует отметить превышение внесенных норм фосфорных удобрений над их выносом на посевах богарной кукурузы в варианте внесения NPK-удобрений с расчетом получения 50 т/га зеленой массы кукурузы. Вышеотмеченная разница составила 10 кг/га.

Совершенно другая картина складывалась по азоту, фосфору и калию в других вариантах опыта. Суммарный дефицит этих элементов питания составил на посевах богарной кукурузы от 49 до 81 кг/га, а на орошении – от 108 до 125 кг/га. В переводе на практический язык это означает, что в зависимости от фона минерального питания богарная кукуруза дополнительно к контролю может использовать от 30 до 34 кг/га азота, от 2 до 13 кг/га фосфора и от 19 до 37 кг/га подвижного калия. Способность орошаемой кукурузы дополнительного использования почвенных элементов питания увеличивается от 48 до 57 кг/га азота, от 5 до 13 кг/га фосфора и от 47 до 57 кг/га калия.

Следовательно, на типичных серых лесных почвах для оптимизации фонов минерального питания кукурузы соотношение NPK-удобрений необходимо менять в сторону повышения азота и подвижного калия и это соотношение должно быть 2:1:2, что подтверждается расчетами коэффициента использования элементов питания из внесенных минеральных удобрений (табл. 24).

Таблица 24

Сравнительная оценка коэффициентов использования питательных веществ из минеральных удобрений в зависимости от условий увлажнения кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	Коэффициент использования, %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	-	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	55	15	57
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	68	15	62
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	71	14	62
На орошении	Контроль (без удобрений)	-	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	55	20	64
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	75	21	71
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	79	24	72

Сравнительная оценка коэффициентов использования элементов питания из внесенных минеральных удобрений, рассчитанных по формуле:

$$K_y = \frac{B - b}{D} \times 100, \quad \text{где}$$

B – вынос элементов питания на формирование фактического урожая зеленой массы кукурузы на удобренных вариантах, кг/га;

b – вынос азота, фосфора и калия на контрольном варианте опыта, кг/га;

D – норма внесения NPK по вариантам опыта, кг/га д.в.,

позволяет отметить следующие тенденции и закономерности:

- на посевах богарной кукурузы самый высокий коэффициент использования азота (71%) и калия (62%) отмечено в варианте внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность 50 т/га зеленой массы кукурузы;

- чем меньше нормы внесения минеральных удобрений, тем меньше коэффициенты их использования:

- NPK на 30 т/га зеленой массы 55 и 57%;

- NPK на 40 т/га зеленой массы 68 и 62%;

- из этого ряда выпадает подвижный фосфор, коэффициент использования которого по мере роста норм внесения минеральных удобрений снижается от 15 до 14%;

- разница в пользу орошения по коэффициенту использования в последних двух вариантах опыта составила:

- для NPK на 40 т/га зеленой массы 7% по азоту, 7% по фосфору и 9% по калию;

- для NPK на 50 т/га зеленой массы 8% по азоту, 10% по фосфору и 10% по калию.

Таким образом, количество используемых элементов питания из внесенных минеральных удобрений на посевах кукурузы зависит как от норм их внесения, но больше всего от условий дополнительного увлажнения почвы.

- в целом, орошение повышает коэффициент использования азота от 8 до 23% по сравнению с богарной кукурузой в зависимости от норм его внесения,

фосфора – от 5 до 10% и калия – от 6 до 13%.

Таким образом, в целях получения наибольшей отдачи от внесенных минеральных удобрений на богарных посевах кукурузы необходимо их вносить с расчетом получения 30-40 т/га зеленой массы с початками в молочно-восковой спелости, а на орошении – более 50 т/га.

4.6. Динамика агрохимических показателей серых лесных почв в зависимости от удобрения и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ

Способность удобренной кукурузы, как на орошении, так и без полива накапливать большое количество пожнивно-корневых остатков, ускорения минерализации органического вещества, улучшения структурно-агрегатного состава, оптимизации плотности сложения почвы, усвоения труднодоступных элементов питания из глубоких слоев почвы, подавления сорной растительности стали основой бездефицитного баланса гумуса, подвижных форм фосфора и калия (табл. 25).

Вопреки утверждениям многих исследователей (Кукенов Б.М., 2003; Лидуков С.Д., 2016; Шпаар Д., 2008; Suskovic, 2004), что кукуруза из-за высокого выноса элементов питания становится причиной снижения содержания гумуса и других элементов питания, в наших исследованиях на изучаемых фонах питания не был отмечен дефицит гумуса, подвижного фосфора и калия. Вопреки нашим ожиданиям под посевами богарной кукурузы содержание гумуса имело тенденцию роста – от 3,66 в контроле до 3,76 мг/кг почвы в варианте NPK-удобрения на 50 т/га зеленой массы. Такая же закономерность была характерна для подвижных форм фосфора (167,8 и 168,9) и калия (166,8 и 167,5).

Под влиянием минеральных удобрений под посевами орошаемой кукурузы содержание гумуса в серых лесных почвах к концу вегетации превышало исходное показание на 0,08% ($3,78-3,70=0,08\%$), подвижного фосфора – на 0,7 мг/кг и калия – 0,5 мг/кг.

Из положительного баланса агрохимических показателей серых лесных почв нашей республики выпадает рН солевой вытяжки. Под влиянием внесенных

минеральных удобрений, особенно в варианте NPK на 50 т/га кислотность повышалась от 5,90 в исходной почве до 5,86 без полива и на 0,07 единиц в условиях дополнительного увлажнения почвы (5,90-5,83=0,07).

Таблица 25

Влияние орошения и удобрения кукурузы на динамику агрохимических показателей серых лесных почв Республики Татарстан

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	Содержание гумуса, %	рН	Миллиграмм на 1 кг почвы по Кирсанову	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	3,66	5,90	167	166
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	3,71	5,89	168	167
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	3,73	5,86	168	167
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	3,86	5,86	168	167
На орошении	Контроль (без удобрений)	3,64	5,90	167	166
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	3,72	5,87	167	167
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	3,75	5,85	168	167
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	3,78	5,83	168	167

Примечание: исходное содержание гумуса 3,7% по Тюрину, подвижного фосфора 168,0 и калия 167,0 мг/кг почвы по Кирсанову, рН 5,90.

Таким образом, внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемые урожайности кукурузы на 30, 40, 50 т/га зеленой массы независимо от условий ее увлажнения обеспечивает бездефицитный баланс гумуса, подвижных форм фосфора и калия.

Глава V. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ ГИБРИДА КУКУРУЗЫ РОСС 140 СВ

5.1. Экономическая эффективность

Экономическая оценка итогов работы сельскохозяйственных формирований зависит от уровня развития производительных сил общества и общественного строя. В бывшем СССР в эпоху социализма и всеобщего дефицита животноводческих продуктов питания работу колхозов и совхозов оценивали показателями производства мяса и молока на 100 га сельскохозяйственных угодий.

В условиях перехода на рыночную систему ведения сельскохозяйственного производства в годы перестройки главным показателем стала денежная выручка с 1 га пашни, которая в среднем по Республике Татарстан составляла 18-20 тыс. рублей. Однако такая система экономической оценки крестьянско-фермерских хозяйства, крупных холдинговых компаний, многочисленных ООО, СХПК и др. оказалась необъективной.

Для сравнения отметим, что рядом расположенные сельхозформирования вкладывают разные объемы материальных и денежных средств в виде минеральных удобрений, средств защиты растений, покупают лучшие сорта и гибриды значительно больше, чем денежная выручка с 1 га пашни, а в другом хозяйстве применяется ресурсосберегающая технология возделывания сельскохозяйственных культур, и денежная выручка с 1 га пашни значительно выше, чем общие затраты. Вопрос, «Который из них выдержит всеобщую конкуренцию в жестких условиях рынка?»

Таких примеров можно привести множество. Например, хозяйства, которые свою растениеводческую продукцию использует для производства мяса и молока всегда будут в выигрыше по сравнению с хозяйствами, которые напрямую реализуют свое фуражное зерно и др. продукции растениеводства, получая чистую прибыль.

В отношении кукурузного силоса положение осложняется тем, что он мало востребован для реализации. В связи с этим, экономическую эффективность

многие экономисты предлагают рассчитать через молоко и мясо (Шелганов Н.И., 2008; Куркин А.М., 2006; Котляров О.Г., 2006; Макаров, 2003; Салихов А.С., 2008; Хисматуллин М.М. и др., 2008). В данном случае главным показателем становится условно-чистый доход (УЧД), а не чистая прибыль, хотя оба показателя рассчитываются по одной и той же формуле:

$$ЧП, УЧД = СВП - ОЗ, \text{ где}$$

СВП – стоимость валовой продукции, тыс. руб./га;

ОЗ – общие затраты на производство продукции, включая все виды отчислений, тыс. руб./га.

Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, Н.А. Казеева (2021), В.Н. Вихрачев (2003), А.И. Волков (2015), Н.М. Доманов (2011), В.К. Дридигер (2015) не согласны с таким подходом расчета экономической эффективности возделывания кукурузы, так как объемы производства молока и мяса при скармливании такого же количества кукурузного силоса могут быть совершенно разные. Противоречивость суждений вышеотмеченных авторов объясняется тем, что на продуктивность дойных коров, телят и бычков на откорме оказывают огромное влияние и другие факторы внешней среды (условия содержания скота, порода животных, мастерство доярок и др.).

В связи с этим, более объективным методом расчета экономической эффективности удобрения и орошения гибрида кукурузы является перевод полученной продукции в зерновые единицы по коэффициенту, установленного Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в 2017 г. (коэффициенты перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур). Для кукурузы на силос с початками в молочно-восковой спелости коэффициент перевода составляет 0,17 против 1 для зерна яровой пшеницы. По этой причине среднее значение зерновых единиц за 3 года умножаем на среднюю цену реализации 1 т зерна яровой пшеницы третьего класса за 2022-2024 гг. (12,5 тыс. руб./т) и находим стоимость валовой продукции (табл. 26).

Таблица 26

Экономические показатели удобрения и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны мине- рального питания)	Выход зер- новых еди- ниц, т/га	Стоимость вал. про- дукции тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Условно чистый до- ход, тыс. руб./га	Рентабель- ность, %	Себестоимость, тыс. руб./т зер- новых единиц
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	4,0	50,0	39,8	10,2	25,6	8,2
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5,0	62,5	45,2	17,3	38,3	9,0
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	6,2	77,5	50,6	26,9	53,2	8,2
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	6,8	85,0	56,2	28,8	51,2	8,3
На орошении	Контроль (без удобрений)	4,7	58,8	48,6	10,2	21,0	10,3
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5,7	71,3	51,0	20,3	39,8	8,9
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	7,4	92,5	56,3	36,2	64,3	7,6
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	8,6	107,5	62,2	45,3	72,8	7,2

В условиях безудержной инфляции, повышения цен на ГСМ, удобрения, заработной платы, увеличения налоговой нагрузки общие затраты на возделывание кукурузы с внесением возрастающих норм минеральных удобрений увеличивается от 39,8 тыс. руб./га в контроле до 56,2 тыс. руб./га в варианте NPK на 50 т/га зеленой массы без полива и от 48,6 до 62,2 тыс. руб./га на орошении. Тем не менее, самые высокие условно-чистые доходы были получены именно в этих последних вариантах опыта – 28,8 тыс. руб./га без полива и 45,3 тыс. руб./га на орошении, что выше контрольных вариантов опыта соответственно на 18,6 и 35,1 тыс. руб./га. Несмотря на высокие цены реализации минеральных удобрений (аммиачная селитра 21,1 тыс. руб./т, азофоска с содержанием азота, фосфора и калия по 16% д.в. 36,4 тыс. руб./т), их применение пока остается экономически выгодным агротехническим приемом, за исключением варианта опыта без полива NPK на 50 т/га зеленой массы кукурузы. В данном случае рентабельность снижается до 51,2% против 53,2% в варианте с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность зеленой массы 40 т/га.

Также подлежит особому анализу блок полевого опыта с орошением изучаемой культуры. Согласно программе развития гидротехнической мелиорации земель в Татарстане в 2020-2025 гг. затраты на строительство орошаемого участка распределяются в соотношении 50:50. Пятьдесят процентов затрат покрывается из бюджетных средств Российской Федерации и Республики Татарстан, приобретение дождевальных машин – в соотношении 80:20. В среднем стоимость строительства 1 га орошаемого участка обходится хозяйствам 90-120 тыс. рублей (120 тыс. руб./га, когда источником орошения является река, озеро и 150 тыс. руб. при капитальном ремонте прудов и запруд). Срок эксплуатации орошаемого участка составляет 20 лет, то есть амортизационные отчисления будут на уровне 4,5-6,0 тыс. руб./год.

По нашим расчетам, в среднем по Республике Татарстан на один полив кукурузы с нормой расхода 300-350 м³/га затрачивается от 800 до 900 руб. денежных средств, то есть 2,4-2,7 тыс. руб./год. Общие затраты на орошение кукурузы

составляют всего 6,9-8,7 тыс. руб./га (стоимость 600-700 кг зерна яровой пшеницы).

Глубоко ошибочное представление многих руководителей и специалистов АПК о больших затратах на орошение сельскохозяйственных культур отвергается результатами расчета экономической эффективности орошения кукурузы. Так, условно-чистый доход на орошении превышает богарную кукурузу:

- в варианте с внесением NPK на 30 т/га – на 3,0 тыс. руб./га;
- в варианте на 40 т/га – на 9,3 тыс. руб./га;
- в варианте на 50 т/га – на 16,5 тыс. руб./га ($45,3 - 28,8 = 16,5$ тыс. руб./га).

С точки зрения получения условно-чистого дохода мы должны констатировать нецелесообразность орошения кукурузы без внесения минеральных удобрений (условно-чистый доход одинаковой величины – 10,2 тыс. руб./га) и на низком фоне минерального питания – прибавка УЧД всего 3,0 тыс. руб./га.

При условной цене реализации 1 т зерновых единиц могли бы получить от богарной кукурузы от 3,5 до 4,3 тыс. руб. денежных средств, а на орошении – от 2,5 до 5,3 тыс. руб. ($12,5 - 7,2 = 5,3$ тыс. руб./т).

Таким образом, возврат кукурузы на поля Татарстана, освоение зерновой технологии ее возделывания, внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемые урожайности 40 т/га зеленой массы без полива и 50 т/га на орошении обеспечивают получение 26,9-45,3 тыс. руб. условно-чистого дохода с рентабельностью 53,2-72,8% и себестоимостью 8,2-7,2 тыс. руб. одной тонны зерновых единиц при условной цене ее реализации 12,5 тыс. руб./т.

5.2. Энергетическая эффективность

Известный экономист в области сельского хозяйства А.С. Миндрин (1987) утверждал, что в начале XX века на производство 100 калорий продуктов питания затрачивалось 48 калорий совокупной энергии. В середине 20-го века такие затраты выросли до 57 калорий, а к концу 20-го столетия достигли рекордных

величин – 80 калорий. Сохранение стремительного роста затрат энергии на производство продуктов питания станет причиной перехода сельского хозяйства на неттопотребителя, полностью функционирующего за счет невозполнимых источников энергии (газ, нефть и их производные). В этой связи возникает необходимость энергетической оценки применения минеральных удобрений и орошения основной силосной культуры – кукурузы Татарстан, которая напрямую влияет на продуктивность дойного стада и в производстве мяса (табл. 27).

Таблица 27

Энергетические показатели удобрения и орошения
гибрида кукурузы Росс 140 СВ

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны мине- рального питания)	Затраты со- вокупной энергии, ГДж/га	Вал. сбор об- менной энер- гии, ГДж/га	Биоэнергети- ческий коэф- фициент
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	12,7	26,7	2,1
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	13,9	30,6	2,2
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	14,6	40,8	2,8
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	15,0	42,1	2,8
На ороше- нии	Контроль (без удобрений)	13,1	30,2	2,3
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	14,0	36,4	2,6
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	14,7	45,7	3,1
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	15,4	58,6	3,8

В сельском хозяйстве, в отличие от промышленности, энергопотребление имеет ряд особенностей: прежде всего это биологические факторы производства, которые во взаимосвязи с материальными образуют агроэкосистему, функционирующую в определенной среде с присущими только данной системе законо-

мерностями. Двойственность энергопотребления в сельском хозяйстве заключается, с одной стороны, в фотосинтезе и преобразовании солнечной энергии в продукцию в виде зерна, картофеля и др. С другой стороны, сельское хозяйство, как и промышленность, использует материально-технические средства и непосредственно энергоносители.

Разделить два источника энергии, которые затрачиваются на производство зеленой массы кукурузы на изучаемых фонах минерального питания с учетом условий увлажнения почвы весьма трудная задача. Тем не менее, для определения материальной энергоемкости в наших расчетах были использованы следующие коэффициенты их перевода:

- квт.ч = 3,6 МДж;
- кг усл. туков = 29,33 МДж;
- кг бензина = 39,67 МДж;
- кг дизельного топлива = 37,66 МДж;
- живой труд 1 чел.ч. = 0,2 МДж.

Расчеты показали, что для производства 4,0 т/га зерновых единиц кукурузы в богарных условиях затрачивается 12,7 ГДж совокупной энергии. Затраты совокупной энергии пропорционально возрастают по мере повышения расчетных норм минеральных удобрений: от 12,7 ГДж в контроле до 16,2 ГДж в последнем варианте опыта (NPK на 50 т/га). Здесь уместно уточнить, что повышение затрат совокупной энергии связано не только с внесением минеральных удобрений, но и с затратами на уборку дополнительной продукции, транспортными расходами, выравниванием и утрамбовкой зеленой массы в силосной яме.

На орошении затраты совокупной энергии также имеют устойчивую тенденцию роста:

- в контроле 13,1 ГДж/га против 12,7 ГДж без полива;
- в варианте NPK на 30 т/га – 14,0 против 13,9 ГДж без полива;
- в варианте NPK на 40 т/га – 14,7 против 14,6 ГДж без полива;
- в варианте NPK на 50 т/га – 15,4 против 15,0 ГДж без полива.

Наряду с возрастающим ростом затрат совокупной энергии увеличивается валовой сбор обменной энергии, которая была рассчитана на основе химического состава зеленой массы кукурузы (сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка и безазотистых экстрактивных веществ) по всем вариантам опыта.

Валовой сбор обменной энергии в варианте с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность 30 т/га зеленой массы превышает контроль (без удобрений и без полива) в 1,15 раза ($30,6:26,7=1,15$ раза), NPK на 40 т/га – в 1,53 раза, NPK на 50 т/га – 1,58 раза.

Положительное взаимодействие двух факторов внешней среды (удобрение и орошение) обеспечивает сбор обменной энергии в 2,3-3,8 раза больше чем затраты совокупной энергии против биоэнергетического коэффициента 2,1 и 2,8 в вариантах без полива.

Для сравнения отметим, что биоэнергетический коэффициент от применения минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы в среднем по Республике Татарстан не превышает 2,0-2,5.

Следовательно, с энергетической точки зрения орошение и удобрение гибрида кукурузы Росс 140 СВ обеспечивают окупаемость совокупных затрат в 2,3-3,8 раза.

5.3. Сравнительная оценка окупаемости экономических и энергетических затрат

Перекосы в ценовой политике на производство сельскохозяйственной продукции и на материально-технические средства (ГСМ, сельскохозяйственные машины, удобрение, химические средства защиты растений от вредных объектов, налоги и др.) четко проявляются при сравнительной оценке экономических затрат с энергетическими (табл. 28).

Результаты приведенных расчетов показывают, что на 1 руб. затрат без внесения минеральных удобрений и без полива можно получить всего лишь на 1,26 руб. кукурузного силоса в зерновых единицах.

Сравнительная оценка окупаемости экономических и энергетических затрат

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчет- ные фоны мине- рального питания)	Окупаемость экономи- ческих затрат, руб./руб.	Окупаемость энер- гетических затрат, ГДж/ГДд
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	1,26	2,1
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	1,38	2,2
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	1,53	2,8
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	1,51	2,8
На орошении	Контроль (без удобрений)	1,21	2,3
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	1,40	2,6
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	1,64	3,1
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	1,73	3,8

Окупаемость экономических затрат орошения кукурузы без внесения удобрений снижается до 1,21 руб./руб. Более того, минеральные удобрения, внесенные на планируемую урожайность зеленой массы кукурузы 30 т/га в условиях орошения, не оправдывают наши ожидания – разница между фонами влагообеспеченности в этих вариантах опыта была минимальной: 1,38 руб./руб. без полива и 1,40 руб./руб. на орошении.

Вместе с тем, в богарном земледелии расчетные нормы NPK на 50 т/га зеленой массы кукурузы становятся причиной снижения окупаемости экономических затрат до 1,51 руб./руб. против 1,53 руб./руб. в варианте внесения NPK с расчетом получения 40 т/га зеленой массы изучаемой культуры.

В условиях орошения вышеанализируемые показатели существенно меняются:

- под действием расчетных норм минеральных удобрений окупаемость

экономических затрат повышается пропорционально (NPK 40 т/га окупаемость 1,64 руб./руб., NPK на 50 т/га окупаемость 1,73 руб./га).

Следовательно, в почвенно-климатических условиях на богарных участках в целях получения наибольшей окупаемости минеральные удобрения необходимо внести на планируемую урожайность зеленой массы – 40 т/га, а на орошении - более 50 т/га.

Вышеотмеченные закономерности характерны и для окупаемости энергетических затрат кроме одного различия – окупаемость энергетических затрат в контроле без полива была в 1,7 раза выше по сравнению с окупаемостью экономических затрат, и она возростала до 1,8 раза в варианте NPK на 40 т/га ($2,8:1,53=1,8$ раза).

Несмотря на дополнительные расходы, связанные с орошением кукурузы, окупаемость энергетических затрат в последнем варианте опыта превышает контроль на 1,5 ГДж/ГДж ($3,8-2,3=1,5$ ГДж/ГДж), а окупаемость энергетических затрат на 107,6% выше по сравнению с окупаемостью экономических затрат ($3,8:1,73 \times 100=207,6$ %).

В переводе на практический язык это означает, что «справедливая» цена реализации сельскохозяйственной продукции должна быть в 2 раза выше по сравнению с фактическими показателями.

Глава VI. АМИНОКИСЛОТНЫЕ БИОСТИМУЛЯТОРЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОРОШАЕМОЙ КУКУРУЗЫ РОСС 140 СВ

6.1. Результаты лабораторного опыта

В последние 10 лет бурными темпами развивается биологизация земледелия, основанная на расширении посевных площадей бобово-злаковых многолетних трав, заправки измельченной соломы, перехода на поверхностную обработку почвы, применении биологических препаратов, стимуляторов роста, инсекто-фунгицидов, бактериальных инокулянтов, ассортимент которых превышает 4 тыс. наименований.

Так, только в Республике Татарстан в ООО «НПИ «Биопрепараты» разработали и рекомендовали к применению следующие препараты биологического происхождения:

- Флавобактерин марки А и Б. Биофунгицид широкого спектра действия против патогенной микрофлоры;
- Ризоторфин. Микробиологический препарат на основе клубеньковых бактерий для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур из семейства бобовых;
- Ризоагрин. Азотфиксатор для обработки семян зерновых культур;
- Мизорин. Микробиологическое удобрение, стимулирующее рост и развитие зерновых, технических культур и бобовых многолетних трав;
- Азотовит. Инокулянт семян зерновых культур для фиксации азота воздуха клубеньковыми бактериями;
- Агрофил. Биостимулятор роста для овощных и плодово-ягодных культур;
- Фитотонус. Биологический фунгицид пролонгированного действия. Повышает антистрессовую защиту растений;
- ЖУСС – жидкий удобрительно-стимулирующий состав с содержанием хелатных форм (легко усвояемых форм) макро- и микроудобрений. Оригинатором является Казанский ГАУ. Выпускается более 11 видов ЖУССа;
- Супергумат. Стимулятор роста на основе гуминовых кислот. Разработчик

ГНУ «ТатНИИСХ»;

- Татарстан 1. Предназначен для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур. Содержит макро- и микроудобрения. Разработчик ГНУ «ТатНИИСХ».

К массовому применению вышеотмеченных препаратов биологического происхождения способствуют хорошо продуманная реклама в средствах массовой информации с использованием интернет-ресурсов и проведение международных, российских, региональных научно-практических конференций. Так, в 2024 г. была проведена вторая международная конференция «Биологические препараты и приемы биологизации в современном земледелии», посвященная 105-летию института Агробиотехнологий и землепользования «Казанского государственного аграрного университета».

Особенно большое значение придается биологическим средствам защиты растений от болезней и вредителей, так как давно доказано что пестициды – ту-пик цивилизации и во всем мире 3 декабря отмечается международный день без пестицидов.

В современном аграрном секторе нет ни одного человека, который бы отрицал роль биологических препаратов.

Кроме биопрепаратов татарстанского происхождения имеется огромное количество стимуляторов роста, инокулянтов, биофунгицидов, биоинсектицидов, препаратов, придающих растениям стрессоустойчивость, ускоряющих минерализацию пожнивно-корневых остатков, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Среди них особое место занимают аминокислотные биостимуляторы АО «Щелково Агрохим» из семейства Биостим: Биостим Старт для предпосевной обработки семян и Биостим Кукуруза для листовой подкормки в период вегетации растений.

Как было отмечено в главе □ биостимулятор Биостим Старт содержит 5,5% аминокислот растительного происхождения, полисахариды – 7, фосфор – 5, калий – 2,5, магний, железо, марганец, цинк, медь, бор, молибден – от 0,01 до

1 %. Химический состав Биостим Кукуруза отличается от Биостим Старта высоким содержанием азота (6%), отсутствием фосфора и калия, наличием серы (6%) и почти таким же набором микроудобрений.

Первый вопрос, который возникает перед технологом полей (агрономом), какая оптимальная норма расхода Биостим Старта и когда провести предпосевную обработку семян? Производитель норму расхода данного препарата рекомендует от 0,5 до 1,2 л/т семян зерновых культур, но не уточняет совместимость с химическими фунгицидами и сроки проведения протравливания семян.

Для решения данного вопроса нами был проведен лабораторный опыт, результаты которого представлены в таблице 29.

Таблица 29

Влияние норм расхода Биостим Старта и сроков протравливания на энергию прорастания семян кукурузы (лабораторный опыт)

Фактор А (сроки протравливания семян)	Фактор В (норма расхода биостимулятора)	Энергия прорастания семян, %	± к контролю	
			от норм расхода	от сроков проведения
В день закладки лабораторного опыта (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	46	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	44	-2	-
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	43	-3	-
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	43	-3	-
За 10 дней до закладки лабораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	48	-	2
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	51	3	7
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	53	5	10
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	55	7	12
За 15 дней до закладки лабораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	49	-	3
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	55	6	11
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	59	10	16
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	61	12	18

Энергия прорастания – это процент проросших семян за более короткий срок, чем требуется для определения всхожести. Для каждой культуры установлены свои сроки определения этого показателя. Согласно ГОСТу 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур», для кукурузы этот срок составляет 7 суток после закладки лабораторного опыта, и она рассчитывается по уравнению:

$$B = N(n: 100), \text{ где}$$

B – энергия прорастания семян, %

n – число проросших семян, шт.

N – число семян, взятых для проращивания, шт.

Расчеты энергии прорастания семян кукурузы показали следующие закономерности:

- протравливание семян в день посева Максим Голд в чистом виде и в смеси с Биостим Старт снижает энергию прорастания семян до 46-43 % по сравнению с 48-55 % за 10 дней до посева и до 49-61 % – за 15 суток до закладки лабораторного опыта;

- снижение энергии прорастания семян кукурузы, также как и повышение зависит от норм расхода изучаемого биостимулятора. Протравливание в день закладки полевого опыта по мере роста норм расхода биостимулятора пропорционально снижается энергия прорастания семян, тогда как протравливание семян за 10-15 дней до посева, наоборот, пропорционально она возрастает;

- из двух изучаемых факторов по влиянию на энергию прорастания семян кукурузы более значимым является сроки проведения предпосевной подготовки семян – прибавка энергии прорастания семян достигает 12-18 % против 7-12% от норм расхода Биостим Старта.

Вышеотмеченная закономерность видимо объясняется тем, что легкоусвояемые аминокислоты, фосфор, калий и набор микроудобрений в составе Биостим Старта за 10-15 суток успевают проникнуть внутрь семени и являются дополнительными источниками питания.

Лабораторная всхожесть. В отличие от таких инокулянтов как Азотовит, Ризоторфин, Ризоагрин, которые используются для протравливания семян в день посева и в помещении без доступа прямых солнечных лучей, Биостим Старт отлично совмещается с химическим фунгицидом Максим Голд, обеспечивая лабораторную всхожесть семян кукурузы до 91-96 % против 86-89 % в контрольных вариантах опыта (табл. 30).

Таблица 30

Лабораторная всхожесть кукурузы в зависимости от норм расхода биостимулятора Биостим Старт и сроков проведения предпосевной подготовки семян (2022 г.)

Фактор А (сроки протравливания семян)	Фактор В (норма расхода биостимулятора)	Лабораторная всхожесть, %	± к контролю	
			от норм расхода	от сроков обработки
В день закладки лабораторного опыта (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	86	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	85	-1	-
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	85	-1	-
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	84	-2	-
За 10 дней до закладки лабораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	88	-	2
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	90	2	5
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	94	6	9
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	95	7	11
За 15 дней до закладки лабораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	89	-	3
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	91	2	6
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	94	5	9
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	96	7	12

Во-вторых, велико значение протравливания семян за 10-15 суток до посева. В этом случае лабораторная всхожесть семян изучаемой культуры повышается до 12 % по сравнению с протравливанием семян в день закладки лабораторного опыта. В связи с тем, что химические препараты подавляют рост и развитие растений (в данном случае протравливание семян в день посева) лабораторная всхожесть кукурузы снижается на 1-2 % в зависимости от норм расхода Биостим Старта (фото 9).



а

б

в

г

д

е

Примечание: а – Максим Голд 0,5 л/т (контроль): б - Контроль + Биостим Старт 0,5 л/га; в – Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т; г – Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т; д – обработка семян Контроль + Биостим Старт 1,5 т/т в день закладки лабораторного опыта; е – Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т за 10 дней до закладки лабораторного опыта

Фото 9. Влияние норм и сроков предпосевной обработки семян на лабораторную всхожесть кукурузы (по вариантам опыта)

Увеличение лабораторной всхожести всего на 5-7 % в зависимости от норм расхода биостимулятора и 11-12 % от сроков проведения протравливания семян на первый взгляд имеют весьма скромное значение, но в переводе на гектар это означало бы дополнительное получение всходов от 3,5 до 4,9 тысяч штук больше по сравнению с контрольными вариантами опыта ($5\% \times 70 \text{ тыс. шт./га} : 100 = 3,5 \text{ тыс. шт./га}$).

6.2. Результаты полевого опыта

6.2.1. Полевая всхожесть

Полевая всхожесть всех сельскохозяйственных культур, в том числе и кукурузы всегда была и останется меньше чем лабораторная, так как:

- равномерность глубины заделки семян отличается от лабораторного опыта. В возвышенных местах микрорельефа глубина заделки семян превышает

оптимальные показатели в сторону углубления, а на пониженных местах они полагаются в сухом поверхностном слое почвы;

- полевая всхожесть зависит от внешних факторов окружающей среды. Среди них особое значение имеет влагообеспеченность, далее идет наличие термических ресурсов, структурно-агрегатный состав и плодородие почвы, качество посевного материала и условия предпосевной подготовки семян (табл. 31).

Таблица 31

Влияние норм расхода Биостим Старта и сроков проведения предпосевной обработки на полевую всхожесть семян кукурузы (2022-2024 гг.)

Фактор А (сроки протравливания семян)	Фактор В (норма расхода биостимулятора)	Полевая всхожесть		± к контролю, %	
		шт./м ²	%	от норм расхода	от сроков проведения
В день закладки лабораторного опыта (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	5,8	83	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	5,7	82	-1	-
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	5,7	81	-2	-
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	5,6	80	-3	-
За 10 дней до закладки лабораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	6,0	85	-	2
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	6,0	86	1	4
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	6,2	85	3	8
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	6,3	90	5	10
За 15 дней до закладки лабораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	6,0	86	-	3
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	6,2	88	2	6
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	6,3	90	4	9
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	6,4	92	6	12
НСР ₀₅	А	0,06			
	В	0,08			
	АВ	0,10			

В полевых условиях из 70 тыс. шт./га высеянных семян взошли от 56 до 64 тыс. шт./га семян. Разница в пользу предварительной обработки семян за 10 дней до посева составляет от 4 до 10 %, а за 15 дней – от 6 до 12 %, тогда как от норм расхода биостимулятора она была в диапазоне от 1 до 5 и от 2 до 6 % соответственно.

Следует также особо отметить, что обработка семян в день посева не только снижает полевую всхожесть кукурузы на 1-3 % в зависимости от норм расхода Биостим Старта, но и в случае выпадения осадков после посева и смыва биостимулятора водными потоками в нижние слои почвы может стать причиной загрязнения грунтовых вод.

Следовательно, в целях повышения полевой всхожести кукурузы и исключения загрязнения грунтовых вод необходимо предпосевную обработку семян провести за 10-15 дней до посева с нормой расхода рабочего раствора 10 л/т H₂O + Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т.

6.2.2. Мощность роста всходов

От появления всходов до начала образования первых настоящих листьев проходит 5-8 дней. Этот интервал времени называется фазой всходов и растения переходят на автотрофное питание на основе возобновления фотосинтеза. Скорость перехода на автотрофное питание зависит от мощности роста всходов, которая определяется по воздушно-сухой массе первой пары настоящих листьев изучаемой культуры (табл. 32).

За 5 дней после появления всходов в вариантах опыта протравливания семян фунгицидом Максим Голд в сочетании с добавлением в рабочий раствор биостимулятора Биостим Старт от 0,5 до 1,5 л/т семян растения набирают от 0,16 до 0,21 г воздушно сухой массы. Предпосевная обработка семян за 10 дней до посева этим же рабочим раствором обеспечивает накопление воздушно-сухой массы первоначальных листьев кукурузы от 0,19 до 0,24 г/растение с существенной прибавкой 0,02 до 0,03 г/растение, против НСР₀₅ равной для фактора А 0,012 г/растение.

Мощность роста всходов кукурузы в зависимости от способов
предпосевной обработки семян

Фактор А (сроки протравливания семян)	Фактор В (норма расхода биостимулятора)	Мощность роста, г/растение	Прибавка к контролю	
			от норм расхода	от сроков проведения
В день за- кладки лабо- раторного опыта (кон- троль)	Максим Голд 0,5 л/т се- мян (контроль)	0,16	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	0,17	0,01	-
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	0,19	0,03	-
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	0,21	0,05	-
За 10 дней до закладки ла- бораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т се- мян (контроль)	0,18	-	0,02
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	0,19	0,01	0,02
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	0,21	0,03	0,02
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	0,24	0,06	0,03
За 15 дней до закладки ла- бораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т се- мян (контроль)	0,20	-	0,04
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т семян	0,22	0,02	0,05
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т семян	0,25	0,05	0,06
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т семян	0,28	0,08	0,07
НСР ₀₅	А	0,012		
	В	0,014		
	АВ	0,018		

Максимальное накопление воздушно-сухой массы первой пары настоящих листьев кукурузы происходит при повышающей норме расхода Биостим Старта до 1,5 л/т семян, так как масса 1000 семян этой культуры (250 г) выше более чем в 6 раз по сравнению с массой 1000 семян яровой пшеницы (40 г).

Таким образом, нормы расхода биостимулятора Биостим Старт и сроки

предварительной предпосевной обработки семян за 10-15 дней до посева оказывают большое влияние на энергию роста, лабораторную и полевую всхожесть семян, а также и на мощность роста всходов объекта наших исследований.

6.2.3. Плотность стеблестоя

Как было отмечено выше (глава III) сохранить к уборке все всходы кукурузы не удастся, так как изреживание посевов происходит по следующим причинам:

- до и после всходовое боронование уничтожает до 10% всходов;
- междурядная обработка становится причиной изреживания плотности стеблестоя на 5%;
- нельзя исключить отрицательное влияние на плотность стеблестоя болезней и вредителей;
- самое главное, в любом агроценозе возникает острая конкуренция между отдельными особями за факторы внешней среды (элементы питания, влага, солнечный свет и др.) и кукурузный агроценоз обладает способностью саморегулирования плотности стеблестоя. Однако вышесказанное не означает отрицание значения регулирования отдельных элементов технологии возделывания изучаемой культуры, в нашем случае системы предпосевной подготовки семян и применения листовой подкормки орошаемой кукурузы (табл. 33).

Например, под действием биостимуляторов Биостим Старт 0,5 л/т семян за 10 суток до посева и Биостим Кукурузы 2 л/га прибавка плотности стеблестоя перед уборкой урожая повышается на 10,2 % по сравнению с обработкой семян в день их посева. Максимальная разница в пользу предварительной обработки семян за 15 суток до посева и листовой подкормки Биостим Кукуруза достигается в варианте опыта Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т семян + Биостим Кукуруза 2л/га – прибавка 22% к контрольному варианту опыта.

В данном случае мы можем с большой уверенностью говорить о значении листовой подкормки биостимулятором Биостим Кукуруза из расчета 2,0 л/га в фазе развития 2-3 листьев.

Влияние биостимуляторов на плотность стеблестоя орошаемой кукурузы
(2022-2024 гг.)

Фактор А (сроки пред- посевной об- работки се- мян)	Фактор В (биостимуляторы в техноло- гии возделывания кукурузы)	Плотность стеблестоя перед убор- кой шт./м ²	В про- центах к кон- тролю	Сохран- ность, % к всхо- дам
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	5,0	-	86
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	4,9	-	86
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	5,1	-	89
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	5,0	-	89
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	5,3	6,0	88
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	5,4	10,2	90
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	5,8	13,7	93
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	6,0	20	95
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	5,3	6,0	89
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	5,7	16,3	92
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	5,8	13,7	94
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	6,1	22	96
НСР ₀₅	А	0,06		
	В	0,07		
	АВ	0,09		

Известно, что при достижении 5-6 листьев рост надземной части кукурузы приостанавливается, что связано с бурным развитием корневой системы. По этой причине эту стадию развития кукурузы выделяют в отдельную фазу «замедление роста». Далее, период развития 7-8 листьев называют фазой интенсивного накопления биомассы этой культуры. Поэтому листовая подкормка в начальном этапе развития кукурузы специальным биостимулятором Биостим Кукуруза обеспечивает формирование плотного стеблестоя.

Таким образом, в целях формирования плотного агроценоза (6,2 шт./м²) на фоне минерального питания на планируемую урожайность 50 т/га зеленой массы с початками в молочно-восковой спелости необходимо провести предпосевную обработку семян рабочим раствором 10 л/т Н₂О + Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т семян и листовую подкормку биостимулятором Биостим Кукуруза 2л/га в начальном этапе развития этой культуры, в фазе образования 2-3 листьев.

6.2.4. Динамика образования листовой площади

Интенсивность образования органической массы кукурузы, также, как и других сельскохозяйственных культур, зависит от листовой площади, поскольку именно в листьях содержатся основная масса хлорофилла, которые поглощают энергию солнечного света и превращают ее в органическое вещество в виде зерна, клубни картофеля, сахарной свеклы, моркови, овощей и фруктов.

Кроме хлорофилла и энергии солнечного света в фотосинтезе участвуют вода, углекислый газ и воздух насыщается кислородом



Другими словами, основу жизни на земле определяет фотосинтез, который происходит при помощи зеленых элементов – хлорофилла по принципу: чем больше листовая площадь, тем выше интенсивность фотосинтеза.

Листовую площадь можно определить при помощи следующих методов:

- метод отпечатки на однородной бумаге;
- метод, обоснованный на использовании палетки;
- определение площади листьев при помощи планиметра;
- метод компьютерного сканирования листьев растений;
- метод высечек;
- путем измерения линейкой площади крупнолистных растений (подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла).

Суть последнего метода заключается в том, что с 1м² (это 1,43 погонный метр при ширине междурядий 0,7 м) определяется средняя длина и ширина ли-

стьев кукурузы. Далее путем умножения на количество растений определяем листовую площадь в 1 га пашни (табл. 34).

Таблица 34

Динамика образования листовой площади кукурузы по вариантам опыта,
тыс. м²/га (2022-2024 гг.)

Фактор А (сроки предпо- севной обра- ботки семян)	Фактор В (биостимуляторы в технологии возделывания куку- рузы)	Фаза 4-5 листьев (20.06)	Фаза 8-10 ли- стьев (20.08)	Перед уборкой (05.09)
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (кон- троль)	3,4	25,6	20,2
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	3,8	26,1	21,6
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	4,1	27,7	23,4
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	4,5	28,4	24,3
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (кон- троль)	3,6	26,9	21,5
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	3,9	28,7	23,1
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	4,4	29,8	24,7
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	4,8	31,2	25,3
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (кон- троль)	3,8	27,3	22,1
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	4,1	29,1	24,0
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	4,8	30,2	26,7
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	4,8	31,8	27,9
НСР ₀₅	А	1,02	1,39	1,22
	В	1,07	1,43	1,36
	АВ	1,12	1,67	1,41

В начальном этапе органогенеза обработка семян в день закладки лабора-
торного опыта снижала лабораторную всхожесть, энергию прорастания семян и
мощность роста всходов, тогда как формирование листовой площади имело тен-
денцию увеличения – от 3,4 до 4,5 тыс. м²/га. Такое противоречие показывает

значимость листовой подкормки биостимулятором Биостим Кукуруза. Его положительное действие повышается в фазе интенсивного роста растений кукурузы – от 25,6 в контроле (без биостимуляторов) до 28,4 тыс. м²/га и сохраняется до уборки урожая – от 20,2 до 24,3 тыс. м²/га соответственно.

Однако более интенсивное формирование листовой площади орошаемой кукурузы происходит в вариантах опыта предварительной обработки семян за 10-15 суток до посева Биостим Старт 1,5 л/т семян в сочетании с листовой подкормкой этой культуры Биостим Кукуруза в начальном этапе ее развития из расчета 2,0 л/га. В этих вариантах опыта формирование листовой площади в фазе интенсивного роста опережает его начало в 6,5 и 6,6 раза ($31,2 : 4,8 = 6,5$ раза; $31,8 : 4,8 = 6,6$ раза).

Следовательно, сроки предпосевной подготовки семян, нормы расхода биостимулятора Биостим Старт и листовая подкормка Биостим Кукуруза оказывают прямое влияние на динамику накопления листовой площади объекта наших исследований.

Выше отмеченная тенденция сохраняется до конца вегетационного периода – до уборки урожая с одним лишь отличием – листовая площадь в фазе достижения молочно-восковой спелости початков кукурузы снижается из-за оттока питательных веществ на образование зерна этой культуры.

6.2.5. Листовой индекс

Целесообразность листовой подкормки орошаемой кукурузы в фазе 3-4 листьев биостимулятором Биостим Кукуруза четко подтверждается расчетами листового индекса, который рассчитывается двумя способами:

- для этого через каждые 5 суток необходимо измерить листовую площадь от начала вегетации до момента максимального ее накопления (для кукурузы на силос до начала образования 8-10 листа) и, используя коэффициент продуктивности 1,5 на 1 тыс. единиц ЛПФ выводится потенциально возможная урожайность зеленой массы изучаемой кукурузы. Данный способ требует много усилий и на практике применяется очень редко;

- второй способ более проще, так как листовая площадь определяется только 1 раз – в фазе максимального его накопления и полученный результат умножаем на продолжительность периода между двумя фазами – 62 суток (20.06-20.08) и делим на 10000 м². Далее, для расчета потенциальной урожайности сухой массы кукурузы листовой индекс умножаем на коэффициент перевода 5 (табл. 35).

Таблица 35

Листовой индекс ЛФП и потенциальная урожайность орошаемой кукурузы в зависимости от применения минеральных удобрений и биостимуляторов (2022-2024 гг.)

Фактор А (сроки предпосевной обработки семян)	Фактор В (биостимуляторы в технологии возделывания кукурузы)	ЛФП, м ² /м ²	Прибавка, %		Потенциальная урожайность сухой массы, т/га
			от биостимуляторов	от сроков предпосевной обработки семян	
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	0,159	-	-	7,9
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,162	1,9	-	8,1
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,172	8,2	-	8,6
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,176	10,7	-	8,8
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	0,167	-	5,0	8,3
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,178	6,6	9,9	8,9
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,185	10,8	7,6	9,2
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,193	15,6	9,7	9,7
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	0,169	-	6,3	8,5
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,180	6,5	11,1	9,0
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,187	10,6	8,7	9,4
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,197	16,6	11,9	9,6

Листовой фотосинтетический потенциал кукурузы под влиянием биостимуляторов, используемых в предпосевной подготовке семян за 10 суток до посева и листовой подкормки в начальном этапе развития растений, повышается от 0,177 до 0,193 м²/м², а за 15 суток – от 0,180 до 0,197 м²/м², что выше контрольных вариантов опыта (без биостимуляторов) на 15,6 и 16,6% соответственно.

Весьма обнадеживающие результаты были получены по срокам проведения предпосевной обработки семян изучаемой культуры. Как было изложено выше обработка семян в день закладки лабораторного опыта снижала всхожесть на 1-2 %, а ЛФП опережала контроль на 1,9-10,7 %. Другими словами, листовая подкормка растений биостимулятором Биостим Кукуруза сглаживает отрицательное влияние как химического фунгицида Максим Голд, так и биостимулятора Биостим Старт.

Тем не менее, эффективность предварительного протравливания семян кукурузы за 10-15 суток до посева проявляется и в фотосинтетическом потенциале объекта исследований – прибавка в зависимости от норм расхода Биостим Старта за 10 суток составила 5,0-9,7%, а за 15 суток – от 6,3 в контроле до 11,9 % в последнем варианте опыта (0,197 : 0,176 x 100 = 119%).

В заключение следует отметить превышение потенциальной урожайности валового сбора сухой массы кукурузы, рассчитанной по ЛФП фактического ее показателя (7,9-9,6 т/га). Это видимо объясняется тем, что в фотосинтезе принимают участие и другие зеленые части кукурузы (стебли, оберточные листья початков, метелки и др.).

6.2.6. Чистая продуктивность фотосинтеза

Чистая продуктивность фотосинтеза представляет собой количество сухой массы растений кукурузы в граммах, которое синтезируется в 1 м² листовой площади за каждые сутки. Для расчета чистой продуктивности фотосинтеза во время измерения листовой площади определяется содержание воздушно-сухой массы термостатным методом и ЧПФ рассчитывают по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5x(L_1 + L_2) * n}, \text{ где}$$

ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза, г/м² в сутки;

$V_2 - V_1$ – прирост сухой массы в начале и в конце учетного периода, г;

n – количество суток между учетами площади листьев и сухой массы (62 суток);

$0,5 \times (L_1 + L_2)$ – средняя площадь листьев, м².

Расчеты, изложенные в таблице 34, показывают реальную достоверность положительного влияния предварительной обработки семян кукурузы за 10-15 суток до посева рабочим раствором 10 л/т H₂O + 0,5 л/т Максим Голд + 1,5 л/т Биостим Старт и листовая подкормка биостимулятором Биостим Кукуруза (2 л/га) в фазе 3-4 листьев – фаза торможения роста и развития этой культуры (табл. 36).

Таблица 36

Влияние биостимуляторов Биостим Старт и Биостим Кукуруза на чистую продуктивность фотосинтеза (2022-2024 гг.)

Фактор А (сроки предпосевной обработки семян)	Фактор В (биостимуляторы в технологии возделывания кукурузы)	ЧПФ, г/м ² в сутки	Прибавка, %	
			от биостимуляторов	от сроков обработки семян
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	10,5	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	11,8	12,4	-
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	12,3	17,1	-
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	12,9	22,9	-
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	11,6	-	10,5
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	13,1	12,9	11,0
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	13,8	19,0	12,2
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	14,5	25,0	12,4
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	11,7	-	11,4
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	13,4	14,5	13,6
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	14,0	19,7	13,8
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,1	29,1	17,0

В данных вариантах опыта чистая продуктивность кукурузы возрастает до 14,5 и 15,1 г/м² в сутки соответственно, что выше контрольных вариантов на 25,0 и 29,1 %.

На чистую продуктивность фотосинтеза также оказывают большое влияние нормы расхода Биостим Старта, применяемый в предпосевной обработке семян. В данном случае чистая продуктивность фотосинтеза увеличивается от 13,1 г/м² в сутки (0,5 л/т семян за 10 суток до посева) до 14,5 г/м² в сутки при норме расхода 1,5 л/т семян. Такая же закономерность была отмечена при предварительной обработке семян за 15 суток до посева – 13,4 и 15,1 г/м² в сутки.

В то же время причиной снижения анализируемой величины является не только нормы расхода Биостим Старта в предпосевной подготовке семян, но и химический фунгицид Максим Голд 0,5 л/т семян. Так, при протравливании семян кукурузы за 15 суток до посева чистая продуктивность фотосинтеза составила 11,7 г/м² в сутки против 10,5 г/м² в сутки в варианте обработки в день посева, что ниже на 11,4 % ($11,7 : 10,5 \times 100 = 111,4$ %).

С другой стороны, листовая подкормка биостимулятором Биостим Кукуруза из расчета 2 л/га в начальном этапе ее развития существенно снижает отрицательное влияние предпосевной обработки семян в день посева, так как ЧПФ повышается от 11,8 до 12,9 г/м² в сутки, что выше контрольного варианта опыта на 22,9 %.

Таким образом, в целях интенсификации накопления органической массы изучаемой культуры необходимо протравливание семян провести за 10-15 суток до посева рабочим раствором 10 л/т Н₂О + 0,5 л/т Максим Голд + 1,5 л/т Биостим Старт и провести листовую подкормку в фазе 3-4 листьев баковой смесью 300 л/га Н₂О + 2 л/га Биостим Кукуруза + гербицид в зависимости от вида засоренности посевов.

6.2.7. Валовый сбор зеленой массы, выход зерновых единиц

Существенное увеличение листовой площади, листового индекса и чистой

продуктивности фотосинтеза под влиянием эффективного взаимодействия расчетных норм минеральных удобрений и биостимуляторов оказало прямое влияние на урожайность зеленой массы изучаемой культуры.

Во-первых, на орошении в среднем за 3 года урожайность зеленой массы была выше запланированной ее величины, даже в вариантах без применения биостимуляторов – от 50,9 до 52,1 т/га зеленой массы против расчетного 50 т/га (табл. 37).

Таблица 37

Влияние минеральных удобрений и биостимуляторов на урожайность зеленой массы орошаемой кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)

Фактор А (сроки пред- посевной об- работки се- мян)	Фактор В (биостимуляторы в техно- логии возделывания кукурузы)	Урожай- ность зеле- ной массы, т/га	Прибавка, т/га	
			от био- стиму- ляторов	от сроков обработки семян
В день по- сева (кон- троль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	50,9	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	51,1	0,2	-
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	52,6	1,7	-
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	53,4	2,5	-
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	51,8	-	0,9
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	52,4	0,6	1,3
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	55,9	4,1	3,3
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	58,8	7,0	5,4
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	52,1	-	1,2
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	53,6	1,5	2,5
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	56,2	4,1	3,6
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	59,3	7,2	5,9
НСР ₀₅	А	0,68		
	В	0,96		
	АВ	1,12		

Во-вторых, разница в пользу предварительной обработки семян кукурузы химическим протравителем Максим Голд за 10 суток составила 7,0 т/га, а за 15 суток – 7,2 т/га зеленой массы ($59,3 - 52,1 = 7,2$ т/га).

В-третьих, применение в предпосевной подготовке семян кукурузы Биостим Старт 1,5 л/т в сочетании с листовой подкормкой Биостим Кукуруза 2 л/га обеспечивало дополнительное получение от 1,5 до 7,2 т/га зеленой массы кукурузы в зависимости от сроков обработки посевного материала.

И, наконец, сравнительная оценка влияния двух факторов внешней среды (нормы расхода Биостим Старта и сроки обработки посевного материала) показала верховенство норм расхода биостимулятора Биостим Старт – прибавка урожайности зеленой массы от 1,5 до 7,2 т/га против 2,5-5,9 т/га от сроков обработки семян кукурузы. Противоречие между результатами лабораторных исследований и полевого опыта объясняется высокой эффективностью листовой подкормки изучаемой культуры биостимулятором Биостим Кукуруза 2л/га, именно в критической фазе развития этой культуры – в фазе образования 3-4 листьев (фаза торможения роста и развития кукурузы).

Суждение о полезности тех или иных приемов, направленных на совершенствование элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур только на основании их урожайности в большинстве случаев бывает недостаточно, поскольку питательная ценность может быть совершенно другой.

Существует 2 способа оценки питательной ценности кормовых культур:

- зеленая масса кукурузы переводится в кормовые единицы. При этом эталоном является зерно овса (1 кг зерна овса равняется 1 кг кормовых единиц);

- зеленая масса кукурузы переводится в зерновые единицы. В этом случае эталоном могут быть 1 кг зерна озимой ржи или яровой пшеницы, или же ярового ячменя. Коэффициенты перевода других культур утверждены МСХ РФ от 6 июля 2017 г. (№ приказа 330).

Разница между двумя вариантами оценки питательной ценности зеленой массы кукурузы весьма существенная:

- коэффициент перевода в кормовые единицы составляет 0,14;
- коэффициент перевода в зерновые единицы – 0,17.

Данная разница зависит от технологии возделывания этой культуры. В первом случае кукуруза возделывается на силос с зачаточными початками, а в другом случае – с початками в молочно-восковой спелости (по зерновой технологии) как в наших исследованиях. В связи с этим в таблице 38 приведен валовой сбор зерновых единиц по вариантам опыта.

Таблица 38

Валовой сбор зерновых единиц в зависимости от применения биостимуляторов в технологии возделывания орошаемой кукурузы Росс 140 СВ

Фактор А (сроки предпо- севной обра- ботки семян)	Фактор В (биостимуляторы в технологии возделывания куку- рузы)	Валовый сбор зерно- вых еди- ниц, т/га	Прибавка, кг/га	
			от биости- муляторов	от сроков обработки семян
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (кон- троль)	8,65	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	8,69	40	-
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	8,94	290	-
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	9,08	430	-
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (кон- троль)	8,81	-	160
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	8,91	100	260
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	9,50	690	560
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	10,00	1190	920
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (кон- троль)	8,86	-	210
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	9,11	250	420
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	9,55	690	610
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	10,08	1220	1000

Обработка семян за 10 суток до посева химическим фунгицидом Максим Голд 0,5 л/т обеспечивает дополнительное получение 160 кг/га зерновых единиц кукурузы, а за 15 суток – 210 кг/га (весьма существенная прибавка).

Более того, добавление в рабочий раствор 1,5 л/т семян Биостим Старта и листовая подкормка Биостим Кукурузой 2 л/га увеличивает валовой сбор зерновых единиц от 1190 до 1220 кг/га с прибавкой в зависимости от сроков предпосевной обработки семян от 920 (за 10 суток) до 1000 кг/га (за 15 суток до посева).

Следовательно, в целях дополнительного получения с каждого гектара пашни 1190-1220 кг зерновых единиц семена кукурузы необходимо протравливать за 10-15 суток до посева рабочим раствором 10 л/т H₂O + Максим Голд 0,5 л/т + 1,5 л/т Биостим Кукуруза и провести листовую подкормку биостимулятором Биостим Кукуруза 2 л/га в фазе 3-4 листьев этой культуры, сочетая при необходимости с химической прополкой сорных растений.

6.2.8. Методика расчета величины возможной замены минеральных удобрений биостимуляторами и ее экономические показатели

Агрономическая эффективность применения биологических препаратов на посевах кукурузы доказана многочисленными исследованиями. В Ставропольском крае они представлены исследованиями В.Н. Багринцевой (2011), в степной зоне Южного Урала – Ф.Г. Бакировым (2008), в лесостепной зоне Украины – В.Н. Вахрачевым (2003) и в Белгородской области – А.Н. Ворониным (2010). Таких примеров можно привести бесконечное множество. Однако главный вопрос «Возможно ли сэкономить дорогостоящие минеральные удобрения за счет биостимуляторов в предпосевной подготовке семян и по вегетации кукурузы, если возможно, то на сколько?» остается открытым. Методика расчета возможной замены минеральных удобрений биостимуляторами была разработана на кафедре землеустройства и кадастров Казанского ГАУ и апробирована в докторских диссертациях Р.М. Низамова на посевах подсолнечника (2018), М.М. Хисматуллина (2019) на посевах райграса многоукосного. В этих работах было доказано, что

предпосевная обработка семян гибрида подсолнечника Санмарин 444 биостимулятором Биостим Масличный заменяет более 70 кг/га минеральных удобрений, а на посевах райграса - Азотовит заменяет 88 кг/га азотных удобрений.

Величину возможной замены азотно-фосфорно-калийных удобрений, внесенных на планируемую урожайность зеленой массы кукурузы 50 т/га ($N_{126}P_{66}K_{125}$), находим по следующим пропорциям:

$$BC_{3.м. (к)} - 100\%$$

$$BC_{3.м. (б)} - X$$

где, X – искомая величина замены NPK, %;

$BC_{3.м. (к)}$ – валовой сбор зеленой массы в контрольных вариантах опыта, т/га;

$BC_{3.м. (б)}$ – валовой сбор зеленой массы в вариантах применения биостимуляторов, т/га.

Для перевода величины замены в процентах на кг/га д.в. NPK-удобрений рассчитали по пропорции:

$$NPK_p - 100\%$$

$$X - B3, \%$$

где, X – искомая величина замены NPK, кг/га;

NPK_p – расчетная норма внесения NPK на планируемую урожайность зеленой массы, кг/га;

B3, % – величина замены NPK, %.

По нашим расчетам предпосевная обработка семян кукурузы за 10-15 суток до посева рабочим раствором Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т + H_2O 10 л/т в сочетании с листовой подкормкой биостимулятором Биостим Кукуруза 2 л/га + 300 л/га H_2O заменяет 42,8-43,7 кг/га д.в. азотно-фосфорно-калийных удобрений (13,5-13,8%) соответственно (табл. 39).

При этом затраты на приобретение, транспортировку и внесение минеральных удобрений снижается на 3424-3496 руб./га.

Таблица 39

Величина возможной замены NPK-удобрений биостимуляторами и ее экономические показатели (2022-2024 гг.)

Фактор А (сроки предпо- севной обра- ботки семян)	Фактор В (биостимуляторы в технологии возделывания кукурузы)	Величина за- мены NPK, д.в.		Снижение затрат на применение NPK, руб./га	Затраты на при- менение био- стимуляторов, руб./га	± от примене- ния биостиму- ляторов, руб./га
		%	кг/га			
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	-	-	-	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	0,5	1,6	128	850	-722
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	3,4	7,8	624	1050	-222
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	5,0	15,9	1272	1350	78
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	-	-	-	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	1,1	3,4	272	850	-578
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	7,8	24,7	1976	1050	926
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	13,5	42,8	3424	1350	2074
За 15 дней суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	-	-	-	-	-
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	2,8	8,9	712	850	-138
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	7,8	24,7	1976	1050	926
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	13,8	43,7	3496	1350	2146

В результате, экономия денежных средств в этих вариантах опыта составляет 474-546 руб./га (3424-1350=2074 руб./га в блоке исследований обработки семян за 10 суток до посева) и (3496-1350=2146 руб./га в блоке исследований обработки семян за 15 суток до посева).

Величина возможной замены минеральных удобрений отмечается и в других вариантах опыта – в интервале от 1,6 до 15,9 кг/га с протравливанием семян в день посева в зависимости от норм расхода Биостим Старта от 0,5 до 1,5 л/т семян и за 10-15 суток до посева с нормами расхода Биостим Старта от 0,5 до 1,0 л/т семян (3,4-24,7 кг/га и 8,9-24,7 кг/га) соответственно.

В этих вариантах опыта экономия денежных средств за счет частичной замены НРК-удобрений изучаемыми биостимуляторами повышается от 128 руб./га (0,5 л/т Биостим Старт в день посева) до 1976 руб./га (1,0 л/т Биостим Старт за 10-15 суток до посева).

Однако затраты на применение Биостим Старта из расчета 0,5 л/т и Биостим Кукурузы 2 л/га не окупаются – расходы превышают экономию денежных средств на 138-722 руб./га.

Следовательно, в условиях роста цен на биостимуляторы необходимо учитывать не только величину замены минеральных удобрений и снижение расходов на их применение, но и затраты на приобретение и использование биостимуляторов. С этой точки зрения, в целях замены 42,8-43,7 кг/га д.в. минеральных удобрений, снижения затрат на их применение до 3424-3496 руб./га и получения экономии денежных средств на сумму 2074-2146 руб./га предпосевную обработку семян кукурузы необходимо провести за 10-15 суток до посева рабочим раствором Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т + H₂O 10 л/т в сочетании с листовой подкормкой биостимулятором Биостим Кукуруза 2 л/га + H₂O 300 л/га в фазе 3-4 листьев объекта исследований. Экономические, энергетические показатели и сравнительная оценка окупаемости приведены в приложениях 12, 13, 14.

Глава VII. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

7.1. Производственная проверка

Производственная проверка результатов исследований проводилась в 2023-2024 гг. на орошаемых полях ООО «АФ «Кырлай» Арского муниципального района Республики Татарстан.

ООО «АФ «Кырлай» расположено в первой агропроизводственной зоне растениеводства, всего 80 км от столицы нашей республики. Близкое расстояние города - миллионника Казань, благоустроенная дорожная и железнодорожная сеть создают благоприятные условия для реализации продукции растениеводства и животноводства (карта 4).



Карта 4. Месторасположение Арского муниципального района на карте Республики Татарстан

Почвенный покров в хозяйстве представлен серыми лесными и черноземными разновидностями. Из них 3243 га относится к группе с высоким содержанием гумуса, 1705,5 га – повышенным, 580,8 га – средним и 84,4 га – низким. Такое соотношение группировок показывает относительно высокое плодородие почв ООО «АФ «Кырлай».

Более того, абсолютное большинство площади пашни анализируемого хозяйства по содержанию подвижного фосфора также благоприятно для возделывания сельскохозяйственных культур. Так, по материалам последнего полевого агрохимобследования 876,2 га пашни содержит более 250 мг/кг подвижного фосфора, 1495,4 га – от 151 до 251, 1805,6 га – от 101 до 151, 1202,4 га – от 51 до 101 мг/кг почвы подвижного фосфора. На долю с низким и очень низким содержанием этого элемента питания приходится всего 236,6 га пашни.

Анализ содержания обменного калия в почвах ООО «АФ «Кырлай» также показывает, что 91,7% пашни относится к группе почв со средней, повышенной, высокой и очень высокой обеспеченностью этим элементом питания.

Вместе с тем, 809,8 га пашни характеризуется очень низким содержанием обменного калия (от 41 до 81 мг/кг почвы).

Самое главное, в хозяйстве регулярно проводится известкование кислых почв. В результате в настоящее время нет сильнокислых и очень сильнокислых почв.

Почвенные картограммы анализируемого хозяйства приведены в приложениях 23,24,25,26.

Следовательно, почвенный покров ООО «АФ «Кырлай» весьма пригоден для возделывания зерновых, технических и кормовых культур, включая кукурузу на силос с початками в мелочно-восковой спелости.

Урожайность зерновых культур в среднем за последние 5 лет составила 3,58 т/га, картофеля 36,2 т/га, кормовых культур 4,64 т/га кормовых единиц. Поголовье КРС увеличилось от 2355 до 2704 голов, в том числе дойных коров от 622 голов в 2019 г. до 915 голов к концу 2024 г., а их продуктивность составила

от 7132 до 7569 кг молока в год соответственно (приложение 27).

Тридцать процентов картофеля, производимого в Республике Татарстан приходится на долю «АФ «Кырлай». При этом, картофель реализуется в течении 10 месяцев в год, особенным спросом домохозяйек пользуется красиво упакованный мытый картофель, морковь и столовая свекла.

Кроме овощеводства и производства товарного зерна в «АФ «Кырлай» развита и животноводческая отрасль. Как было отмечено выше в настоящее время поголовье КРС составляет 2704, в том числе дойных коров 915 голов. Ежегодное производство молока достигло 8273 тонны, мяса говядины 267,3 тонны. Для переработки такого большого объема молока в «АФ «Кырлай» имеется свой мини-молочный комбинат, в котором в будущем, кроме переработки молока, планируется производство сыра, сметаны и других молочных продуктов.

В связи с этим, часть кормовых культур возделывается на орошении. Так, возделываемые люцерно-кострецово-овсяницевые травостои на орошаемой площади 466-500 га, обеспечивают гарантированное получение 48-50 т/га зеленой массы за 3-4 укоса. Кроме того, бобово-злаковые травостои повышают плодородие орошаемых серо-лесных почв, улучшают ее структурно-агрегатный состав и являются отличным предшественником для всех выше отмеченных культур, особенно для кукурузы.

В хозяйстве имеется 10652 га сельскохозяйственных угодий, в том числе 10062 га пашни. Среднегодовая численность постоянных работников имеет тенденцию роста – 89 человек в 2019 г. до 148 человек к концу 2024 г. На одного работника произведено продукции на сумму 2 млн. 484 тыс. руб. Денежная выручка с 1 га пашни составила 37,8 тыс. руб. против 32,3 тыс. руб. в среднем по Республике Татарстан.

Такие высокие результаты аграрного сектора «АФ «Кырлай» достигнуты благодаря грамотному управлению земельными ресурсами, внедрению ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и расши-

рению перспективных направлений развития хозяйства, включая интенсификацию гидротехнической мелиорации земель.

Например, первая оросительная система на площади 325 га в данном хозяйстве была построена и сдана в эксплуатацию в 1988 г. по проекту института «Татгипрорводхоз». Данная оросительная состояла из двух участков.

Участок №1 был расположен севернее с. Старый Кырлай площадью 128 га. Полив осуществлялся дождевальными машинами «Фрегат» в количестве 2 штук.

Участок №2 располагался южнее села Старый Кырлай на площади 192 га. Полив осуществлялся дождевальными машинами «Фрегат» в количестве 2 штук. ДМ «Фрегат» в связи с длительной эксплуатацией пришли в негодность. Отдельные элементы поливной техники были разукomплектованы.

Магистральные трубопроводы из стальных труб Ø325 мм длиной 4100 м пришли в полную негодность из-за сильного коррозионного износа. Запорно-регулирующая арматура поливных и магистральных трубопроводов неисправна. Железобетонные кольца на колодцах Ø1500 мм разрушены и пришли в полную негодность. Дизельные насосы СНП 100-100 были в разукomплектованном состоянии и не пригодны к дальнейшему использованию.

Водоисточником служил пруд емкостью 300 тыс. м³ расположенный севернее с. Старый Кырлай на р. Ия, а также за счет попусков из вышележащих прудов у н.п. Новый Кырлай и Ст. Яваш суммарной емкостью 800 тыс. м³. Водоподача на орошаемые участки осуществлялась головной насосной станцией, расположенной в нижнем бьефе пруда, в 1 подъем южного участка площадью 192 га и подкачивающей насосной станцией, расположенной на северной границе орошаемых участков забором воды из копани.

Существующий пруд с сооружениями находился в неудовлетворительном состоянии, через левый борт земляной плотины наблюдалась обходная фильтрация, емкость пруда была недостаточна потребности в воде для полива. Входной оголовок водосбросного сооружения разрушен. Мокрый откос земляной плотины

тины размыт, крепление разрушено. Стальная труба Ø325x8мм подверглась значительной коррозии и практически заилилась. Задвижка на водоспуске была заморожена, наблюдалась постоянная утечка воды.

В связи с этим в 2011 г. был составлен проект на реконструкцию оросительной системы общей площадью 862,6 га со сметной стоимостью строительства 27 млн. 269 тыс. 69 руб. Техничко-экономические показатели приведены в приложении 28.

В анализируемом хозяйстве кукуруза на орошении возделывается на площади 184 га и размещается по пласту многолетних трав. Плюс к этому, экономическое благополучие и государственная поддержка позволяют хозяйству, особенно на орошении, приобретать и внести достаточное количество минеральных удобрений, биостимуляторов и средств защиты растений от вредных объектов. Все выше отмеченное обеспечивает повышение ресурсного потенциала обрабатываемой пашни, что подтверждается результатами производственной проверки, выделившихся вариантов в наших исследованиях (табл. 40).

Таблица 40

Результаты производственной проверки выделившихся вариантов опыта
(2023-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (фоны питания)	Урожайность зеленой массы куку- рузы, т/га	Прибавка			
			от удобрений		от биостиму- ляторов	
			т/га	%		
Без полива	Контроль (без удобрений)	23,4	-	-	-	-
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₃)	41,0	17,6	75,2	-	-
На орошении	Контроль (без удобрений)	28,8	-	-	-	-
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₃)	52,6	23,8	82,6	-	-
	На 50 т/га +Биостим Старт 1,5 л/т +Бистим Кукуруза 2 л/га	61,2	-	-	8,6	16,3

Прежде чем приступить к анализу результатов производственного опыта необходимо объяснить причины получения более высокой урожайности зеленой массы кукурузы, возделываемой по зерновой технологии в производственных условиях по сравнению с полевыми стационарными опытами, особенно на орошении. Так, в полевых опытах максимальная урожайность зеленой массы изучаемой культуры (50,7 т/га) была получена в варианте внесения расчётных норм NPK на планируемую урожайность 50 т/га, а в производственных условиях на этом же фоне минерального питания она выросла до 52,6 т/га с опережением 1,9 т/га. Такое положение, прежде всего объясняется тем, что в ООО «АФ «Кырлай» полив кукурузы проводится дождевальными машинами «Казанка», которая в отличие от барабанного дождевателя, увлажняет не только почву, но и приземный слой воздуха. Второе отличие – это предшественник. В «АФ «Кырлай» кукуруза на орошении размещается по пласту многолетних трав, а на опытном поле Агробиотехнопарка Казанского ГАУ – после озимой пшеницы.

Несмотря на это общая тенденция повышения урожайности под влиянием минеральных удобрений сохраняется как на посевах богарной, так и орошаемой кукурузы. Прибавка от внесения $N_{101}P_{33}K_{99}$ с расчетом получения 40 т/га зеленой массы с початками в молочно-восковой спелости в среднем за 2 года составила к контролю (без удобрений) 75,2%, а на орошении – 82,6%. Другими словами, орошение кукурузы на том же фоне минерального питания ($N_{126}P_{66}K_{125}$) обеспечивает дополнительное получение 11,6 т/га зеленой массы ($52,6 - 41,0 = 11,6$ т/га), в переводе в зерновые единицы 1,97 т/га.

Весьма обнадеживающие показатели в производственных условиях были получены и в вариантах опыта применения биостимуляторов. Так, предпосевная обработка семян кукурузы за 15 суток до посева рабочим раствором Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т + H_2O 10 л/т и листовая подкормка растений в фазе 3-4 листьев биостимулятором Биостим Кукуруза из расчета 2л/га + 300 л/га H_2O в среднем за 2 года стали основой повышения урожайности зеленой массы до 61,2 т/га с прибавкой 8,6 т/га ($61,2 - 52,6 = 8,6$ т/га), что на 16,3 % выше с

тем же фоном минерального питания, но без применения изучаемых препаратов.

Таким образом, результаты стационарных полевых опытов были подтверждены в производственных условиях и рекомендованы для внедрения в широких масштабах.

В заключение следует отметить высокую экономическую эффективность орошения сельскохозяйственных культур в «АФ «Кырлай» так как рентабельность производство картофеля и кормовых культур превышает богарные посевы в 3,5-4,0 раза при удельных затратах на орошение 14-15 %. По этой причине, в «АФ «Кырлай» строится дополнительная оросительная система на площади 450 га, включая строительство нового пруда объёмом 1 млн. 500 тыс м³ воды.

7.2. Внедрение результатов исследований

Наряду с производственной проверкой результата исследований были внедрены в технологию возделывания орошаемой кукурузы в ООО «АФ «Кырлай» на площади 184 га. Внесение минеральных удобрений с расчетом получения 50 т/га зеленой массы орошаемой кукурузы в сочетании с обработкой семян Биостим Старт 1,5 л/га за 15 суток до посева и листовая подкормка Биостим Кукуруза 2 л/га обеспечила дополнительное получение 7,9 т/га зеленой массы, что в переводе на зерновые единицы составляет 1,3 т на сумму 15 тыс. 600 руб. при условной цене реализации 12000 руб./т зерновых единиц. То есть экономический эффект от внедрения рекомендации соискателя на площади 184 га составил 2 млн. 870 тыс. 400 руб./год .

Среди сельскохозяйственных формирований Республики Татарстан по производству мяса и молока особо выделяется СХПК «Урал» Кукморского муниципального района.

Для обеспечения 4859 голов КРС, в том 1848 дойных коров с надоем молока 11547 кг/год на 1 голову в хозяйстве заготавливается более 6,0 т кормовых единиц на 1 условную голову скота против 5,0 т в среднем по Республике Татарстан.

Денежная выручка от реализации зерна, мяса и молока в 2024 г. составила 1 млрд. 19 млн. 366 тыс. рублей при общих затратах 938 млн. 995 тыс. руб., что стало основой повышения ежемесячной заработной платы 228 работников хозяйства от 27 тыс. 948 руб. в 2020 г. до 61 тыс. 691 руб. в 2024 г. (рост за 5 лет в 2,2 раза).

В укреплении кормовой базы животноводства и высокой рентабельности производства мяса и молока несомненно способствовали заготовки кормов на орошаемых землях, которые занимают 7,0 % площади пашни (320 га: 4544 х 100=7,0 %). Сравнительная оценка эффективности орошения кормовых культур приведена в таблице 41.

Таблица 41

Эффективность орошения кормовых культур в СХПК «Урал», 320 га

Показатели	На богаре	На орошении	Прибавка
Многолетние травы	18,2	36,1	17,9
Кукуруза + Кормосмеси	23,4	44,8	21,7
Зерноединиц , т/га	3,41	7,0	3,59
Заготовка сена	2 укоса	4 укоса	2 укоса
Затраты на полив 1 га за сезон (4 раза)	31873	48505	16632
Выручка, (при цене 12 руб/кг зерно-единиц с 1 га); руб.	40920	84000	43080
Прибыль, руб.	9047	27495	18448
Рентабельность, %	28,4	48,7	20,3
Окупаемость 1 рубля затрат	1,28	1,49	0,21
Удельный вес затрат на полив, %	-	16,4	-

Так, прибавка зерновых единиц от орошения 1 га кормовых единиц составляет 3,59 т/га на общую сумму 43080 руб. Рентабельность производства кормов выросла от 28,4 в богарных участках до 48,7 %. При этом, удельный вес затрат на полив был на уровне 16,4 %.

Внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность богарной кукурузы 40 т/га в среднем за 2 года обеспечило увеличение урожайности зеленой массы до 36,5 т/га, что выше на 56 % по сравнению с результатами, приведенными в таблице 41 (23,4 т/га). Дополнительный валовой сбор с орошаемой площади 120 га составил 1048 т (178,2 тонн зерновых единиц) на сумму 2 млн. 138 тыс. 400 руб. (26,7 тыс. руб./га).

Более внушительные прибавки урожайности зеленой массы кукурузы с початками в молочно-восковой спелости были получены на орошении от внедрения приемов комплексного применения минеральных удобрений в сочетании с предпосевной обработкой семян биостимулятором Биостим Старт 1,5 л/т за 15 суток до посева и листовой подкормкой Биостим Кукуруза 2 л/га в фазе образования 3-4 листьев.

В данном случае, выход зеленой массы орошаемой кукурузы вырос до 54 т/га. Дополнительный валовой сбор зерновых единиц составил 1,56 т/га на сумму 18,7 тыс. руб.

Таким образом, от внедрения результатов исследований в технологию возделывания орошаемой кукурузы в СХПК «Урал» на площади 120 га экономический эффект составил 1 млн. 496 руб./год.

Особо следует подчеркнуть значимость внесения расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность зеленой массы кукурузы 40 т/га в богарном земледелии. Например, в экономической эффект в КФХ ИП «Вафин Р.К.» Лаишевского района Республики Татарстан с каждого гектара дополнительно были получены 3,4 т/га зеленой массы соответственно (0,58 т/га зерновых единиц) на сумму 6,96 тыс. руб./га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В целях повышения энергии прорастания семян до 55-61 %, лабораторной всхожести до 95-96%, полевой всхожести до 90-92% и повышения мощности роста всходов до 0,24-0,25 г/растение сухой массы необходимо провести предварительную обработку посевного материала кукурузы за 10-15 суток до посева рабочим раствором Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т + H₂O 10 л/т.

2. Внесение расчетных норм минеральных удобрений на планируемые урожайности зеленой массы кукурузы с початками в молочно-восковой спелости способствует углублению активного слоя почвы (слой почвы, в котором формируется основная масса корневой системы) от 38,5 до 44,7 см без полива и от 46,4 до 52,6 см на орошении, что соответственно выше контрольных вариантов опыта (без удобрений) на 5,8-22,8 % и 13,7-28,9 %.

3. Внесение минеральных удобрений с расчетом получения 50 т/га зеленой массы орошаемой кукурузы в сочетании с предварительной обработкой семян Биостим Стартом 1,5 л/т и некорневой подкормкой Биостим Кукурузой 2 л/га + H₂O 300 л/га обеспечивает накопление максимальной листовой площади (31,2-31,8 тыс. м²/га), листового фотосинтетического потенциала 0,193-0,197 м²/м² и чистой продуктивности фотосинтеза 14,5-15,1 г/м² в сутки, что выше контрольных вариантов опыта (без применения биостимуляторов) на 16,0-16,4; 15,6-16,6 и 25,0-29,1 % соответственно.

4. Под влиянием расчетных норм минеральных удобрений урожайность зеленой массы богарной кукурузы с початками в молочно-восковой спелости повышается от 23,7 в контроле до 40,1 т/га и от 27,5 до 50,7 т/га на орошении против 50 т/га планируемой урожайности. При этом окупаемость минеральных удобрений на орошении пропорционально возрастает от 31,7 до 73,2 кг/кг, тогда как без полива она имеет тенденцию снижения: 52,0 кг/га в варианте NPK на 40 т/га и 51,7 кг/кг в варианте NPK на 50 т/га зеленой массы.

5. Сочетание внесения минеральных удобрений с расчетом получения 50

т/га зеленой массы орошаемой кукурузы с применением аминокислотных биостимуляторов Биостим Старт 1,5 л/т за 10-15 суток до посева и Биостим Кукуруза 2 л/га в период вегетации растений обеспечивает дополнительное получение 7,0-7,2 т/га зеленой массы (1190-1224 зерновых единиц/га).

6. Величина возможной замены NPK-удобрений Биостим Стартом (1,5 л/т) и Биостим Кукурузой (2 л/га) составляет 42,8-43,7 кг/га со снижением денежных затрат до 3424-3496 руб./га.

7. Качество конечной продукции по содержанию сырого протеина (10,8-12,2%), сырого жира (3,6-4,7%) и сахаро-протеиновому соотношению (0,8:1-1,1:1) полностью соответствует нормативным показателям кормления КРС.

8. Минеральные удобрения стимулируют накопление воздушно-сухой массы пожнивно-корневых остатков до 8,35 т/га без полива и 9,57 т/га на орошении, ускоряют их минерализацию до 34,1-38,7%, повышают коэффициент структурности серых лесных почв от 1,27 до 1,94 без полива и от 1,63 до 2,57 на орошении.

9. Коэффициент использования азота по вариантам опыта составил 55-71% без полива и 55-79 % на орошении, фосфора 14-15 % и 20-24 %, калия 57-62 и 64-72 % соответственно.

10. Кроме контрольных вариантов опыта (без удобрений) была отмечена положительная тенденция роста содержания гумуса (3,78-3,86 % против 3,70 % в исходной почве, подвижных форм фосфора (168,7-168,9 мг/кг почвы против 168,0 мг/кг в исходной почве и калия (167,8-167,5 мг/кг против 167,0 мг/кг в исходной почве).

11. Несмотря на рост цен реализации минеральных удобрений и затрат на орошение их применение в технологии возделывания кукурузы на силос с початками в молочно-восковой спелости остается экономически и энергетически выгодным агротехническим приемом. Самая высокая рентабельность производства кукурузного силоса (53,2 %) была отмечена в варианте внесения NPK-удобрений с расчетом получения 40 т/га зеленой массы, а на орошении (72,8 %) в последнем

варианте опыта (NPK на 50 т/га).

12. При условной цене реализации 1 т зерновых единиц кукурузы 12,5 тыс. руб. с вышеотмеченных вариантов опыта в кассу хозяйства поступило бы 4,3 и 5,3 тыс. руб. денежных средств (12,5 тыс. руб./т – 8,2 тыс. руб./т себестоимость = 4,3 тыс. руб. денежных средств).

13. Производственная проверка и внедрение результатов исследований в сельскохозяйственное производство полностью соответствуют результатам стационарных исследований.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В целях получения стабильной урожайности зеленой массы, соответствующей по качеству нормативным показателям кормления КРС, 50,7 т/га с рентабельность производства 72,8 % и себестоимостью 7,2 тыс. руб./т зерновых единиц, на серых лесных почвах Республики Татарстан рекомендуется возделывать районированный гибрид кукурузы Росс 140 СВ по зерновой технологии на орошении на фоне минерального питания, рассчитанного на получение 50 т/га зеленой массы против 40 т/га в богарном земледелии.

В целях частичной замены (42,8-43,7 кг/га) вышеуказанных норм минеральных удобрений аминокислотными биостимуляторами и экономии денежных средств 3424-3496 руб./га рекомендуется обработать семена кукурузы за 10-15 суток до посева рабочим раствором Максим Голд 0,5 л/т + Биостим Старт 1,5 л/т + H₂O 10 л/т и провести некорневую подкормку растений в фазе 3-4 листьев Биостим Кукуруза 2 л/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адрианов, С. Н. Продолжительность последействия фосфорных удобрений / С. Н. Адрианов, Н. А. Кирпичников // Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий: (К 80-летию ВНИИА) / Под редакцией академика РАСХН В.Г. Сычева; Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2011. С. 47-55. EDN SZZDTJ.
2. Азаренко Ю. А. Оценка содержания микроэлементов в почвах и потребности в них растений / Ю. А. Азаренко // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Серия "Агрохимия, почвоведение, экология, природообустройство и водопользование": Сборник статей. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 47-48. – EDN WKMLSJ.
3. Азаренко, А.М. Продуктивность кукурузы в зависимости от приемов возделывания на черноземе выщелоченном западного предкавказья: автореферат дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.09. /Азаренко А.М.. - Краснодар, 2009.- 27с.
4. Азаров В.Б. Выбор технологии возделывания кукурузы на силос в ЦЧЗ/ В.Б.Азаров, В.Д. Соловиченко, А.В. Акинчин // Достижения науки и техники АПК. -2004.-№1.-С. 19-21.
5. Акинчин, А.В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожай кукурузы на силос в различных севооборотах в условиях юго-западной части ЦЧЗ: дисс.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 /Акинчин А.В.- Белгород, 2004.- 141с
6. Алтухов, Т.В. Титус в посевах кукурузы / Т.В.Алтухов и др. //Защита и карантин растений.-2005.- №10.- С.27-29.
7. Амиров, М. Ф. Влияние предпосевной обработки семян, минераль-

ных удобрений на Урожайность и усвоение углерода яровой пшеницей в условиях Предкамья Республики Татарстан / М. Ф. Амиров // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку : Материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 года / Отв. за выпуск И.Ш. Фатыхов. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 152-156. – EDN UNXBUK.

8. Анализ влияния новых средств и способов полива на процессы управления во-дораспределением / В. И. Коржов, О. В. Сорокина, Т. В. Коржова, Г. О. Матвиенко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 4(32). С. 105-125. DOI 10.31774/2222-1816-2018-4-105-125.

9. Аничин, В. Л. Соизмерение затрат и результатов при внесении удобрений / В. Л. Аничин // Аграрная наука. 2004. № 2. С. 2-4. EDN PLBVCT.

10. Багринцев В.Н. Исследования по совершенствованию технологии возделывания кукурузы в Ставропольском крае/ В.Н. Багринцев// Кукуруза и сорго.-2008.-№1.-С.16-20.

11. Багринцев В.Н. Эффективность применения удобрений под кукурузу / В.Н. Багринцев, В.В. Букарев, В.С. Варданын // Кукуруза и сорго.-2009.- №3.-С. 9-11.

12. Багринцева В.Н. Адаптивная ресурсосберегающая технология возделывания кукурузы на зерно для Ставропольского края / В.Н. Багринцева // Земледелие.-2011.-№2.-С.17-19.

13. Баздырев Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г.И. Баздырев.- М.: КолосС, 2004.- 328с.

14. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия/ Р.Ф. Байбеков // Земледелие. -2018. -№ 2. -С. 3-6.

15. Бакиров Ф.Г. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки черноземов степной зоны Южного Урала: автореферат дисс... док.с.-х наук: 06.01.01/ Бакиров Ф.Г.; Оренбургский ГАУ.- Оренбург, 2008.-47с.

16. Балакай, Г. Т. Орошение гарантирует стабильное производство зерна / Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай, С. Г. Балакай // Земледелие. – 2011. – № 5. – С. 29-31. – EDN OJАНHR.
17. Банников, Н.М. Переработка птичьего помета в экологически чистое органическое удобрение/ Н.М.Банников. - Белгород: ГНУ Бел НИИСХ, 2004. - 23с.
18. Банников, Н.М. Птичий помет - ценное органическое удобрение/ Н.М.Банников. - Белгород: ГНУ БеНИИСХ РАСХН, 2007. - 43 с.
19. Беленчук В.И. Повышение качества кукурузного силоса / В.И. Беленчук. – М. 1987. –254 с.
20. Бельченко, С.А. Оценка влияния агротехнологий возделывания кукурузы на качество зеленой массы и силоса в условиях юго-западной части нечерноземья / С.А. Бельченко, И.Н.Белоус // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. -2014.- №6.-С.49-52.
21. Берест, А. В. Рационализм подземного водопользования / А. В. Берест, В. Е. Чанцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2015. Т. 20, № 4. С. 950-960.
22. Бозиев Х.К. Влияние разных видов минеральных и новых органо-минеральных удобрений на урожайность и качество зерна гибридов кукурузы на черноземе выщелоченном: дисс.... канд. с.-х. наук: 06.01.04/ Бозиев Х.К.-Нальчик, 2009.-171с
23. Бузетти, К. Д. Воздействие минеральных и органических удобрений на экосистему, качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека / К. Д. Бузетти, М. В. Иванов // Аграрная наука. 2020. № 5. С. 80-84. DOI 10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84. EDN DQLGFZ.
24. Бузетти, К. Д. Воздействие минеральных и органических удобрений на экосистему, качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека / К. Д. Бузетти, М. В. Иванов // Аграрная наука. 2020. № 5. С. 80-84. DOI 10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84. EDN DQLGFZ.

25. Булдыкова, И.А. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна кукурузы / И.А. Булдыкова, А.Х. Шеуджен // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 98 (4). – С. 632-634.
26. Винокуров И.Е. Продуктивность кукурузы зерно при орошении в зависимости от приемов выращивания на выщелоченном черноземе западного Предкавказья: автореферат дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.09. / Винокуров И.Е..- Краснодар, 2007 - 24с.
27. Вихрачев В.Н. Агрэкологическое обоснование мер повышения урожайности кукурузы в севооборотах левобережья лесостепи Украины: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.01/ Вихрачев В.Н.- Сумы, 2003.- 256с.
28. Влияние различных доз минеральных удобрений на формирование урожая кукурузы на силос / Е. В. Пальчиков, И. Н. Мацнев, Ю. С. Манаенкова, В. И. Горшенин // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК продукты здорового питания. 2021. № 3. С. 147-151. DOI 10.24412/2311-6447-2021-3-147-151. EDN ZVKWEX.
29. Волков А.И. Перспективы «нулевой» обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в Волго-Вятском регионе/ А.И. Волков и др. // Земледелие.- 2015.-№1.- С 3-5.
30. Володарский, Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы / Н.И.Володарский.- М.: Агропромиздат, 1986.-189 с.
31. Воронин, А.Н. Биоэнергетическая эффективность агротехнологий при возделывании кукурузы на зерно в зернопаропропашном севообороте / А.Н.Воронин и др.// Кукуруза и сорго. - 2010.- №1.- С.3-5.
32. Воронин, А.Н. Влияние комплексного применения удобрений и средств защиты растений на урожайность зерновой кукурузы в условиях Белгородской области /А.Н. Воронин и др. // Кукуруза и сорго.- 2018.-№ 3.-С.16-19.
33. Герман В.Н. Продуктивность кукурузы на зерно в зависимости от

уровня минерального питания / В.Н. Герман, В.Н. Новиков, А.Ф. Дружкин // Повышение устойчивости производства продукции растениеводства животноводства: Сб. науч. работ / Саратов. гос. агр. ун-т. Саратов, 2001. С. 31-42.

34. Гибадуллина Ф.С. Резервы повышения протеиновой питательности кормов и рационов крупного рогатого скота на современном этапе. Казань: изд-во «Фэн», 2007. - 188 с.

35. Гибадуллина, Ф. С. Содержание структурных углеводов в кормах Республики Татарстан / Ф. С. Гибадуллина, М. Ю. Быкова // Нива Татарстана. – 2008. – № 6. – С. 22-24. – EDN RFLQDO.

36. Горбунов, А. С. Вопросы оптимизации ландшафтно-экологической обстановки и вертикальная дифференциация ландшафтов лесостепи мелового юга Среднерусской возвышенности / А. С. Горбунов, О. П. Быковская // Аридные экосистемы. 2012. Т. 18, № 2(51). С. 35-43.

37. Григоров, М.С. Способы основной обработки пласта люцерны под кукурузу при орошении/ М.С. Григоров, С.А. Курбанов // Земледелие. - 1998. - № 2. - С. 24-25.

38. Гурбанова, З. Р. Технология получения комплексных удобрений из отходов фосфорного производства и их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур / З. Р. Гурбанова // Агрехимический вестник. 2020. № 2. С. 37-41. DOI 10.24411/1029-2551-2020-10020. EDN VZEOME.

39. Гурьянов А.М. Технология кормов: справочник / А.М. Гурьянов, А.А. Артемьев, О.А. Ляличкин, Ю.Н. Прытков. Саранск, 2007. - 354 с.

40. Д. Шпаар и др. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование)/ Под общей редакцией Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008 – XXX с., ISBN 978-5-903209-06-4

41. Давыдов, А.А. Водный и температурный режимы чернозема выщелоченного при различных способах основной обработки / А.А Давыдов, В.И.Сухарев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011.-№5.- С.48-50.

42. Диканев Г.П., Ефанов Д.В. Использование влаги гибридами кукурузы различных групп спелости // Кукуруза и сорго. - 2007. - № 2. - С. 6-8.
43. Диканев, Г.Р. Адаптивная технология возделывания кукурузы на зерно на неорошаемых почвах Нижнего Поволжья / Г.Р. Диканев, Д.В.Ефанов // Кукуруза и сорго.-2007.-№1.-С.8-12.
44. Дмитриев В.И. Совершенствование технологии выращивания кукурузы на зерно в Западной Сибири / В.И.Дмитриев, А.В.Кваша // Земледелие.-2011.-№2.-С.19-20.
45. Долженко, В. И. Оптимальный ассортимент пестицидов - основной блок системы защиты картофеля / В. И. Долженко // Современные системы защиты растений от болезней и перспективы использования достижений биотехнологии и генной инженерии: Материалы Всероссийского совещания, посвящается 45-летию ВНИИФитопатологии, Голицыно, 16–18 июля 2003 года. – Голицыно: ООО "Инновационный центр защиты растений", 2003. – С. 218-220. – EDN YMZAET.
46. Долотин И.И. Сохранение влаги - залог урожая/ И.И. Долотин // Зерновые культуры.-2001.-№1.-С.9-10.
47. Доманов, Н.М. Разработка и оценка технологий возделывания кукурузы на зерно / Н.М. Доманов, К.Б. Ибадуллаев, Ж.Ю.Горохова //Белгородский Агромир.-2011.-№1.-С.20-21.
48. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.:Агропромиздат, 1985. - 416 с.
49. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию/ Б.А.Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов.-М., 1987.- 383 с.
50. Дридигер В.К. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на их урожайность и экономическую эффективность / В.К. Дридигер и др. // Земледелие. - 2015.-№ 7.- С.20-23.
51. Дроздова, В. В. Продуктивность кукурузы на зерно при различных уровнях минерального питания на черноземе выщелоченном / В. В. Дроздова //

Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии: Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. С. 100-102. EDN GDFRLE.

52. Дружкин А. Ф. Продуктивность кормовых культур при орошении // Система кормопроизводства / Под ред. М.Н. Худенко. Саратов: Слова, 1997. С. 56-76.

53. Дружкин А.Ф. Подбор компонентов для уплотненных посевов кукурузы на лимане // Улучшение мелиоративного состояния земель и агротехники культур при орошении: Сб. науч. работ / Сарат. с.-х. ин-т. Саратов, 1981. С. 79-84.

54. Дружкин А.Ф. Продуктивность кукурузы на зерно в Заволжье в зависимости от глубины увлажняемого слоя / А.Ф. Дружкин, Л.Н. Легостаева // Проблемы земледелия в Поволжье / Сарат. с.-х. акад. Саратов, 1996. С. 83-86.

55. Дружкин А.Ф. Продуктивность различных гибридов и сортов-популяций кукурузы на зерно в зависимости от густоты стояния растений // Пути реализации нераскрытого потенциала с.-х. производства: Матер. науч.-практ. конф. (3-5 февр. 2004 г.) / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2004. С. 14-17.

56. Дружкин А.Ф. Режим подпитывания кукурузы и ее уплотненных посевов при лиманном орошении и повышенных дозах удобрений: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Саратов, 1982. 23 с.

57. Дружкин А.Ф. Роль минерального питания в формировании продуктивности кукурузы // Современные технологии возделывания с.-х. культур: Сб. науч. статей Саратов, 2003. С. 41-43.

58. Дружкин А.Ф. Технология выращивания кукурузы // Агробиологические основы выращивания с.-х. культур: Учеб. пособие. 2-е изд. / Под. ред. М.Н. Худенко / Сарат. гос. агр. ун-т. Саратов, 2003. С. 220-221.

59. Егоян, С.Е. Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на продуктивность кукурузы на черноземе обыкновенном Западного

Предкавказья: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Егоян С.Е. - Краснодар, 2007.- 163с.

60. Еськов, А.И. Повышение эффективности использования растительных остатков в ресурсосберегающих технологиях. Совершенствование научных основ, технологий производства и применения органических удобрений (1996-2011гг)/ А.И.Еськов, И.В. Русакова. -Владимир: Прес Сто, 2013. С. 506-512.

61. Еськова, Л.И.Агроэкологические функции органического вещества почв и использование органических удобрений и биоресурсов в ландшафтном земледелии / Л.И.Еськова, С.И. Тарасов, Н.А. Никитина // Всерос. н.-и., кон-структ., и проект. -технол. ин-т орган. удобрений.- Владимир, 2004. - С. 352-355.

62. Зарипова Л.П. Корма Республики Татарстан: состав и питательность и использование: справочник / Л.П. Зарипова, Ф.С. Гибадуллина, Ш.К. Шакиров. Казань, 2010. - 272 с.

63. Захаров, Л. М. Экстерьер голштинских коров при введении в рацион глютена кукурузного / Л. М. Захаров, Ф. А. Мусаев // Зоотехния. – 2015. – № 1. – С. 13. – EDN ТКРЕКV.

64. Зинченко, С. И. Влияние обработки на агрогенное преобразование серых лесных почв / С. И. Зинченко, З. М. Петрова, В. С. Зинченко // Земледелие. 2010. № 1. С. 20-21.

65. Иванова, С. Е. Первые результаты научного проекта по совершенствованию рекомендаций по внесению калийных удобрений в России / С. Е. Иванова, В. А. Романенков, Л. В. Никитина // Вестник Международного института питания растений. 2014. № 1. С. 2-5. EDN UYIHPF.

66. Изменение показателей плодородия чернозема при различных технологиях возделывания кукурузы в условиях семеноводческого хозяйства [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL:<http://ej.kubagro.ru/2018/10/pdf/11.pdf> свободный. - Загл. с экрана. - Яз.рус.

67. Изучение удобрений на основе осадков сточных вод / Р. Ф. Байбеков, Г. Е. Мерзлая, О. А. Власова, А. Н. Налиухин // Агрехимический вестник. 2013.

№ 6. С. 028-030. EDN RRYHYF.

68. Ильина, Е. И. Фосфор и его формы содержания в почве / Е. И. Ильина, В. Н. Слюсарев // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 95-4. С. 176-180. DOI 10.18411/trnio-03-2023-213. EDN GXYIAZ.

69. Ильясов М.М. Влияние системы основной обработки на свойства щелочного чернозема и урожайность сельскохозяйственных культур / М.М. Ильясов, И.А. Дегтярева, А.Х. Яппаров // Достижения науки и техники АПК.- 2005.-№5.- С.22-25.

70. К вопросу использования фосфатов в технологии мясных изделий / П. С. Кобы-ляцкий, П. В. Скрипин, В. А. Голубов, Д. О. Анциферов // Инновационные аспекты технологий производства, экспертизы качества и безопасности сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов : Материалы международной научно-практической конференции посвященной 90-летию юбилею биотехнологического факультета, пос. Персиановский, 28–29 ноября 2019 года. пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2019. С. 246-250. EDN DODRMR.

71. К вопросу развития и экономической эффективности мелиоративной отрасли Республики Татарстан / М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023.Т. 18, № 2(70). С. 199-205. DOI 10.12737/2073-0462-2023-199-205.

72. Каргин, В. И. Научные аспекты регулирования влагообеспеченности в высокопродуктивных агроценозах лесостепи Среднего Поволжья : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Каргин Василий Иванович. – Ульяновск, 2009. – 461 с. – EDN MHFOKO.

73. Кашеваров Н.И. Кукуруза в Сибири / В.С. Ильин, Н.Н. Кашеварова, И.В. Ильин, под общ. ред. Н.И. Кашеварова. Новосибирск, 2004. - 400 с.

74. Кашеваров Н.И., Ильин В.С., Кашеварова Н.Н., Ильин И.В. Кукуруза

в Сибири. – Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 400 с.

75. Кваша, А. В. Совершенствование технологии возделывания кукурузы на фуражное зерно в южной лесостепной и степной зонах Западной Сибири : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Кваша Александр Владимирович. – Усть-Кинельский, 2017. – 22 с. – EDN ZQDAYB.

76. Кененбаев, С. Б. Роль биологических средств в органическом земледелии / С. Б. Кененбаев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50, № 3. С. 103-110. DOI 10.26898/0370-8799-2020-3-11. EDN HDJHDV.

77. Кирейчева, Л. В. Основные направления снижения антропогенной нагрузки на водные объекты за счет уменьшения сброса дренажных вод с мелиорируемых территорий / Л. В. Кирейчева // Природообустройство. 2015. № 5. С. 64-69.

78. Клименко, Ю. И. Биологическое земледелие: за и против / Ю. И. Клименко, Н. С. Сердюк // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 9. С. 29-33. EDN XZJBZJ.

79. Кожушко, Ю. К. Ирригация в сельском хозяйстве и ее экологические последствия / Ю. К. Кожушко, А. А. Зеленина, И. П. Колесникова // Экология и природопользование: Сборник статей по материалам II Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 06–10 июня 2022 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2022. С. 228-231.

80. Кондрат, С. В. Рост и продуктивность полбы *Triticum dicossum* (Schrank) Schuebl. при инокуляции семян ассоциативными штаммами бактерий и внесении возрастающих доз минерального азота : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Кондрат Софья Владимировна. – Санкт-Петербург, 2007. – 206 с. – EDN NOTWQF.

81. Кобышев, Д. Н. Кукурузная кампания Н.С. Хрущева (на материалах Кировской области) / Д. Н. Кобышев // Государственная власть и крестьянство в XIX - начале XXI века: Сборник статей 5-й Международной научно-практической конференции, Коломна, 29–31 октября 2015 года / Ответственный редактор А.И. Шевельков. – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2015. – С. 299-303. – EDN XVRVMT.

82. Корма Республики Татарстан: состав, питательность и использование : справочник / Л. П. Зарипова, Ф. С. Гибадуллина, Ш. К. Шакиров [и др.] ; Академия наук Республики Татарстан, Министерство сельского хозяйства и продовольствия РТ, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии. – 3-е издание, переработанное и дополненное. – Казань : ФЭН, 2010. – 270 с. – ISBN 978-5-9690-0103-9. – EDN QLCHSF.

83. Косолапов В.М. Приготовление силоса и сенажа с применением биологических консервантов Биосиб и Фер-кон. М.: ООО «Угрешская типография», 2009. - 166 с.

84. Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – Изд. 3-е. – Москва ; Ленинград : Сельхозгиз, 1933. – 909 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469781> (дата обращения: 25.09.2025). – Текст : электронный.

85. Кравченко В.В. Продуктивность ультрараннихи раннеспелых гибридов кукурузы и оптимизация сроков их уборки на силос в условиях Среднего и Южного Урала: дис. ...канд. с.-х. наук. - Екатеринбург, 2015. - 160 с.

86. Крупин Е.О., Шакиров Ш.К., Казеева Н.А. Тенденции изменения энергетической и протеиновой питательности силоса кукурузного в Республике Татарстан // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 246. № 2. С. 107-111.

87. Крюков, А. Н. Оптимизация приемов повышения урожайности и качества зерна кукурузы в условиях юго-западной части ЦЧР : специальность

06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Крюков Александр Николаевич. – Белгород, 2013. – 157 с. – EDN SUTKWP.

88. Кукуруза в Татарстане / Ш. К. Шакиров, О. Л. Шайтанов, Ф. С. Гибадуллина [и др.]. – 2-е издание, доработанное и дополненное. – Казань: Центр инновационных технологий, 2019. 252 с. ISBN 978-5-93962-958-4.

89. Кукуруза в Татарстане / Ш. К. Шакиров, О. Л. Шайтанов, Ф. С. Гибадуллина [и др.]. – 2-е издание, доработанное и дополненное. – Казань: Центр инновационных технологий, 2019. 252 с. ISBN 978-5-93962-958-4.

90. Кукуруза как культура полевая и политическая / В. М. Короткин, Р. Т. Давлетшин, Р. Б. Нурлыгаянов [и др.] // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2021», Уфа, 23–26 марта 2021 года / министерство сельского хозяйства Российской Федерации; министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «башкирский государственный аграрный университет»; ооо «башкирская выставочная компания». Том Часть 1. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2021. – С. 89-95. – EDN XGPYLF.

91. Куркин, А.М. Способы и глубина обработки почвы, минеральные удобрения и сидераты при возделывании кукурузы на силос: дисс... канд. с.- х. наук: 06.01.01 / Куркин Алексей Михайлович.- Курск, 2006.- 114с.

92. Кушхабиев, А. З. Научно обоснованная технология возделывания кукурузы / А. З. Кушхабиев, А. М. Кагермазов, А. В. Хачидогов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2019. – № 1(87). – С. 94-97. – EDN NZDBFZ.

93. Лачуга Ю.Ф., Конкин М.Ю. Ресурсосберегающая направленность технической политики в сельском хозяйстве // Техника в сельском хозяйстве. –

2008. – № 1. – С. 3–7.

94. Леднев, А. В. Реакция сельскохозяйственных культур, произрастающих на загрязнённых тяжёлыми металлами почвах, на внесение мелиорантов и удобрений / А. В. Леднев, А. В. Ложкин, И. В. Пушкарева // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 6. С. 15-17. EDN UCRAVT.

95. Лисина, А. С. Фосфор и влияние его дефицита на растения / А. С. Лисина // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам, Вологда, Молочное, 04 апреля 2024 года. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, 2024. С. 72-75. EDN ERZJKG.

96. Лукин С.В. Продуктивность кукурузы в Белгородской области/ С.В.Лукин и др.// Кукуруза и сорго.-1997.-№2.-С.2-4.

97. Лукин, С.В. Динамика и структура использования удобрений в Белгородской области / С.В.Лукин, П.М. Авраменко, Н.И. Корнейко /Белгородский Агромир. - 2009.- №4 (50).- С.36-39.

98. Лыгач, А. В. Фосфатно-сырьевая база России и ее роль в решении проблемы продуктов питания, а, следовательно, продовольственной безопасности страны / А. В. Лыгач, В. Н. Лыгач // Недропользование XXI век. 2022. № 3(95). С. 105-109. EDN JNLYGN.

99. Магомедов Н.Р. Влияние способа обработки и дозы удобрений на урожайность кукурузы в условиях орошения / Н.Р. Магомедов и др. // Земледелие.-2011.-№2.-С.11-12.

100. Мадякин Е.В. Селекция кукурузы на холодостойкость / Е.В. Мадякин, Л.П. Кривова, Н.В. Кривов /I Материалы научно-практической конф., посвященной 20-летию ГНУ ВНИИ кукурузы «Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы». Пятигорск: изд-во «Кавказская здравница», 2009. С. 103-111.

101. Макаров И.П. Результаты исследований по разработке ресурсосбере-

гающих технологий обработки почвы / И.П. Макаров, А.В. Захаренко, А.Я.Рас-
садин // Земледелие на рубеже XXI века. - М., 2003. - С. 268-271.

102. Маликов М. М. Система кормопроизводства в Республике Татарстан / М. М. Маликов Казань: Мастер Лайн, 2002. 364 с. Библиогр.: с. 352-360. Оглавление. ISBN 5-93139-142-8.

103. Малышева, Г. С. Степи Приволжской возвышенности / Г. С. Малышева, П. Д. Малаховский // Ботанический журнал. 2012. Т. 97, № 1. С. 58а-73.

104. Малько-Нетре К. Изменение кормовой ценности кукурузы при силосовании // Новое сельское хозяйство. 2007. №4. С. 56-83.

105. Мелихов В. В. Совершенствование технологии возделывания кукурузы на зерно при орошении светло-каштановых почв нижнеповолжья: автореферат дисс... д. с.-х. наук: 06.01.01, 06.01.09 / Мелихов В.В. - Ставрополь, 2008. - 47с.

106. Методические основы полевых опытов с кормовыми культурами / А. С. 69898888888899ков, Ю. К. Новоселов, Г. Д. Харьков, В. Т. Воловик, Л. А. Трузина, Т. В. Прологова, А. Н. Уланов, Н. А. Ларетин, С. Е. Сергеева, Т. Г. Усолецва. — Москва: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2024. - 332 с. ISBN 978-5-93098-144-5

107. Минеев В.Г. Агрехимия / В.Г. Минеев. -М.: КолосС, 2004. -720с.

108. Митрик Т. Ацидоз рубца – «профессиональная» болезнь высокопродуктивных коров? / Т. Митрик // Молочное скотоводство. – 2005. – № 1. – С. 4–7.

109. Митрк Т. Силосование. Иллюстрированное практическое руководство. 2012. - 82 с.

110. Михайлова, Т. П. Альтернативная возможность получения высоких и стабильных урожаев / Т. П. Михайлова, Н. С. Котляров // Аграрная наука. 2006. № 5. С. 13-14. EDN QJBDTV.

111. Модернизированная технология и техника для обработки почвы и посева в экстремальных условиях / Н. К. Мазитов, Я. П. Лобачевский, С. Ю.

Дмитриев [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 6. С. 63-67. EDN SXGEKD.

112. Мулдашев Г.И. Влияние серы и серокарбамидного комплекса на качество силосов из озимой ржи и продуктивность быков на откорме: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. -Оренбург, 1988. - 22 с.

113. Мухамадиев, Р. Х. Кормосмеси в системе кормопроизводства Республики Татарстан / Р. Х. Мухамадиев, Р. М. Низамов, М. М. Маликов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12, № 4(46). – С. 20-22. – DOI 10.12737/article_5a5f049c9a5b93.89385750. – EDN YMOURW.

114. Надточаев Н. Кукуруза на зерно. Сушить или силосовать / Н. Надточаев, С. Абраскова // Белорусское сельское хозяйство. 2014. №9 (149). С. 66-68.

115. Найденов А.С. Доли влияния и эффект взаимодействия способов обработки почвы и доз минеральных удобрений на урожайность кукурузы на обыкновенном черноземе Западного Предкавказья / Найденов А.С., Егоян С.Е.// сб.науч.тр.. -2007. -№2. -С.147-148. / Реферативный журнал. -2008. -№4.

116. Наумов, В. Д. Генетическая и классификационная оценка дерново-подзолистых почв / В. Д. Наумов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 6. С. 17-25.

117. Наумова, Т. В. Повышение эффективности эксплуатационных мероприятий по снижению захвата наносов в водозаборы оросительных систем / Т. В. Наумова, А. М. Кушер, И. Ф. Пикалова // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14, № 9(132). С. 1167-1179. DOI 10.22227/1997-0935.2019.9.1167-1179. EDN МХКСНО.

118. Невзоров, А.И. Влияние органических и минеральных удобрений на продуктивность кукурузы на силос в условиях северной части центрально-черноземной зоны: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / А.И. Невзоров -Мичуринск, 2006.- 175с.

119. Непряхина Н.Д. Производство молока и мяса в условиях Северного Зауралья: ТрНИИСХ Сев. Зауралья / Н.Д. Непряхина, В.Ю. Белаушкин, Л.Н. Прокопьев. Новосибирск. 1991. С. 79-86.

120. Николаев В.А. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы / В.А. Николаев, М.А. Мазиров, С.И. Зинченко // Земледелие. - 2015. - № 5. - С. 18-20.

121. Никульников, Н.М. Кукуруза в зерносвекловичном севообороте / Н.М. Никульников, О.К. Боротнов // Кукуруза и сорго. - 2004. - №1. - С.6-7.

122. Овсеенко, Л. Фосфорные удобрения для высоких урожаев / Л. Овсеенко, В. Шевчук // Наука и инновации. 2011. № 6(100). С. 15-17. EDN WWZBWR.

123. Ольгаренко, Г. В. Ресурсосберегающие технологии и техника орошения / Г. В. Ольгаренко, Д. Г. Ольгаренко, Т. А. Капустина // Техника и оборудование для села. 2015. № 8. С. 28-31. EDN UFEPYB.

124. Ольгаренко, Г. В. Ресурсосберегающие технологии и техника орошения / Г. В. Ольгаренко, Д. Г. Ольгаренко, Т. А. Капустина // Техника и оборудование для села. 2015. № 8. С. 28-31.

125. Осипов, А. И. Влияние агрохимикатов на урожай возделываемых культур / А. И. Осипов // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2023. Т. 18, № 2. С. 512-516. EDN MMIAKK.

126. Основные положения концепции развития кормопроизводства Республики Татарстан / Ф. С. Гибадуллина, М. Ш. Тагиров, Ш. К. Шакиров [и др.] // Кормопроизводство в современных условиях и пути его интенсификации : материалы Всероссийской научно-практической конференции по кормопроизводству, Казань, 03–04 февраля 2011 года. – Казань: Фолианть (Казань), 2011. – С. 25-40. – EDN TYAGFZ.

127. Особенности расчета прогнозных показателей развития сельской агроэкологической системы для обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды в агропромышленном производстве / Р. В. Капинос, Ю. П. Бреславец, А. И. Добрунова [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 101. С. 20-29. DOI 10.21515/1999-1703-101-20-29.

128. Отзывчивость кукурузы на средства химизации / Н.К. Долженко и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2003. - №3. - С.23-24.

129. Павленкова, Т. В. Воздействие системы удобрений на обеспеченность растений питательными элементами / Т. В. Павленкова // Актуальные направления развития АПК: Сборник материалов конференции, Екатеринбург, 28–30 ноября 2019 года. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2020. С. 286-289. EDN BVSTLT.

130. Панфилов А.Э. Зависимость силосной продуктивности кукурузы от скороспелости гибридов / А.Э. Панфилов, Д.С. Корыстина // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения. Челябинск: ЧГАУ. 2004. №4. С. 71-77.

131. Папцов А. Структура и эффективность использования водных ресурсов в мировом сельском хозяйстве / А. Папцов, Ж. Соколова, И. Пацурия // АПК: экономика, управление. 2007. № 7. С. 60-64.

132. Повышение эффективности использования оросительной воды природно-техническими системами в сельскохозяйственном производстве / В. Л. Бондаренко, Н. А. Иванова, А. В. Кувалкин, Г. Л. Лобанов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2015. № 3(19). С. 171-186.

133. Полухин, А. А. Повышать эффективность использования минеральных и органических удобрений в растениеводстве / А. А. Полухин // АПК: экономика, управление. 2016. № 9. С. 82-85. EDN WWCSYL.

134. Попова, Е. Е. Классификация удобрений, применение удобрений / Е. Е. Попова, Д. С. Укроженко // Актуальные теоретические исследования в сельском хозяйстве: сборник тезисов, подготовленный по материалам круглого стола, Екатеринбург, 14 апреля 2024 года. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2024. С. 115-116. EDN EHCSFZ.

135. Попова, К. Ю. Глобальные проблемы водообеспечения сельского хозяйства / К. Ю. Попова // АПК: экономика, управление. 2020. № 2. С. 72-80. DOI 10.33305/202-72.

136. Продуктивность культур в орошаемом агроландшафте в зависимости

от основной обработки почвы и удобрений [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://ej.kubagro.ru/2018/07/pdf/19.pdf>. свободный. — Загл. с экрана. - Яз.рус.

137. Промежуточные итоги испытаний перспективных селекционных образцов кукурузы для условий Республики Татарстан, 2012-14 гг / Ю. В. Сотченко, В. С. Сотченко, О. Л. Шайтанов, М. И. Хуснуллин // Нива Татарстана. – 2017. – № 1-2. – С. 33-36. – EDN YHJPJP.

138. Пронько, В. В. Влияние погодных условий и агротехнических приемов на эффективность удобрений в степном Поволжье / В. В. Пронько, В. В. Корсак, А. Ф. Дружкин // Агрехимия. – 2004. – № 8. – С. 20-26. – EDN ONQDXF.

139. Разработка биологизированных технологий возделывания сельскохозяйственных растений для инновационного развития сельских территорий в качестве элемента органического земледелия / В. И. Старцев, В. Г. Новиков, К. А. Егоров, А. П. Сусленков // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 1. С. 16-19. DOI 10.31857/2500-2082/2023/1/16-19. EDN OLEFBW.

140. Рамазанов, Р.Я Водно-физические характеристики типичного чернозема и урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способов обработки почвы/ Р.Я.Рамазанов, Ф.Х. Хазиев, Х.Ф. Фаизов//Аграрная наука.-1995.-№2.-С.29-30.

141. Рапсовые корма в рационе животных / Ф. Н. Сафиоллин, Г. С. Миннуллин, М. М. Хисматуллин, Р. К. Вафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 3, № 3(9). – С. 104-105. – EDN JXDDVZ.

142. Ресурсосберегающие технологии и инженерные решения по созданию автоматизированных мелиоративных систем / З. Г. Ламердонов, Т. Ю. Хаширова, С. А. Жабоев [и др.] // Экология и промышленность России. – 2021. Т. 25, № 7. С. 8-12. DOI 10.18412/1816-0395-2021-7-8-12.

143. Румянцева, А. А. Экологические аспекты фосфорных удобрений / А. А. Румянцева, К. А. Максимова, В. М. Герасимова // Отраслевой научный форум "Дни российской науки - 2019»: Тезисы докладов, Трехгорный, 28 марта 2019

года. Трехгорный: Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", 2019. С. 139-142. EDN SONJSC.

144. Савин, И. Ю. Классификация почв и земледелие / И. Ю. Савин // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2016. № 84. С. 3-9. DOI 10.19047/0136-1694-2016-84-3-9.

145. Сайфуллин Р.Р. Влияние различных видов органических удобрений на плодородие черноземов выщелоченных Южной лесостепи Республики Башкортостан: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Сайфуллин Ранис Рауфович.- Уфа, 2004.- 123с.

146. Салихов А. С. Ресурсосберегающие приёмы в земледелии Среднего Поволжья. - Казань: Изд-во КГУ, 2008. - С. 200.

147. Сальников, М.И. Система воспроизводства плодородия почв в ландшафтном земледелии/ М.И.Сальников, Б.А.Рыбалкин// Материалы научно-практической конференции. - Белгород, 2001.- С.190-191.

148. Самарханов, Т. Г. Производство в ущерб экологии: урожайность растет, а плодородие падает / Т. Г. Самарханов // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 7. С. 21-27. DOI 10.32651/227-21. EDN YTALFD.

149. Самыкин, В.Н. Влияние разных агроприемов на продуктивность, экономическую и биоэнергетическую эффективность возделывания кукурузы/ В.Н. Самыкин и др. // Земледелие. -2011.-№4.-С.42-44.

150. Сафиоллин Ф. Н. Биологические особенности райграса многоукосного и результаты его интродукции в луговое кормопроизводство республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, Г. С. Миннуллин, С. Р. Сулейманов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса : научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мартьянова А.П., Казань, 27–28 октября 2022 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 777-784. – EDN MPRKGCN.

151. Сафиоллин, Ф. Н. Система мелиоративного земледелия в Республике Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2015. – 318 с. – ISBN 978-5-93962-636-1. – EDN NUCSJD.

152. Сержанов, И. М. Фотометрические параметры растений и урожайность яровой пшеницы, выращенных из семян на разных фонах питания в условиях серых лесных почв Предкамья / И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. М. Ганиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12, № 4-2(47). – С. 67-69. – DOI 10.12737/article_5a8441fb708d19.72755330. – EDN YRNREP.

153. Скороспелая кукуруза - стабильный источник кормов в засушливом Зауралье / И. Н. Цымбаленко, С. Д. Гилев, А. Н. Копылов [и др.] // Нивы России. – 2022. – № 10(209). – С. 66-69. – DOI 10.5281/zenodo.7456863. – EDN APQZVD.

154. Слесарева, И. Современное состояние размещения и специализации сельского хозяйства в Российской Федерации / И. Слесарева, Л. Силаева // Международный сельскохозяйственный журнал. 2012. № 5. С. 23-25.

155. Сотченко В.С. Кукуруза: основные направления в селекции высокопродуктивных гибридов // Журнал «Нива Татарстана». 2012. №2-3.

156. Сотченко, В. С. Состояние и перспективы селекции и семеноводства кукурузы / В. С. Сотченко, Ю. В. Сотченко // Кукуруза и сорго. – 2021. – № 2. – С. 5-11. – DOI 10.25715/e3734-6035-8345-q. – EDN WTSCET.

157. Спиридонов А. М. Совершенствование технологи силосования кормов. СПб.: 2008. - 35 с.

158. Сулейманов, С. Р. Влияние перспективных штаммов эндофитных бактерий на содержание сырого жира и валовой сбор растительного масла различных гибридов подсолнечника / С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин, А. И. Арсланов // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий : Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практи-

ческой конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 274-281. – EDN UZQYU.

159. Сычев, В. Г. Системы удобрений по зонам Европейской территории России / В. Г. Сычев, П. Д. Музыкантов, Н. К. Панкова // Плодородие. 2001. № 2(2). С. 14-17. EDN SDDCEJ.

160. Тагиров М.П. Современные изменения климата на территории Татарстана / М.П. Тагиров, О.Л. Шайтанов. Казань: изд-во «Фолиант», 2013. - 28 с.

161. Таланов, И. П. Отзывчивость гибридов кукурузы на внесения расчетных доз минеральных удобрений в условиях Предволжья РТ / И. П. Таланов, М. Ю. Михайлова, Л. З. Каримова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10, № 2(36). – С. 123-127. – DOI 10.12737/12516. – EDN VJTKPF.

162. Таранов М.Т. Биохимия кормов / М.Т. Таранов, А.Х. Сабиров. М.: Агропромиздат, 1987. - 224 с.

163. Технологии внесения удобрений / Д. Н. Виноградов, Я. Д. Высоцкий, Е. Ю. Мирошник, Е. В. Демчук // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития: Сборник XI Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию кафедры Электротехники в Омском сельскохозяйственном институте им. С.М. Кирова (Технического сервиса, механики и электротехники) ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омск, 29 февраля 2024 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2024. – С. 26-32. – EDN KUVQCH.

164. Туктаров Б.И. Продуктивность кукурузы и зернобобовых культур в полосных посевах при орошении в Заволжье / Б.И Туктаров, Р.Р. Ахмеров, А. Ф. Дружкин // Агрэкологические проблемы с.-х. производства: Сб. матер. Всерос. науч. конф. Пенза, 2003. С. 22-24.

165. Улитко В.Е. Качество и кормовое достоинство силоса из кукурузы с использованием УАС / В.Е. Улитко, Л.А. Пыхтина // Кормопроизводство. 2002. № 11. С. 20-24.

166. Усенко, В.И. Научные основы рационального использования органических удобрений на черноземах Западной Сибири: дисс... докт.с.-х. наук: 06.01.04 / Усенко Владимир Иванович.- Барнаул, 2000.- 320с.

167. Федоров, В.А. Кукуруза: предшественник, обработка почвы /В.А.Федоров, В.А.Воронцов // Кукуруза и сорго.-2000.-№1.-С.9-10.

168. Хадеев, Т. Г. Управление фитосанитарным состоянием в агроценозах яровой пшеницы / Т. Г. Хадеев, И. П. Таланов. - Казань, 2010. - С. 25-30.

169. Хаджинов, М. И. Состояние и перспективы селекции кукурузы в СССР / М. И. Хаджинов, Г. С. Галеев // Генетика. – 1966. – Т. 2, № 10. – С. 56-66. – EDN IFMEWM.

170. Хачидзе, А. С. Влияние технологии возделывания зерновых культур селекции НИИСХ ЦРНЗ на качество урожая / А. С. Хачидзе, М. Г. Мамедов // Агротехнический вестник. 2009. № 4. С. 35-37. EDN LLZYNP.

171. Хецуриани, Е. Д. Аспекты разработки конструктивно-технологических устройств для безопасной работы водозаборов мелиоративных систем / Е. Д. Хецуриани, С. М. Васильев // Аграрный научный журнал. 2022. № 5. С. 96-100. DOI 10.28983/asj. y2022i5pp96-100.

172. Худенко М.Н. Повышение плодородия орошаемых почв и урожайность гибридов кукурузы / М.Н. Худенко, А.Ф. Дружкин // Наука - производству: Аннот. перечень НИР / Саратов, 1990. С. 9-11.

173. Цыганов, А. Р. Фосфорные удобрения и приемы их рационального использования: лекция для студентов сельскохозяйственных вузов и слушателей факультета повышения квалификации / А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш, О. В. Поддубная; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление кадров и аграрного образования, Белорусская сельскохозяйственная академия. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 1997. 43 с. EDN ZAZCXV.

174. Чевердин, Ю. И. Эволюционные изменения гумусного состояния черноземов в агролесоландшафтах Центрального Черноземья / Ю. И. Чевердин,

В. А. Беспалов, Т. В. Титова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 112. С. 193-200. DOI 10.21515/1999-1703-112-193-200.

175. Чуян, Н. А. Биоэнергетическая и эколого-экономическая оценка внесения минеральных удобрений и извести при использовании растительных остатков в качестве органического удобрения / Н. А. Чуян, Р. Ф. Еремина, Н. П. Масютенко // Земледелие. 2009. № 8. С. 38-40. EDN KYLMIJ.

176. Шайтанов О.Л. Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г. /О.Л. Шайтанов, М.И. Тагиров // Вестник КазГАУ. №4 (51)2018. С. 96-102.

177. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш., Каримов Х.З. Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г.// Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т.13. № 4(51). С. 96-102.

178. Шайхутдинов, Ф. Ш. Агробиологические основы формирования высококачественного урожая яровой пшеницы в лесостепи Поволжья : специальность 06.01.09 "Овощеводство" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Шайхутдинов Фарит Шарипович. – Кинель, 2004. – 37 с. – EDN NHQJSL.

179. Шакиров Ш.К. Организация производства и контроля за качеством объёмистых кормов / Ш.К. Шакиров, Ф.С.Гибадуллина, М.Ш. Тагиров, М.Г. Нуртдинов, Н.Н. Хази-пов, О.Л. Шайтанов, С.И. Чурин. Казань, 2013. - 99 с.

180. Шапулатов, У. Х. К вопросу изучения истории ирригации на территории Средней Азии в эпоху бронзы / У. Х. Шапулатов // Археология Евразийских степей. 2023. № 6. С. 271-282. DOI 10.24852/2587-6112.2023.6.271.282.

181. Швед, И. М. Накопление питательных веществ в надземном урожае и послеуборочных остатках сельскохозяйственных культур в связи с системами удобрений и способами обработки почвы / И. М. Швед, В. Б. Воробьев, Я. У. Яроцкий // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2007. № 3. С. 73-75. EDN ZBUAAN.

182. Шеуджен А. Х. Урожайность и качество зерна кукурузы в зависимости от подкормок удобрениями в условиях Краснодарского края / А. Х. Шеуджен, Д. К. Марченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 117. – С. 213-220. – DOI 10.21515/1999-1703-117-213-220. – EDN OBTLJD.

183. Шиндин А.П. Кукуруза. Современная технология возделывания / А.П. Шиндин, В.Н. Багринцева, Т.И. Борщ, А.Г. Горбачева, В.С. Сотченко, Е.Ф. Сотченко, Ю.В. Сотченко. М.: 2009. - 127 с.

184. Ширяев А.В. Влияние систем обработки почвы на рост и развитие кукурузы на зерно / А.В.Ширяев, Л.Н.Кузнецова// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014.-№9.- С.38-40.

185. Шпаар, Д. (Ред.) Возобновляемое растительное сырье (производство и использование). Том 1, 416 с.; том 2, 382 с., Санкт-Петербург-Пушкин, 2007.

186. Шпаар, Д. (Ред.) Производство грубых кормов (в двух книгах). Торжок ООО «Вариант», книга 1, 2003, 361 с.; книга 2, 2003, 374 с.

187. Шпаков, А. С. Перспективы использования пахотных угодий в кормопроизводстве Российской Федерации / А. С. Шпаков // Кормопроизводство. – 2008. – № 11. – С. 2-5. – EDN IVZMUK.

188. Шумаков Б.А.: (К 70-летию со дня рождения) / Б.А. Шумаков, М. А. Прокофьев // Гидротехника и мелиорация. 1960. № 1. С. 62–63.

189. Шустикова, Е. П. Эффективность длительного использования минеральных удобрений на черноземе обыкновенном / Е. П. Шустикова, Н. Н. Шаповалова, Е. В. Богатырева // Земледелие. 2012. № 3. С. 13-16. EDN PACZED.

190. Щелганов, Н.И. Технология возделывания кукурузы на зерно /Н.И. Щелганов, Н.М. Доманов, К.Б. Ибадуллаев, А.Н.Крюков // Земледелие.- 2008.- №6.-С.44-45.

191. Эффективность применения калийных удобрений под кукурузу на зеленую массу при возрастающей обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы калием / И. М. Богдевич, Л. В. Очковская, Г. И. Каленик [и др.] //

Почвоведение и агрохимия. 2002. № 32. С. 148-156. EDN CATBZZ.

192. Ягодин, Б. А. Агрохимия: учебник / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 584 с. — ISBN 978-5-8114-2136-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87600> (дата обращения: 02.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

193. Bastiman B. Factors affecting effluent production // Experimental Husbandry, 1996. No 31. P. 40-46.

194. Bastiman, 1976. B. Bastiman. Factors affecting silage effluent production. Exp. Husb., 31 (1976), pp. 40-46.

195. Bogusz, P.; Brodowska, M.S.; Rusek, P. The Impact of Suspension Fertilizers Based on Waste Phosphorus Salts from Polyol Production on the Yield of Maize Intended for Green Fodder. Agronomy 2024, 14, 1054.

196. Jäger F. Maisanbauplaner Mitteloleutscheland. KWS Finbek, 2014.-170 p.

197. Nkebiwe, P.M.; Weinmann, M.; Bar-Tal, A.; Müller, T. Fertilizer placement to improve crop nutrient acquisition and yield: A review and meta-analysis. Field Crops Res. 2016, 196, 389–401.

198. Nosko, B. S. Mineral fertilizers in the system of factors controlling the anthropogenic evolution of chernozems / B. S. Nosko // Eurasian Soil Science. – 1996. – Vol. 29, No. 12. – P. 1404-1411. – EDN XLBEBJ.

199. Urishev, A. Current use of water intake structures of reservoirs / A. Urishev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 7, Tashkent, 11–14 ноября 2020 года. Tashkent, 2021. P. 012119. DOI 10.1088/1757-899X/1030/1/012119.

200. Weißbech F. Je besser die Silage - desto weniger Gülles-tickst-off, mais, 20.1992.-P. 21-26

ПРИЛОЖЕНИЯ

Расчет норм минеральных удобрений на планируемую урожайность
зеленой массы гибрида кукурузы Росс 140 СВ на 50 т/га

Показатели	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вынос питательных веществ на 1 т основной продукции, кг	2.8	1	3.7
Вынос питательных веществ с урожаем, кг/га	140	50	185
Содержание подвижных веществ питательных в почве, мг/кг	28	168	167
Запасы подвижных питательных веществ в пахотном слое почвы, кг/га	139	840	835
Коэффициент использования питательных веществ растениями из почвы %	40	5	13
Количество питательных веществ поглощаемых растениями из почвы, кг/га	52	43	110
Количество питательных веществ, которое требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га	88	7	75
Коэффициент использования , растениями питательных веществ из удобрений %	70	10	60
Количество питательных веществ, которое требуется внести с минеральными удобрениями с учетом коэффициента использования, кг/га	126	66	125

Влияние орошения и удобрения на полевую всхожесть гибрида кукурузы
Росс 140 СВ

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные нормы НРК)	Кол-во шт./м ²	Полевая всхожесть, %
Без полива	Контроль (без удобрений)	5,95	85
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5,95	85
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	6,02	86
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	6,02	86
На орошении	Контроль (без удобрений)	5,95	85
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5,95	85
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	6,02	86
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	6,02	86
НСП ₀₅	А	0,06	
	В	0,08	
	АВ	0,10	

Влияние удобрений, орошения кукурузы на содержание и валовые сборы сырого жира (в среднем за 3 года)

Фактор А (условия увлажне- ния)	Фактор В (расчетные нормы NPK)	Содержание сырого жира, %	Вал. сбор сы- рого жира, кг/га	Прибавка	
				от удобре- ний	от орошения
Без по- лива	Контроль (без удобрений)	3,6	27,3	-	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	3,8	39,3	29,3	-
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	4,1	45,6	71,1	-
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	3,8	47,8	75,1	-
На оро- шении	Контроль (без удобрений)	4,2	31,5	-	15,4
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	4,4	43,0	33,5	21,8
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	4,8	57,4	82,2	25,9
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	4,7	61,5	95,2	28,7

Система орошаемых земель ООО «Агрофирма «Кырлай»



Приложение 5А(посев-всходы)

Динамика формирования корневой системы кукурузы по фазам развития, см

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	3.3	3.0	3.2	3.2
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	3.9	3.6	3.8	3.8
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	4.5	4.2	4.4	4.4
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	4.9	4.6	4.8	4.8
На орошении	Контроль (без удобрений)	3.5	3.3	3.4	3.4
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	4.2	3.9	4.1	4.1
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	4.9	4.6	4.8	4.8
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	5.4	5.1	5.3	5.3

Приложение 5Б (образование 8-10 листьев)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	22,1	19,2	21,1	20,8
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	24,7	21,8	23,7	23,4
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	25,8	22,9	24,8	24,5
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	27,9	24,8	27,1	26,6
На орошении	Контроль (без удобрений)	24,0	20,9	23,2	22,7
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	26,7	23,6	25,9	25,4
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	30,0	26,8	29,3	28,7
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	31,4	28,2	30,7	30,1

Приложение 5В (выметывание метелки)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	27,6	24,7	26,6	26,3
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	30,7	27,8	29,7	29,4
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	32,5	29,6	31,5	31,2
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	34,0	31,1	33,0	32,7
На орошении	Контроль (без удобрений)	31,4	28,5	30,4	30,1
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	34,8	31,9	33,8	33,5
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	38,1	35,2	37,1	36,8
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	41,2	38,3	40,2	39,9

Приложение 5Г (цветение метелки)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	34,1	31,2	33,1	32,8
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	35,6	32,7	34,6	34,3
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	38,0	35,1	37,0	36,7
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	40,6	37,7	39,6	39,3
На орошении	Контроль (без удобрений)	37,7	34,8	36,7	36,4
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	39,9	37,0	38,9	38,6
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	43,0	40,1	42,0	41,7
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	45,1	42,2	44,1	43,8

Приложение 5Д (молочно-восковая спелость)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	37,7	34,8	36,7	36,4
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	39,8	36,9	38,8	38,5
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	42,6	39,7	41,6	41,3
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	46,0	43,1	45,0	44,7
На орошении	Контроль (без удобрений)	42,1	39,2	41,1	40,8
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	47,7	44,8	46,7	46,4
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	51,0	48,1	50,0	49,7
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	53,9	50,9	53,0	52,6

Плотность стеблестоя перед уборкой урожая, шт/м²

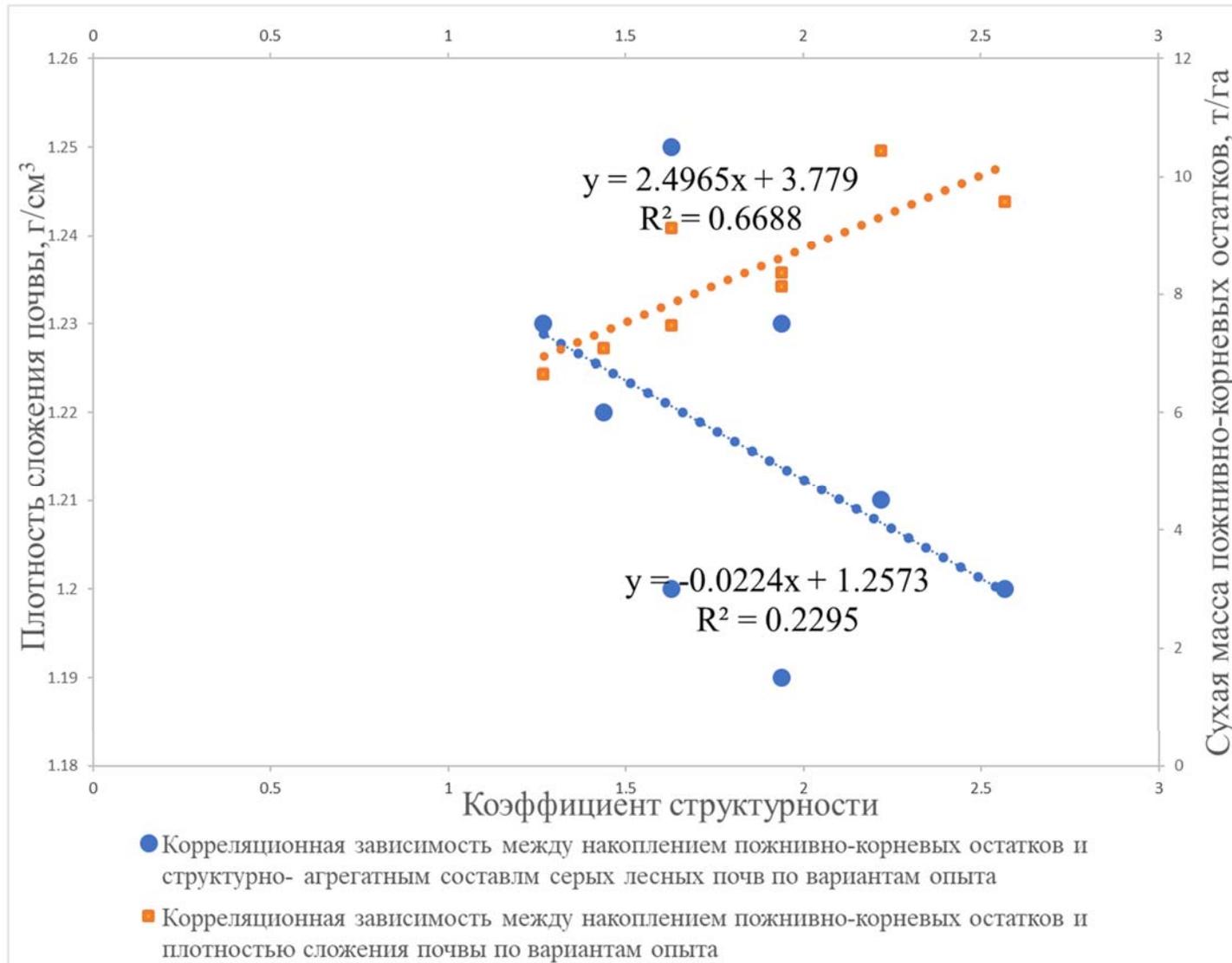
Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	5,50	5,45	5,49	5,48
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5,50	5,45	5,49	5,48
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	5,55	5,50	5,54	5,53
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	5,65	5,60	5,64	5,63
На орошении	Контроль (без удобрений)	5,52	5,47	5,51	5,50
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5,57	5,52	5,56	5,55
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	5,65	5,60	5,64	5,63
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	5,77	5,72	5,76	5,75

Влияние минеральных удобрений и орошения на высоту растений
гибрида кукурузы Росс 140 СВ, см

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	142	133	139	138
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	149	140	146	145
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	157	148	154	153
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	168	159	165	164
На орошении	Контроль (без удобрений)	149	140	146	145
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	162	153	159	158
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	171	162	168	167
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	184	175	181	180

Засоренность посевов кукурузы перед уборкой по вариантам полевого опыта, шт./м²

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	13	11	12	12
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	12	10	11	11
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	10	8	9	9
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	9	7	8	8
На орошении	Контроль (без удобрений)	17	15	16	16
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	14	12	13	13
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	11	9	10	10
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	10	8	9	9



Приложение 10А (масса стеблей)

Влияние орошения и удобрения на структуру урожая гибрида кукурузы
Росс 140 СВ, г/растение

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	250	214	250	238
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	309	265	308	294
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	383	329	383	365
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	404	347	404	385
На орошении	Контроль (без удобрений)	270	231	270	257
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	294	252	294	280
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	408	350	409	389
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	483	414	483	460

Приложение 10Б (масса метелок)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	16	13	16	15
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	18	15	18	17
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	23	19	24	22
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	25	21	26	24
На орошении	Контроль (без удобрений)	15	12	15	14
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	19	16	19	18
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	28	23	30	27
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	37	30	38	35

Приложение 10В (масса листьев)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	45	40	44	43
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	58	51	56	55
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	71	63	70	68
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	93	83	91	89
На орошении	Контроль (без удобрений)	59	52	57	56
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	63	56	61	60
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	92	82	90	88
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	103	91	100	98

Приложение 10Г (масса початков)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Среднее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	145	128	141	138
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	160	141	155	152
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	217	192	212	207
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	235	208	229	224
На орошении	Контроль (без удобрений)	182	160	177	173
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	200	176	194	190
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	260	230	254	248
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	303	268	296	289

Приложение 10Д (общая биомасса)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны мине- рального питания)	2022 г. (ГТК=1,25)	2023 г. (ГТК=0,84)	2024 г. (ГТК=0,99)	Сред- нее за 3 года
Без полива (контроль)	Контроль (без удобре- ний)	456	395	451	434
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	544	471	539	518
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	695	603	688	662
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	748	647	741	712
На ороше- нии	Контроль (без удобре- ний)	525	455	520	500
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	576	498	570	548
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	817	707	810	778
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	926	802	918	882

Содержание водопрочных агрегатов 0,25-10 мм и коэффициент структурности на серые лесные почвы в зависимости от фонов минерального питания и орошения кукурузы Росс 140 СВ
(2022-2024 гг.)

Фактор А (условия увлажнения)	Фактор В (расчетные фоны минерального питания)	Содержание водопрочных агрегатов перед уборкой кукурузы		
		%	коэффици- ент струк- турности	прибавка в % к кон- тролю
Без полива (контроль)	Контроль (без удобрений)	56	1,27	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	59	1,44	13,4
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	62	1,63	28,3
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	66	1,94	52,8
На орошении	Контроль (без удобрений)	62	1,63	-
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	66	1,94	19,0
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	69	2,22	36,2
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	72	2,57	57,7

Примечание: исходное содержание водопрочных агрегатов перед посевом кукурузы составило 60%.

Экономические показатели аминокислотного биостимулятора и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ

Фактор А (сроки протравливания семян)	Фактор В (норма расхода биостимулятора)	Выход зерновых единиц, т/га	Стоимость вал. продукции тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость, тыс. руб./т зерновых единиц
В день закладки лабораторного опыта (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	8,65	108,1	62,72	45,40	72,4	7,25
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	8,69	108,6	62,43	46,19	74	7,18
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	8,94	111,8	62,53	49,22	78,7	7,00
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	9,08	113,5	61,35	52,15	85	6,76
За 10 дней до закладки лабораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	8,81	110,1	63,65	46,47	73	7,22
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	8,91	111,4	63,36	48,01	75,8	7,11
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	9,50	118,5	65,04	53,46	82,2	6,85
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	10,00	125,0	67,05	57,95	86,4	6,71
За 15 дней до закладки лабораторного опыта	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	8,86	110,8	63,61	47,14	74,1	7,18
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	9,11	113,9	63,70	50,17	78,6	6,99
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	9,55	119,4	65,07	54,30	83,4	6,81
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	10,08	135,5	70,80	64,20	90,6	7,02

Энергетические показатели аминокислотного биостимулятора и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ

Фактор А (сроки предпосевной обработки семян)	Фактор В (биостимуляторы в технологии возделывания кукурузы)	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Вал. сбор обменной энергии, ГДж/га	Биоэнергетический коэффициент
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	15,4	58,6	3,81
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,5	59,8	3,86
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,6	60,5	3,88
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,7	61,2	3,90
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	15,4	59,2	3,84
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,5	60,4	3,90
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,6	61,1	3,92
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,7	61,8	3,94
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	15,4	59,8	3,88
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,5	61,0	3,94
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,6	61,7	3,96
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	15,7	62,4	3,97

Сравнительная оценка окупаемости экономических и энергетических затрат

Фактор А (сроки предпо- севной обра- ботки семян)	Фактор В (биостиму- ляторы в технологии возделывания куку- рузы)	Окупаемость экономи- ческих затрат, руб./руб.	Окупаемость энер- гетических затрат, ГДж/ГДд
В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	1,72	3,81
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,74	3,86
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,79	3,88
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,85	3,90
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	1,73	3,84
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,76	3,90
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,82	3,92
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,86	3,94
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	1,74	3,88
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,79	3,94
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,83	3,96
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Био- стим Кукуруза 2,0 л/га	1,91	3,97

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Динамика образования листовой площади, в фазе 8-10							
Культура:	кукуруза				Год исследований:	2022-2024	
Фактор А:	сроки предпосевной обработки семян				Исследуемый показатель:	Динамика образования листовой площади	
Фактор В:	биопрепараты в технологии возделывания кукурузы				единицы измерения	тыс. м ² /га	
Градация фактора А:		3					
Градация фактора В:		4					
Количество повторностей:			4				
			Таблица				
	Фактор В (биопрепараты в технологии возделывания кукурузы)	Повторность				Суммы	Средние
Фактор А		1	2	3	4	∑	
(сроки предпосевной обработки семян) В день посева (контроль)	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	21.8	24.5	26.9	29.2	102.40	25.60
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	22.4	25.1	27.3	29.6	104.40	26.10
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	24.1	26.4	28.7	31.6	110.8	27.70
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	24.8	27.2	29.4	32.2	113.6	28.40
За 10 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	23.2	25.8	28.3	30.3	107.6	26.90
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	24.5	27.3	30.1	32.9	114.8	28.70
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	25.3	28.4	31.5	34	119.2	29.80
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	26.8	29.7	32.8	35.5	124.8	31.20
За 15 суток до посева	Максим Голд 0,5 л/т семян (контроль)	23.9	26.4	28.9	30	109.2	27.30
	Контроль + Биостим Старт 0,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	25.1	27.9	30.8	32.6	116.4	29.10
	Контроль + Биостим Старт 1,0 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	26.2	29.1	32	33.5	120.8	30.20
	Контроль + Биостим Старт 1,5 л/т + Биостим Кукуруза 2,0 л/га	27.5	30.3	33.2	36.2	127.2	31.80
		295.60	328.1	359.90	387.6	1371.2	
							28.57
	Fфакт	F05	Вывод				
	106.16	3.32	дост.				
суммы Р	312.36	2.84	дост.				
	6.24	2.34	дост.				
	НСР₀₅						
А		1.39	тыс. м ² /га				
В		1.43	тыс. м ² /га				
АВ		1.67	тыс. м ² /га				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Урожайность зеленой массы кукурузы по годам исследований, т/га							
Культура:	Кукуруза						
Фактор А:	Условия увлажнения						
Фактор В:	Расчетные фоны минерального питания						
Градация фактора А:		2					
Градация фактора В:		4					
Количество повторностей:			4				
Год исследований:			2022				
Исследуемый показатель:			Урожайность зеленой массы кукурузы				
единицы измерения			т/га				
Фактор А)	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
Условия увлажнения	Расчетные фоны минерального питания	1	2	3	4	V	
Без полива	Контроль (без удобрений)	25.32	26.15	27.08	31.85	110	27.60
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	28.24	29.37	30.46	33.93	122	30.50
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	36.71	37.82	38.95	42.32	156	38.95
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	40.83	41.27	42.69	45.61	170	42.60
На орошении	Контроль (без удобрений)	27.38	28.49	29.57	30.96	116	29.10
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	34.75	35.68	36.74	38.11	145	36.32
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	44.63	45.29	46.87	47.21	184	46.00
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	50.94	51.68	52.73	55.95	211	52.83
суммы Р		288.8	295.8	305.1	325.9	1215.58	303.9
						1215.58	37.99
Оценка существенности различий							
Фактор	Fфакт	F05	Вывод				
А	147.46	4.32	дост.				
В	3153.69	3.07	дост.				
АВ	135.05	3.07	дост.				
НСР							
НСР05 А		0.29	т/га				
НСР05 В		0.34	т/га				
НСР05 АВ		0.38	т/га				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Урожайность зеленой массы кукурузы по годам исследований, т/га							
Культура:	Кукуруза						
Фактор А:	Условия увлажнения						
Фактор В:	Расчетные фоны минерального питания						
Градация фактора А:		2					
Градация фактора В:		4					
Количество повторностей:			4				
Год исследований:			2023				
Исследуемый показатель:			Урожайность зеленой массы кукурузы				
единицы измерения			т/га				
Фактор А)	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
Условия увлажнения	Расчетные фоны минерального питания	1	2	3	4	V	
Без полива	Контроль (без удобрений)	18.5	19.8	20.8	22.1	81	20.30
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	22.7	24.2	25.4	27.3	100	24.90
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	29.8	31.9	33.2	35.1	130	32.50
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	33.5	35.6	37.1	38.6	145	36.20
На орошении	Контроль (без удобрений)	23.4	24.7	25.8	26.9	101	25.20
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	28.1	29.8	31.2	32.1	121	30.30
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	38.2	40.1	41.9	43	163	40.80
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	44.8	46.9	48.7	50	190	47.60
суммы Р		239.0	253.0	264.1	275.1	1031.2	257.8
						1031.2	32.23
Оценка существенности различий							
Фактор	Fфакт	F05	Вывод				
А	4462.81	4.32	дост.				
В	5750.00	3.07	дост.				
АВ	173.13	3.07	дост.				
	НСР						
НСР05 А		026	т/га				
НСР05 В		0.29	т/га				
НСР05 АВ		0.33	т/га				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Урожайность зеленой массы кукурузы по годам исследований, т/га							
Культура:	Кукуруза						
Фактор А:	Условия увлажнения						
Фактор В:	Расчетные фоны минерального питания						
Градация фактора А:		2					
Градация фактора В:		4					
Количество повторностей:			4				
Год исследований:			2024				
Исследуемый показатель:		Урожайность зеленой массы кукурузы					
единицы измерения			т/га				
Фактор А)	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
Условия увлажнения	Расчетные фоны минерального питания	1	2	3	4	V	
Без полива	Контроль (без удобрений)	22.5	23.8	24.8	25.7	97	24.20
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	27.9	29.2	30.1	32	119	29.80
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	35.8	37.6	39	41.2	154	38.40
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	38.9	40.8	42.1	44.2	166	41.50
На орошении	Контроль (без удобрений)	26.1	27.9	29	31.4	114	28.60
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	31.2	32.9	34.3	36	134	33.60
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	42.1	43.9	45.4	47	178	44.60
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	48.9	50.8	52.5	54.6	207	51.70
суммы Р		273.4	286.9	297.2	312.1	1169.6	292.4
						1169.6	36.55
Оценка существенности различий							
Фактор	Fфакт	F05	Вывод				
А	1704.68	4.32	дост.				
В	6110.30	3.07	дост.				
АВ	151.45	3.07	дост.				
НСР							
НСР05 А		0.27	т/га				
НСР05 В		0.32	т/га				
НСР05 АВ		0.35	т/га				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Урожайность зеленой массы кукурузы по годам исследований, т/га							
Культура:	Кукуруза						
Фактор А:	Условия увлажнения						
Фактор В:	Расчетные фоны минерального питания						
Градация фактора А:		2					
Градация фактора В:		4					
Количество повторностей:			4				
Год исследований:			2024				
Исследуемый показатель:		Урожайность зеленой массы кукурузы					
единицы измерения			т/га				
Фактор А)	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
Условия увлажнения	Расчетные фоны минерального питания	1	2	3	4	V	
Без полива	Контроль (без удобрений)	22.5	23.8	24.8	25.7	97	24.20
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	27.9	29.2	30.1	32	119	29.80
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	35.8	37.6	39	41.2	154	38.40
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	38.9	40.8	42.1	44.2	166	41.50
На орошении	Контроль (без удобрений)	26.1	27.9	29	31.4	114	28.60
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	31.2	32.9	34.3	36	134	33.60
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	42.1	43.9	45.4	47	178	44.60
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	48.9	50.8	52.5	54.6	207	51.70
суммы Р		273.4	286.9	297.2	312.1	1169.6	292.4
						1169.6	36.55
Оценка существенности различий							
Фактор	Fфакт	F05	Вывод				
А	1704.68	4.32	дост.				
В	6110.30	3.07	дост.				
АВ	151.45	3.07	дост.				
	НСР						
НСР05 А		0.27	т/га				
НСР05 В		0.32	т/га				
НСР05 АВ		0.35	т/га				

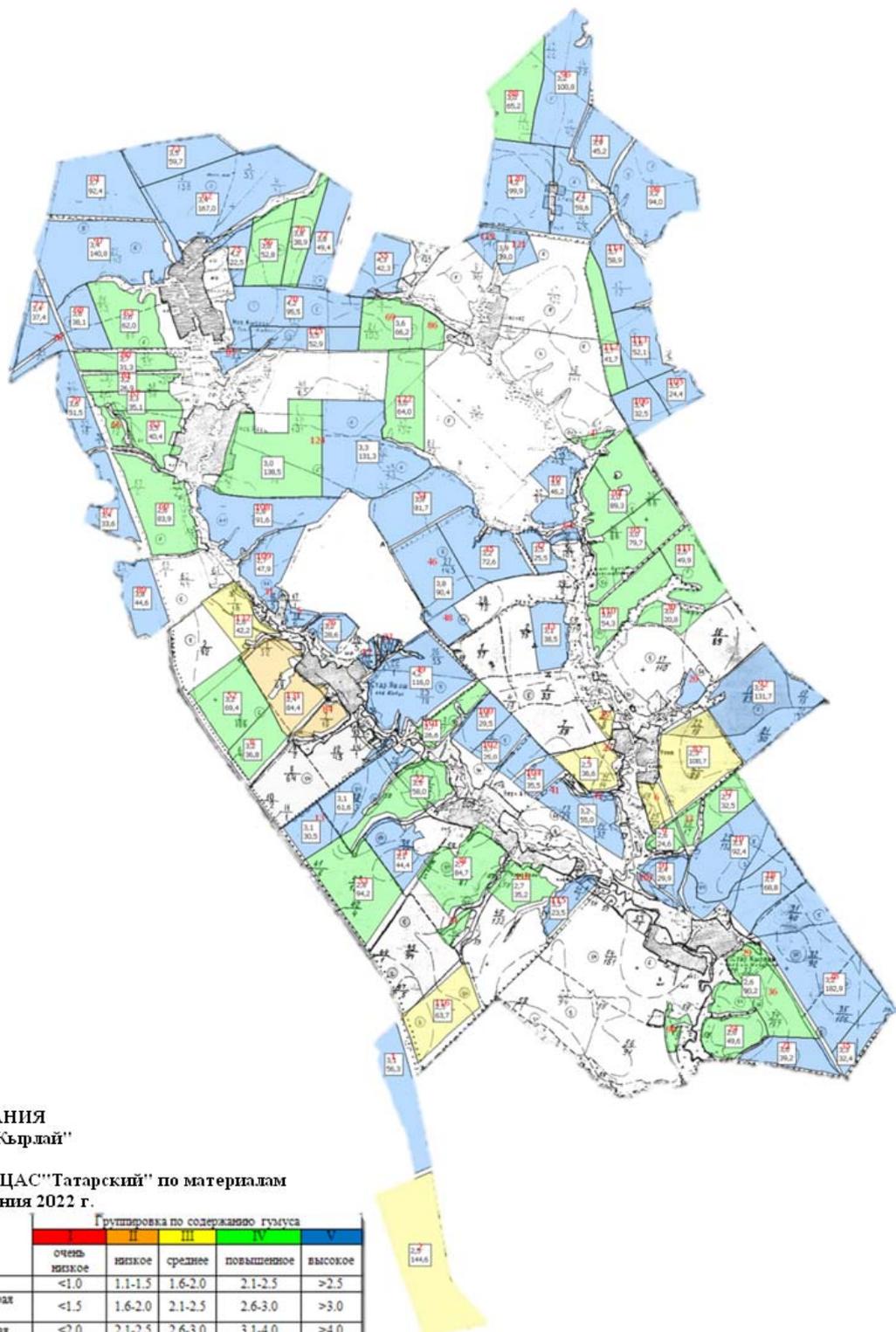
ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Объемы накопления пожнивно-корневых остатков в зависимости от фона минерального питания и орошения гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)							
Культура:	Кукуруза						
Фактор А:	Условия увлажнения						
Фактор В:	Расчетные фоны минерального питания						
Градация фактора А:		2					
Градация фактора В:		4					
Количество повторностей:			4				
Год исследований:			2022-2024				
Исследуемый показатель:			Воздушно-сухая масса				
единицы измерения			т/га				
Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
Условия увлажнения	Расчетные фоны минерального питания	1	2	3	4	V	
Без полива	Контроль (без удобрений)	7	6.56	6.6	6.39	27	6.64
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	7.42	6.91	7	7	28	7.08
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	9	9.21	9.1	9.17	36	9.12
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	8.61	8	8.5	8.4	34	8.38
На орошении	Контроль (без удобрений)	7.62	7.1	7.6	7.51	30	7.46
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	8.08	8.13	8.1	8.17	32	8.12
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	10.5	10.3	10.7	10.27	42	10.44
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	9.64	9.6	9.42	9.62	38	9.57
суммы P		67.9	65.8	67.0	66.5	267.23	66.8
						267.23	8.35
Оценка существенности различий							
Фактор	Ффакт	F05	Вывод				
A	1064.62	4.32	дост.				
B	272.68	3.07	дост.				
AB	2.07	3.07	дост.				
	HCP₀₅						
HCP05 A		0.18	т/га				
HCP05 B		0.22	т/га				
HCP05 AB		0.32	т/га				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от орошения и внесения расчетных норм минеральных удобрений (2022-2024 гг.)							
Культура:	Кукуруза						
Фактор А:	Условия увлажнения						
Фактор В:	Расчетные фоны минерального питания						
Градации фактора А:		2					
Градации фактора В:		4					
Количество повторностей:			4				
Год исследований:			2022-2024				
Исследуемый показатель:			Выход зеленой массы				
единицы измерения			т/га				
Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
Условия увлажнения	Расчетные фоны минерального питания	1	2	3	4	V	
Без полива	Контроль (без удобрений)	26.4	22.6	21.8	24	95	23.70
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	30.1	32.3	25.5	29.7	118	29.40
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	36.3	33.5	39.7	36.9	146	36.60
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	38.8	39.9	40.9	40.8	160	40.10
На орошении	Контроль (без удобрений)	27.3	25.2	26.7	30.8	110	27.50
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	32.1	34.3	36.5	30.7	134	33.40
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	42.6	43.9	43.9	44.8	175	43.80
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	50.4	53.4	48	51	203	50.70
суммы Р		284.0	285.1	283.0	288.7	1140.8	285.2
						1140.8	35.65
Оценка существенности различий							
Фактор	Fфакт	F ₀₅	Вывод				
А	230.63	4.32	дост.				
В	124.58	3.07	дост.				
АВ	4.08	3.07	дост.				
	НСР₀₅						
НСР ₀₅ А		1.34	т/га				
НСР ₀₅ В		2.32	т/га				
НСР ₀₅ АВ		2.78	т/га				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке в зависимости от орошения и удобрения гибрида кукурузы Росс 140 СВ (2022-2024 гг.)							
Культура:	Кукуруза						
Фактор А:	условия увлажнения						
Фактор В:	расчетные фоны минерального питания						
Градация фактора А:		2					
Градация фактора В:		4					
Количество повторностей:			4				
Год исследований:			2022-2024				
Исследуемый показатель:			Плотность стеблестоя				
единицы измерения			шт./м ²				
Таблица							
Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
Условия увлажнения	Расчетные фоны минерального питания	1	2	3	4	V	
Без полива	Контроль (без удобрений)	5.39	5.48	5.55	5.49	22	5.48
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5.36	5.5	5.74	5.32	22	5.48
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	5.45	5.45	5.65	5.56	22	5.53
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	5.58	5.63	5.65	5.66	23	5.63
На орошении	Контроль (без удобрений)	5.32	5.6	5.56	5.52	22	5.50
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	5.51	5.41	5.92	5.36	22	5.55
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	5.78	5.83	5.76	5.95	23	5.83
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	5.98	5.45	5.8	5.77	23	5.75
						178.98	5.59
Оценка существенности различий							
Фактор	Fфакт	F05	Вывод				
А	18.14	4.32	дост.				
В	4.69	3.07	дост.				
АВ	1.57	3.07	дост.				
	НСР₀₅						
НСР05 А		0.10	шт./м ²				
НСР05 В		0.14	шт./м ²				
НСР05 АВ		0.26	шт./м ²				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Содержание и валовой сбор воздушно-сухой массы кукурузы по вариантам опыта (2022-2024 гг.)							
Культура:	Кукуруза						
Фактор А:	Условия увлажнения						
Фактор В:	Расчетные фоны минерального питания						
Градация фактора А:		2					
Градация фактора В:			4				
Количество повторностей:				4			
Год исследований:			2022-2024				
Исследуемый показатель:		Валовый сбор сухой массы					
единицы измерения			т/га				
Фактор А)	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
Условия увлажнения	Расчетные фоны минерального питания	1	2	3	4	V	
Без полива	Контроль (без удобрений)	7.5	7.55	7.55	7.72	30	7.58
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	9.1	9.25	9.35	9.46	37	9.29
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	10.95	11.1	11.2	11.23	44	11.12
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	11.75	11.8	12.15	12.06	48	11.94
На орошении	Контроль (без удобрений)	8.15	8.25	8.35	8.45	33	8.30
	На 30 т/га зеленой массы (N ₇₆ P ₄₀ K ₇₀)	9.6	9.85	9.85	9.82	39	9.78
	На 40 т/га зеленой массы (N ₁₀₁ P ₅₃ K ₉₉)	11.7	11.35	12.7	12.09	48	11.96
	На 50 т/га зеленой массы (N ₁₂₆ P ₆₆ K ₁₂₅)	12.9	13.15	13.1	13.17	52	13.08
суммы Р		81.7	82.3	84.3	84.0	332.2	83.1
Оценка существенности различий						332.2	10.38
Фактор	Ффакт	F05	Вывод				
А	281.24	4.32	дост.				
В	947.95	3.07	дост.				
АВ	4.15	3.07	дост.				
		НСР₀₅					
НСР05 А		0.15	т/га				
НСР05 В		0.19	т/га				
НСР05 АВ		0.40	т/га				

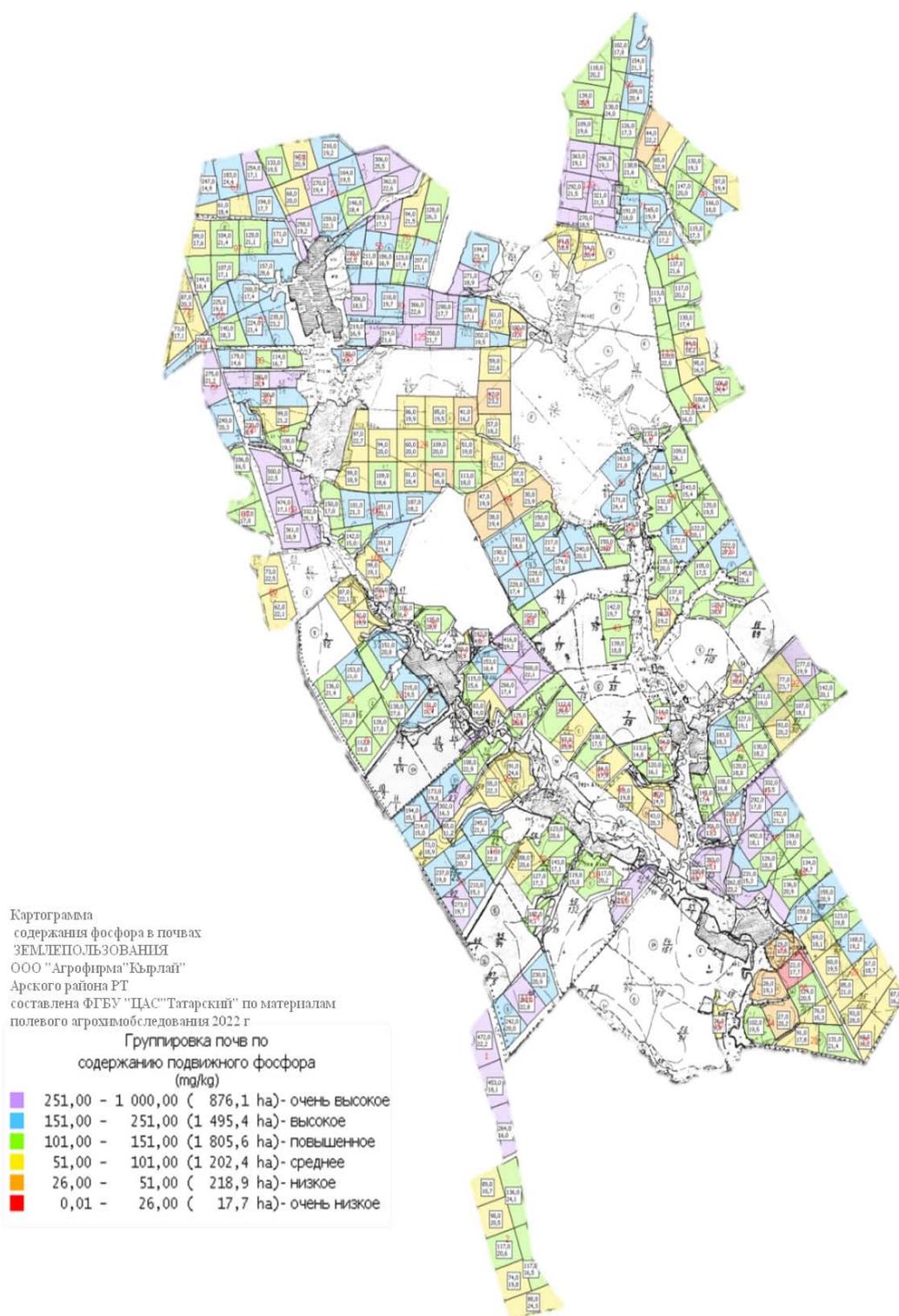
Картограмма содержания гумуса



Картограмма
содержание гумуса
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ
ООО "Агрофирма "Кърлай"
Арского района РТ
составлена ФГБУ "ЦАС" Татарский" по материалам
полевых обследований 2022 г.

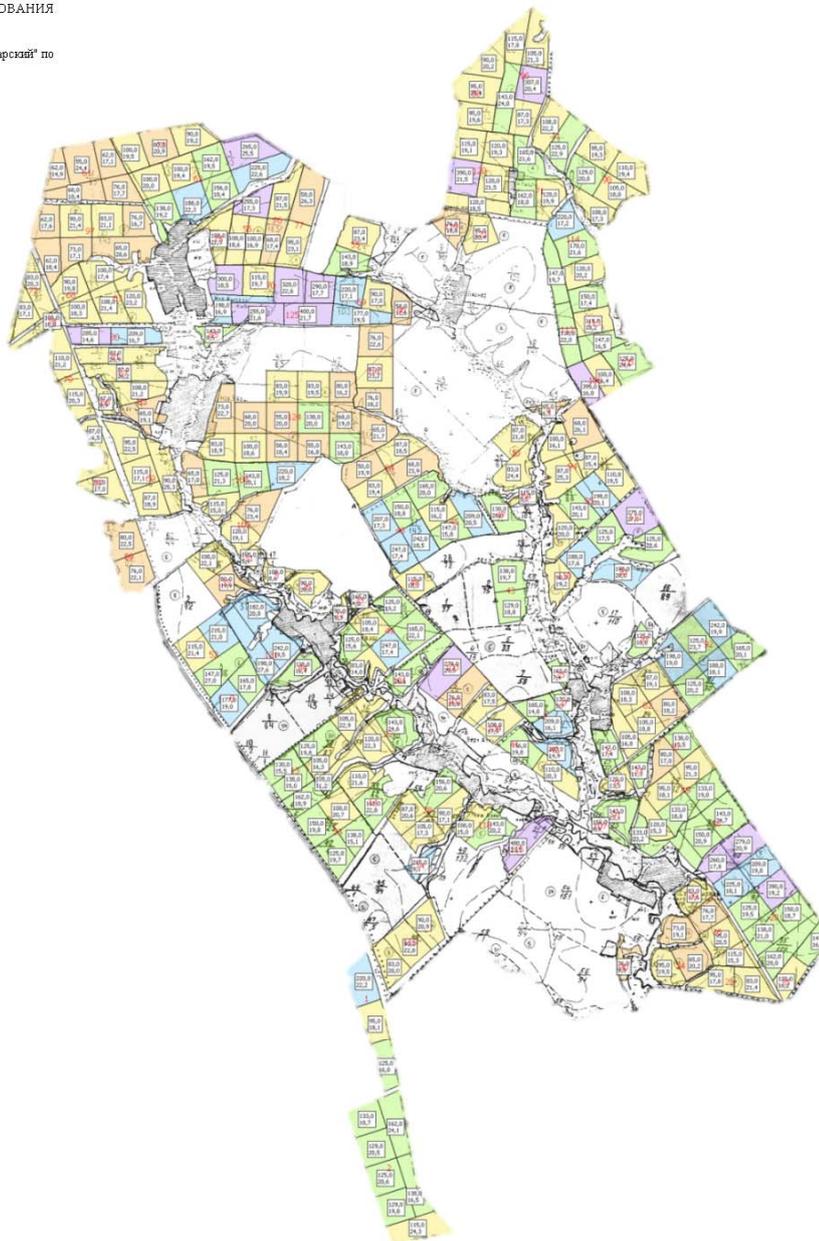
Почвы	Группировка по содержанию гумуса				
	очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое
Дерново-подзолистые	<1.0	1.1-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	>2.5
Светло-коричнево-светло-серые лесные	<1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	>3.0
Серая, коричнево-серая лесная	<2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	3.1-4.0	>4.0
Темно-коричнево-темно-серая лесная	<3.0	3.1-3.5	3.6-4.0	4.1-5.0	>5.0
Чернозем оподзоленный	<4.0	4.1-5.0	5.1-6.0	6.1-7.0	>7.0
Чернозем выщелоченный	<5.0	5.1-6.0	6.1-7.0	7.1-8.0	>8.0
Чернозем типичный	<6.0	6.1-7.0	7.1-8.0	8.1-9.0	>9.0
Чернозем обыкновенный	<5.0	5.1-6.0	6.1-7.0	7.1-8.0	>8.0
Чернозем карбонатный	<6.0	6.1-7.0	7.1-8.0	8.1-9.0	>9.0
Лугово-черноземные поймаемые	<3.0	3.1-3.5	3.6-4.0	4.1-4.5	>4.5
Итого га:	-	84,4	580,8	1707,9	3243,0

Содержание подвижного фосфора



Содержание обменного калия

Картограмма содержания обменного калия почв: ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ООО "Агрофирма "Кярлай" Арского района РТ составлена ФГБУ "ЦАС"Татарский" по материалам полевого агрохимического обследования 2022 г



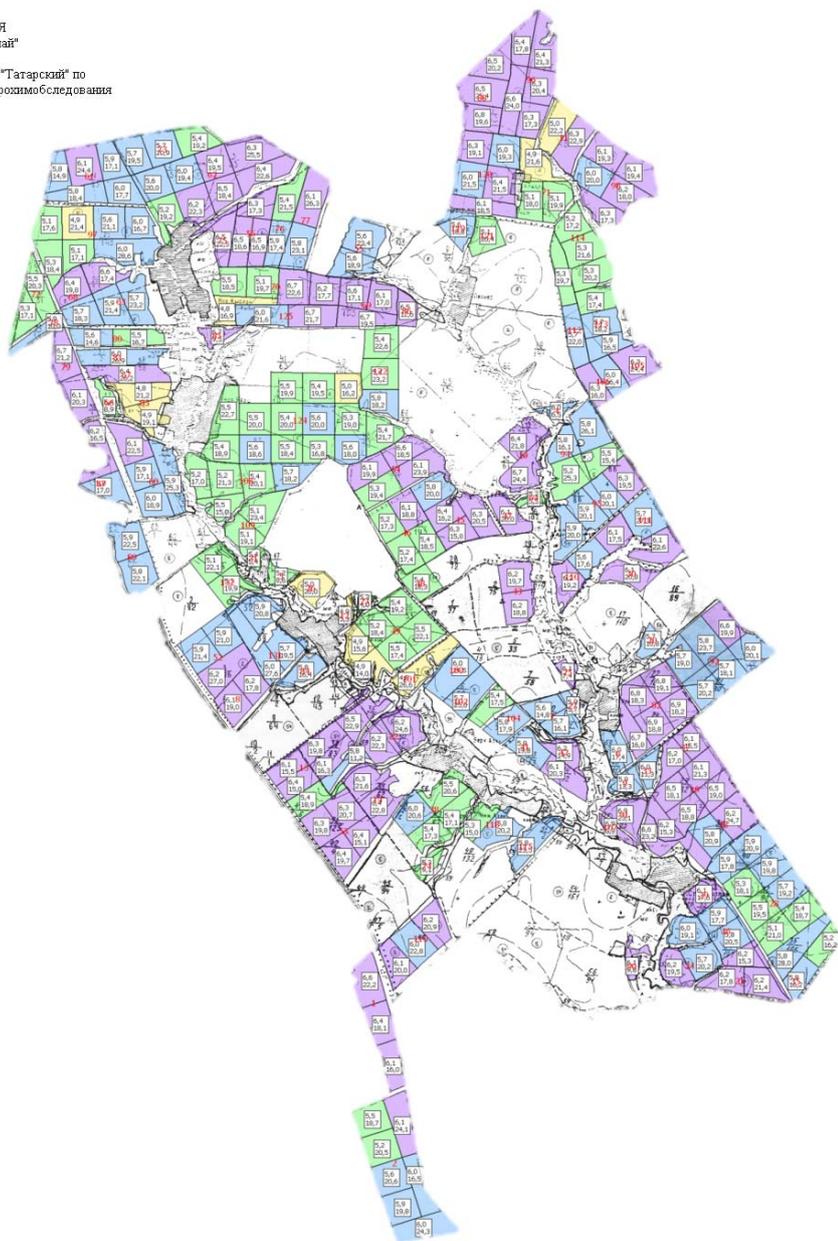
Группировка почв по содержанию обменного калия (mg/kg)

251,00 - 1 000,00 (378,9 ha) - очень высокое
171,00 - 251,00 (697,0 ha) - высокое
121,00 - 171,00 (1 540,7 ha) - повышенное
81,00 - 121,00 (2 189,5 ha) - среднее
41,00 - 81,00 (809,8 ha) - низкое
0,01 - 41,00 (0,0 ha) - очень низкое

Арское агрохимическое обследование, составлено Шаймуратовым

Картограмма кислотности почв

Картограмма
степени кислотности
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ
ООО "Агрофирма "Кърлай"
Арского района РТ
составлена ФГБУ "ЦАС" Татарский" по
материалам полевого агрохимического исследования
2022 г



Группировка почв по
степени кислотности
(1)

6,1 – 8,0	(2 233,1 ha)	- нейтральные
5,6 – 6,1	(1 883,9 ha)	- близкие к нейтральным
5,1 – 5,6	(1 278,7 ha)	- слабокислые
4,6 – 5,1	(220,3 ha)	- среднекислые
4,1 – 4,6	(0,0 ha)	- сильнокислые
0,0 – 4,1	(0,0 ha)	- очень сильнокислые

Краткие итоги производственно-финансовой деятельности ООО «АФ «Кырлай»

Показатели	Ед.изм.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Площадь с-х угодий	га	11716	10811	10446	10636	10652
в т.ч. пашня	га	10974	10272	10272	10046	10062
Среднегодовая численность работников - всего	чел.	89	92	95	98	153
Урожайность:						
зерновых	ц/га	30.8	42	24	44	38.1
картофель	ц/га	430.0	315	251	404	410.0
кормовых	ц.к.ед.	34.6	73	38	42	44.2
Заготовка грубых и сочных кормов на 1 усл.гол.	ц.к.ед.	43.2	66	59	63	64.0
Удой молока на 1 корову	кг	7132	7225	6568	6708	7569
Выращено мяса на 1 голову:						
КРС (без коров)	кг	197	207	205	219	239.7
Поголовье скота на конец года: КРС - всего						
КРС - всего	гол.	2355	2500	2507	2673	2704
в т.ч. коров	гол.	622	765	765	830	915
овец	гол.					
Произведено:						
зерна	тонн	13410.0	19084	13081	23519	18623.0
картофеля	тонн	39990.0	31500	2535	4642	49200.0
молока	тонн	4564.5	4663	5024	5165	8273.0
мяса (выращено)	тонн	288.7	293	324	325	267.3
Реализовано:						
зерна	тонн	3392.2	5959	5782	5940	5477.6
картофель	тонн	16797.5	14733	6383	6119	8589.4
молока	тонн	4395.8	5246	4444	4615	4892.0
мяса	тонн	317.0	308	371	491	400.0
Денежная выручка от реализации продукции, - всего	тыс.руб.	287086	285423	365825	410144	380105
в т.ч. на 1 работника	тыс.руб.	3257	3102	3851	4185	2484
на 1 га пашни	тыс.руб.	26.1	28	36	41	37.8

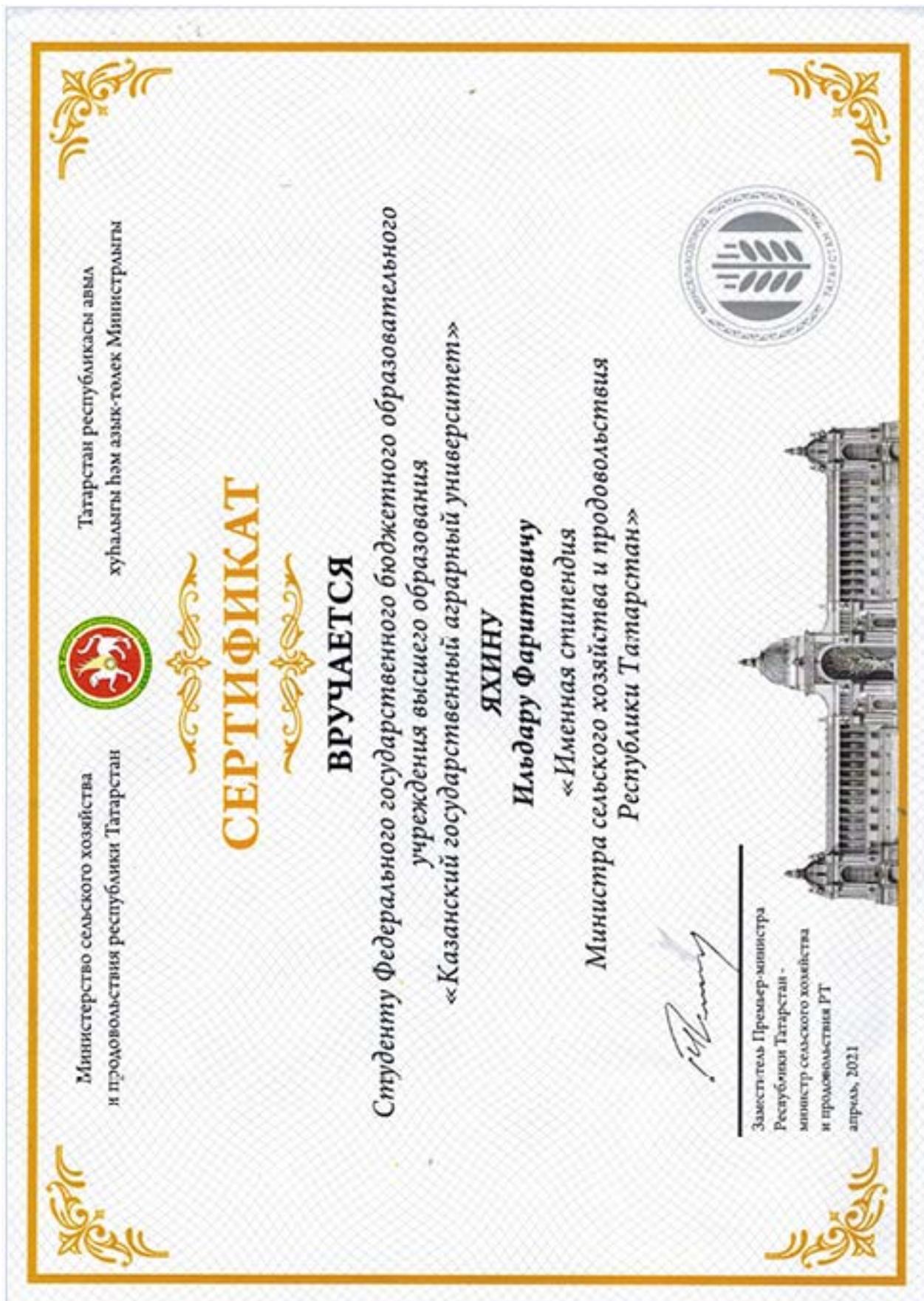
Технико-экономические показатели реконструкции оросительной системы
в ООО «АФ «Кылай»

№ п/п	Наименование показателей	Количество		Примечание
		Участок Южный	Участок Северный	
1	Вид строительства - реконструкция			
2	Местоположение объекта:- с. Старый Кылай			
3	Площадь Нетто орошения га	375,8	486,8	862,6
4	Способ подачи воды - механическая			
5	Способ полива - дождевание			
6	Коэффициент полезного действия системы	0,98	0,98	
7	Ордината гидромодуля			
	-максимальная л/с/га	0,34	0,34	
	-минимальная л/с/га	0,215	0,215	
8	Средняя оросительная норма с коэффициентом испарения м ³ /га	1285	1225	
	Поливная норма с учетом испарения м ³ /га	194÷290	194÷290	
9	Насосная станция - дизельная, передвижная	МЕС MR	МЕС MR	
	- марка насоса (n=1750 оборотов)	125/2С	125/2С	
	- количество шт.	2+1рез.	2	
	- расход л/с	147,6	147,6	
	- напор оборудования м	111	113	
	- установленная мощность л.с.	175,0	175,0	
	- марка насоса (n=1450 оборотов)	МЕС MR		
		125/2С		
	- количество шт.	2		
	- расход л/с	150		
	- напор оборудования м	50		
	- установленная мощность л.с.	120		
10	Дождевальная техника:			
	Дождевальная машина кругового действия			
	Pivot 168ST , Q=73.8л/с, R=453м (базовая комплектация) компл.	2	3	
	Q=38.8л/с, R=329м (укороченные) компл.	1	1	
11	Расчетный расход Q _{max} л/с	147,6	147,6	
	Расчетный напор м	111	113	
12	Оросительная сеть – общая протяженность из труб полиэтиленовых ГОСТ 18599 – 2001, м	6230	8375	
	в том числе:			
	- ПЭ100 SDR13,6- 400x29,4 м	900	-	
	- ПЭ100 SDR13,6-315x23,2 м	4090	6795	
	- ПЭ100 SDR13,6-225x16,6 м	1240	1580	
13	Севооборот:			
	1. Картофель			
	2. Многолетние травы.			
	3. Свекла.			
14	Вантуз мембранный 50-16 шт.	8	9	
15	Узел подключения шт.	7	9	
16	Стояк опорожнения шт.	6	6	

	I. Пруд			
1	Источник орошения – реконструируемый пруд	т.м ³	520	
2	- Попуски из пруда у с. Новый Кырлай	т.м ³	800	
3	Максимальная глубина пруда при НПУ	м	8,4	
4	Длина пруда (по наибольшему измерению)	м	1700	
5	Ширина пруда	м	110	
6	Длина береговой линии	м	3400	
7	Расчетные уровни:			
	отметка ФПУ	м	325	
	отметка НПУ	м	324	
	отметка УНБ	м	316,4	
8	Площадь зеркала реконструируемого пруда при НПУ	га	17,4	
9	Емкость реконструируемого пруда при НПУ	тыс. м ³	520	
	II. Сооружения			
1	Земляная плотина: материал – суглинок			
	Тип и конструкция: земляная с укрепленным верховым откосом			
	Отметка гребня плотины	м	326,00	
	Ширина по гребню	м	8,0	
	Напор	м	8,4	
	Заложение откосов: верхового		1:2,5	
	низового		1:2,5	
	Крепление верхового откоса: ж/бетонными плитами ПКУ30-20			
	Крепление гребня-грунтощебеночное t=20см			
	Крепление низового откоса – засевом трав по слою растительного грунта t=20см			
	Высота плотины (максимальная)	м	11,0	
	Длина плотины (в пределах границ подсчета объемов работ)	м	197,2	
2	<i>Трубчатый дренаж.</i>			
	Материал – труба ПЭ 80 SDR 33 Ø160 мм			
	Длина (с перфорацией)	м	110	
	Смотровой колодец из сборных ж/бетонных колец d = 1.0 м	шт.	1	
3	Водосбросное сооружение:			
	Тип – трубчатый, бесковшовый конструкции Мисенева			
	Количество ниток трубопровода		4	
	Расчетный напор на входном оголовке	м	1,0	
	Гидравлический перепад	м	8,7	
	Диаметр трубопровода	мм	1420	
	Пропускная способность	м ³ /с	52,2	
	Длина сооружения	м	69,80	
4	Водоспускное - водозаборное сооружение.			
	Тип – трубчатый			
	Диаметр	мм	2x530x10	
	Напор	м	7,8	

	Пропускная способность	м ³ /с	1,0	
	Длина сооружения	м	76,1	
5	Рекультивация грунтового карьера:			
	а) снятие растительного слоя	м ³	3220	
	б) возврат растительного слоя	м ³	3220	
	в) планировка площади карьера	м ²	12060	
	г) объем выемки грунта	м ³	48230	
	Припрудовая лесополоса в=15м	п.м.	3400	
	III. Основные объемы работ:			
	- сборный ж/бетон	м ³	272,50	
	- бетон (В15/ В 7,5/В20)	м ³	100,78	
	- трубы стальные / - трубы ПЭ 80	м	762,60/130	
	- металлоизделия	т	16,77	
	- арматура	т	2,22	
	- ПГС	м ³	640,30	
	- щебень	м ³	534,85	
	- камень	м ³	257,60	
	IV. Сметная стоимость строительства.			
	Сметная стоимость строительства:			
	в ценах 2001 г.	тыс. руб.	27269,69	
	- в том числе СМР	тыс. руб.	15205,16	
	- оборудование	тыс. руб.	10824,53	
	- прочие работы	тыс. руб.	1240,0	
	- прочие работы	тыс. руб.	6098,16	
	Срок строительства	мес.	28	
	Трудоемкость строительства	т.чел/час.	35,31	









МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФГБОУ ВО «ОРЕНБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СЕРТИФИКАТ

Настоящий сертификат подтверждает что

ЯХИН Ильдар Фаритович,
аспирант 1 года обучения Института агробιοтехнологий и землепользования
ФГБОУ ВО Казанский ГАУ

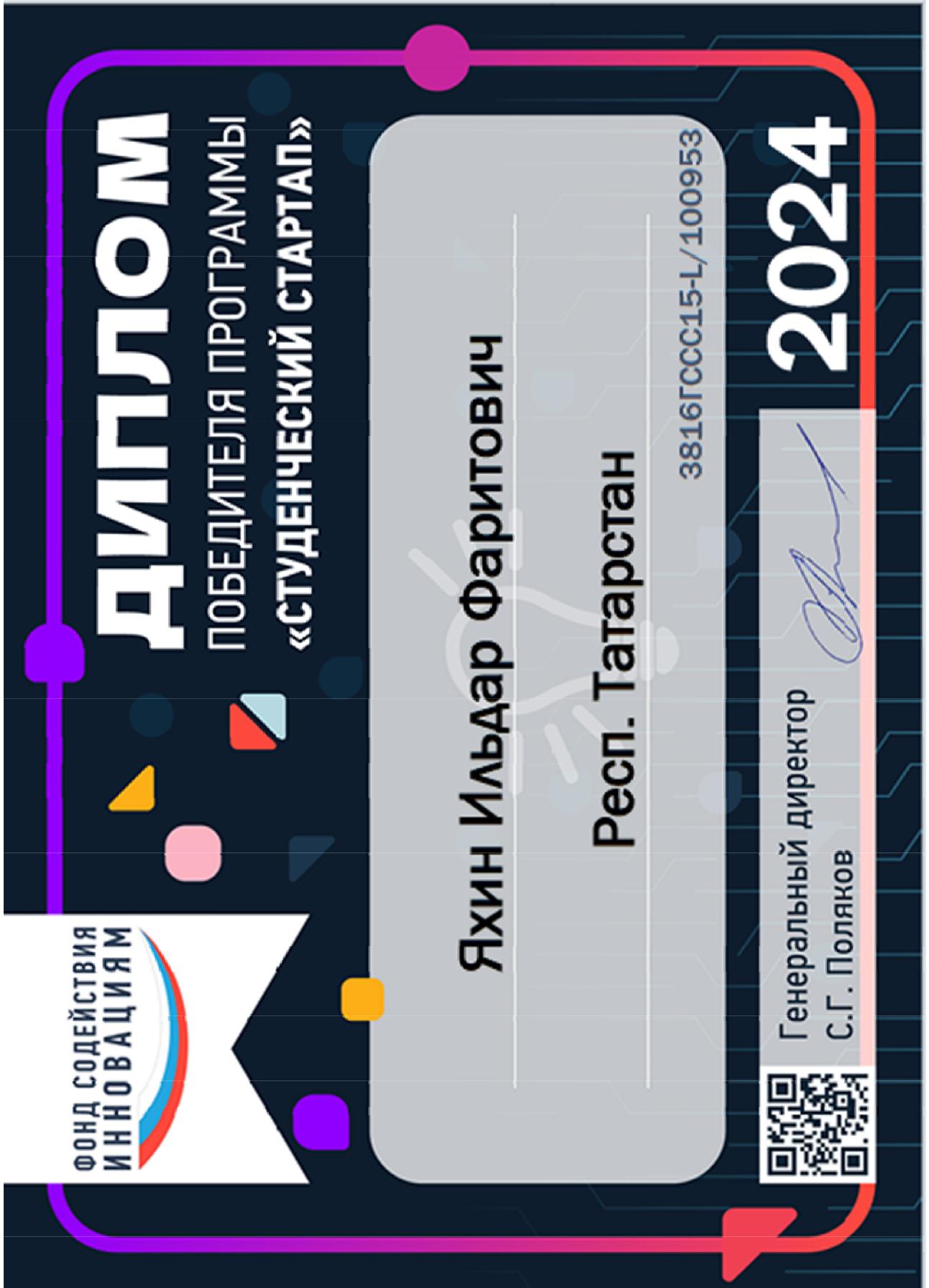
принял участие во 2 этапа Всероссийского конкурса
на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых
высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства РФ,
проходившей в г. Оренбург, 14 апреля 2022 года
в номинации «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции»

Ректор
ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ



А.Г. Гончаров





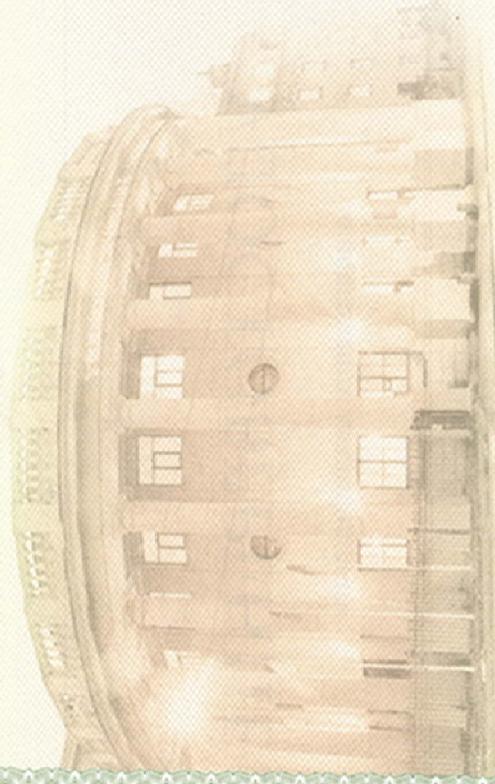


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
 «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УДОСТОВЕРЕНИЕ

о повышении квалификации



Настоящее удостоверение свидетельствует о том, что
Яхин Ильдар Фаритович
Фамилия, имя, отчество
 с **15 декабря 2022** г. по **27 декабря 2022** г.
 прошел (а) повышение квалификации в (на) **Институте**
дополнительного профессионального образования
наименование структурного подразделения
ФГБОУ ВО «КНИТУ»
 по дополнительной профессиональной программе
«Современные минеральные удобрения»
наименование программы, темы, программы

дополнительного профессионального образования

72 часов



ПК № 319238

Документ о квалификации

Регистрационный номер: **49650** Дата выдачи: **27 декабря 2022**

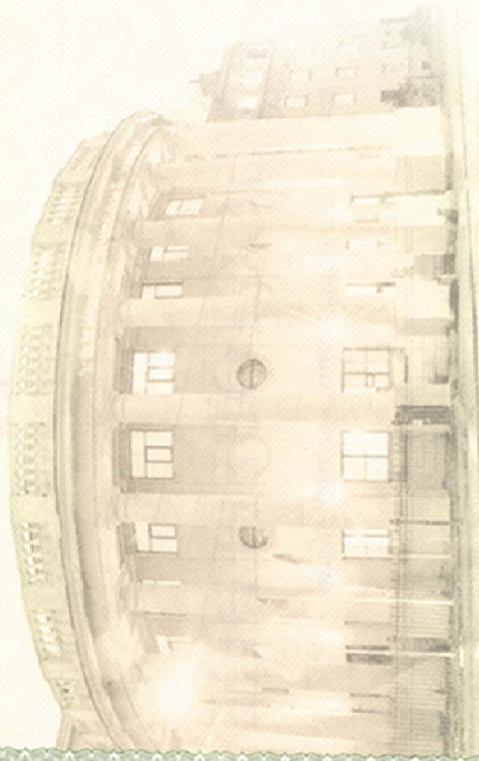
Город: **Казань**

М.Ф. Галиханов
 подпись
 Директор
 А.Р. Ибатуллина
 подпись
 Секретарь

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение
 высшего образования
 «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УДОСТОВЕРЕНИЕ
 о повышении квалификации



Настоящее удостоверение свидетельствует о том, что _____
Яхин Ильдар Фаритович
Фамилия, имя, отчество
 с 24 июня 2022 г. по 30 июня 2022 г.
 прошёл (а) повышение квалификации в (на) Центре переподготовки
 и повышения квалификации преподавателей вузов
наименование учреждения, осуществляющего повышение квалификации
ФГБОУ ВО «КНИТУ»
 по дополнительной профессиональной программе
«Научно-исследовательская деятельность
 преподавателей, тематика, программа,
 профессорско-преподавательского
 состава»

в объёме 36 акад. ч.
 (подпись) М.Ф. Галикатов
 директор
 (подпись) С.В. Евдокимова
 секретарь



ПК № 112244

Документ о квалификации

Регистрационный номер: 44892 Дата выдачи: 01.07.2022

Город: Казань





УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе и
инновациям ФГБОУ ВО Казанский
ГАУ, д.т.н.
20.08.2025 г.



М.Н. Калимуллин

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Агрофирма «Кырлай»
Арского района
Республики Татарстан
28.08.2025 г.



М. Г. Каримов

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы

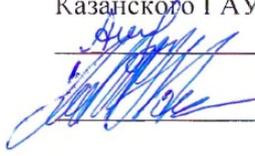
Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» начальник управления научно-инновационной деятельностью, доцент Агиева Г.Н., соискатель Яхин И.Ф. с одной стороны и представители ООО «Агрофирма «Кырлай» Арского муниципального района Республики Татарстан – руководитель Каримов Марат Габделхаевич. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в 2025 г. результаты исследований соискателя на тему: «Агрохимические, агрономические, экономические показатели применения минеральных удобрений, аминокислотных биостимуляторов и орошения в зерновой технологии возделывания кукурузы на силос в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан» были внедрены на площади 184 га.

В результате комплексного применения расчетных норм минеральных удобрений, биопрепаратов и орошения на серо-лесных почвах хозяйства получено 2 млн. 870 тыс. 400 руб./год чистой прибыли.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ и другие замечания: расширить площади орошаемой кукурузы и практиковать комплексное применение расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 50 т/га зеленой массы на силос с початками молочно-восковой спелости и аминокислотных биостимуляторов.

Акт составлен в четырех экземплярах.

Представители
Казанского ГАУ
Агиева Г.Н.
Яхин И.Ф.



Представитель предприятия

