

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии и почвоведения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)
по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
(Направленность (профиль) подготовки «Воспроизводство плодородия
почв в условиях усиления антропогенной нагрузки»)

на тему: «ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА
СИЛОС ПРИ ВНЕСЕНИИ ПОВЫШЕННЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ООО «АК
БАРС» ДРОЖЖАНОЕ» ДРОЖЖАНОВСКОГО РАЙОНА
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»

Магистрант -

Зяббаров Нияз Надирович

Научный руководитель -
к. с.-х. н.

Михайлова М. Ю.

Допущена к защите:

Научный руководитель магистерской
программы - д. с.-х. н., профессор

Гилязов М.Ю.

Заведующий кафедрой -
д.с.-х.н., доцент

Миникаев Р.В.

Казань – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1. Отзывчивость кукурузы на внесение повышенных норм минеральных удобрений.....	7
1.2. Влияние минеральных удобрений на почвенные показатели.....	15
1.3. Рост и развитие гибридов кукурузы на разных фонах питания... <td>22</td>	22
2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	27
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	39
3.1. Влияние минеральных удобрений на ростовые процессы.....	39
3.2. Влияние минеральных удобрений на формирование урожая.....	46
3.3. Влияние приемов интенсификации на питательные качества кукурузного сilosа.....	48
3.4. Действие минеральных удобрений на хозяйственный вынос, КИП, КИУ основных макроэлементов кукурузы.....	50
3.5. Экономическая эффективность возделывания кукурузы на силос при внесении повышенных норм минеральных удобрений.....	54
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	62
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	74

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) состоит из введения, обзора литературы, главы «Методика и условия проведения исследования», основной части (результаты исследования), заключения, списка использованной литературы и приложений. Основная часть включает пять разделов. ВКР изложена на 93 страницах компьютерного текста, содержит 15 таблиц, 20 приложений. Список использованной литературы включает 75 источников.

Во введении обоснована актуальность влияния минеральных удобрений, на рост, вегетацию и кормовые качества кукурузы на силос.

В главе обзор литературы анализированы и обобщены научные публикации о значимости удобрений для повышения урожайности и улучшения качества кукурузы на силос в связи с почвенными, климатическими и сельскохозяйственными условиями.

В главе методика и условия проведения исследования изложены почвенно-климатические условия, места проведения эксперимента, схема стационарного опыта, площади опытных делянок, число повторений, размещение вариантов на участке, учеты и наблюдения с указанием методов анализа проб почв и растений.

В разделе результатов исследований изложены наблюдения за фенологическим развитием, динамика элементов питания, высота растений, формирования биомассы растений, сухая масса, урожайность, химический состав и качество урожая, дана экономическая эффективность возделывания кукурузы на силос в зависимости от вариантов.

В заключении изложены основные выводы, полученные на основе обобщенных результатов исследования.

ANNOTATION

The final qualifying work (WRC) consists of an introduction, a review of the literature, the Chapter "Methods and conditions of research", the main part (research results), conclusion, list of references and appendices. The main part includes five sections. The WRC is presented on 93 pages of computer text, contains 15 tables, 20 appendices. The list of references includes 75 sources.

In the introduction, the relevance of the influence of mineral fertilizers on the growth, vegetation and feed quality of maize on silage is justified.

The Chapter literature review analyzes and summarizes scientific publications on the importance of fertilizers for increasing the yield and improving the quality of maize for silage due to soil, climate and agricultural conditions.

In the Chapter the methodology and modalities of research are soil and climatic conditions, location of the experiment, the scheme is stationary experience, area of experimental plots, number of repetitions, accommodation options in the area, surveys and observation methods of analyzing samples of soils and plants.

In the section of research results, observations of phenological development, dynamics of nutrition elements, plant height, formation of plant biomass, dry weight, yield, chemical composition and quality of the crop are described, and the economic efficiency of maize cultivation for silage is given, depending on the options.

In conclusion, the main conclusions obtained from the generalized results of the study are presented.

ВВЕДЕНИЕ

Среди кормовых культур кукуруза не имеет себе равных по питательным ее достоинствам. Она дает наиболее ценный зеленый корм и силос для крупного рогатого скота при молочном направлении сельскохозяйственного предприятия. За счет расширения посевных площадей под кукурузой в общей структуре хозяйств отрасль животноводства получает прочную, устойчивую и высокоценную кормовую базу.

С появлением все новых гибридов кукурузы появляется необходимость в разработке, подборе и поиску технологий, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона возделывания. Это будет способствовать повышению урожайности. Поэтому применение минеральных удобрений при возделывании кукурузы на силос находит свое отражение и занимает первоочередное место в общей технологии возделывания.

Кукуруза обладает способностью давать высокие урожаи при благоприятных погодных условиях на плодородных почвах без удобрений. Однако максимальные урожаи можно получать только на удобренных почвах, поэтому утверждение о малотребовательности кукурузы к минеральному питанию не совсем верное. Максимальные урожаи обеспечивают интенсивные технологии возделывания с применением минеральных удобрений.

В последние годы остро стоит вопрос по повышению почвенного плодородия и улучшения физических, химических и биологических свойств почвы. Происходит относительный дефицит баланса элементов питания. К сожалению, это проблема ни отдельно взятого хозяйства, а глобальная проблема всего человечества планеты.

Такой прием интенсификации, как внесение минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур положительно влияет и на почвенные показатели. Ежегодное внесение расчетных норм удобрений

позволяет компенсировать вынос питательных элементов из почвы основной и побочной продукцией.

В настоящее время выведены новые перспективные гибриды кукурузы, отвечающие современным требованиям и запросам минеральные и органоминеральные удобрения. Для реализации биоресурсного потенциала необходимо оптимизировать питание культуры на разных почвенных разновидностях, изучить их влияние. В силу острой нехватки органических удобрений, целесообразно использовать современные минеральные удобрения и сравнить их с простыми, сложными и жидкими комплексными удобрениями.

Использование минеральных удобрений при различных системах обработки почвы способствует стабилизации почвенно-поглощающего комплекса и улучшению агрохимических свойств почв при возделывании кукурузы [Пузанова В.А., Подколзин О.А., 2018].

Между повышением урожайности сельскохозяйственных культур, улучшением качества получаемой продукции и созданием оптимальных условий минерального питания растений существует неразрывная связь.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Отзывчивость кукурузы на внесение повышенных норм минеральных удобрений

Удобрения – один из самых быстрых рычагов повышения урожайности и рентабельности сельскохозяйственных культур.

В начальные фазы развития кукуруза медленно растет – это ее основная биологическая особенность. Поэтому в данный период вынос элементов питания идет медленно. Корневая система развивается слабо. Растения плохо используют питательные вещества почвы, и основным источником питания становится удобрения. Из огромного множества и видов минеральных удобрений внимание следует обратить на сложные удобрения в припосевное внесение для уменьшения вымывания питательных элементов ниже корнеобитаемого слоя [Караурова Л.Н., 2011, 2017].

При использовании кукурузы на кормовые цели критериями оценки ее качества являются содержание основных питательных веществ: протеина, жира, кальция, сахара, углеводов. Исследованиям химического состава зерна и листостебельной массы кукурузы уделяли внимание как отечественные, так и зарубежные ученые. При выведении новых гибридов необходимо упор сделать на установление закономерностей взаимовлияния питательности и урожайных качеств.

Семин А.С. считал, что основной вклад гибридов в прирост урожайности составляет 60% и только 40% - это применение удобрений, пестицидов, биологических препаратов и др. Гибриды кукурузы разнообразны и отличаются друг от друга по морфологическим, биологическим, генетическим признакам. При выведении гибрида некоторые свойства известны селекционерам, а другие необходимо выявлять агротехникой, соответствующей региональным рекомендациям [Семин А.С., 1999].

По - мнению Надточаева Н.Ф., Холодинской Н.Л., Романовича А.Н. и др. с ростом урожайности сухого вещества листостебельной массы содержание в ней протеина и жира снижается в средней степени корреляционной связи [Надточаев Н.Ф., Холодинская Н.Л., Романович А.Н. и др., 2016].

Применение минеральных удобрений в условиях Ставропольского края на выщелоченном черноземе не влияло на скорость появления всходов, но отражалось на сроках наступления цветения метелок и созревания. Данные агросроки наступали позднее. Высота растений гибрида Ньютон изменилась незначительно и не зависела от улучшения агрофона. Высота же гибридов Краснодарский – 382, РОСС – 299 и Эрик достоверно увеличивалась. Максимальной отзывчивостью охарактеризовался гибрид РИК – 345. Высота увеличилась по сравнению с контролем на 62 см. Средняя прибавка урожайности при улучшении агрофона в опытах Кравченко Р.В. составила 23,9 ц/га [Кравченко Р.В., 2009].

Изучением полного фона удобрений на посевах кукурузы на силос занимались Кондрашин Б. [Кондрашин Б., Судариков Г., 2011], Турчин В.В.[Турчин В.В., 2007], Мишустин Е.Н.[Мишустин Е.Н., Черепков Н.И., 1982], Завалин А.А.[Завалин А.А., Каратаев А.С., Азубеков Л.Х., 2004] и др. Первый рекомендует вносить под кукурузу $N_{77}P_{70}K_{77}$. Это повысит урожайность на 53,9% по сравнению с контролем. Турчин В.В. особую роль отводил внесению калийных удобрений в дозе 50 кг/га, а также полного удобрения в дозе 50 кг/га.

Мишустин Е.Н. и Завалин А.А. рекомендуют в качестве дополнительного источника азотных удобрений бактериальные препараты с симбиотическими и ассоциативными азотфиксаторами, которые позволяют заменить примерно 45 кг азота.

Прибавку урожайности в 12,4 т/га в условиях Южного Дона при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{40}K_{40}$, биопрепаратов Мизорин

и 2П-9, а также их сочетание N₃₀P₄₀ получали Агафонов Е.В. и Севостьянова А.А. [Агафонов Е.В., Севостьянова А.А., 2016].

В условиях Липецкой области экстенсивное использование плодородия почв позволило получить 28,5 т/га кукурузы на силос. Внесение N₃₂P₃₂K₃₂ увеличивает выход силоса на 1,4 т/га. При дополнительном внесении доз K₉₀ и K₁₅₀ обеспечивает повышение урожайности силоса с 33,1 до 65,7 т/га [Драчев Н.А., Миронова К.А., Кравченко В.А., 2019].

Минеральные удобрения оказывали положительное влияние на продуктивность гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции. Прибавка к контролю (без применения удобрений) при внесении оптимальной дозы минеральных туков составила по зеленой массе – 72,4 ц/га, или 33,4%, у молдавского гибрида и 77,8 ц/га, или 31,5% – у казахстанского. Фосфорные удобрения способствовали увеличению сухого вещества в вегетативной массе на 0,5-1,5%. Прибавка в сборе сухого вещества составляла 27,9 ц/га, или 38,6%, и 30,5 ц/га, или 37,1% [Ракицкий И.А., Кантарбаев Э.Е., 2013].

Изучением влияния жидких комплексных минеральных удобрений с микроэлементами в Ростовской области занимались Васильченко С.А., Метлина Г.В. Применение данных удобрений в два приема: обработкой семян и вегетирующих растений, способствовало повышению полевой всхожести и выживаемости растений к уборке. Максимальная урожайность была получена на варианте совместной обработки семян и растений препаратами Микромак и Микроэл при наименьшей энергоемкости продукции – 3,59 ГДж/т и коэффициенте энергетической эффективности – 4,22 [Васильченко С.А., Метлина Г.В., 2015].

Также улучшение ростовых показателей и повышение урожайности гибридов кукурузы отмечались в исследованиях Таланова И.П., Михайловой М.Ю. и Каримовой Л.З. На фоне внесения расчетных норм минеральных удобрений на 70 т/га, прибавка урожая по сравнению с контролем составила 25,2 т/га у гибрида Ньютон. Накопление же сухой биомассы лучше

происходило у гибрида Кремень-200 также при внесении максимальной нормы минерального удобрения [Таланов И.П., Михайлова М.Ю., Каримова Л.З., 2015].

В Западной Сибири на черноземе выщелоченном ультрараннеспелый гибрид кукурузы Нарт 150 СВ с внесением под культивацию минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}$ позволил увеличить сбор кормовых единиц на 23-57% и переваримого протеина на 21-54% с 1 га [Шмидт А.Г., 2011].

Исследования Мууева А.А., Адаева Н.Л., Амаевой А.Г. в области применения удобрений показывают, что прорастание семян зависело, главным образом, от среднесуточной температуры почвы, сортовые особенности изучаемых гибридов не оказывали заметного влияния на продолжительность данной фазы. Максимальная урожайность была получена у отечественного гибрида Ладожский - 270 на богаре при удобренном фоне БОМК+Глиоген+NPK [Муев А.А., Адаев Н.Л., Амаева А.Г., 2018].

В условиях Донбасса для фермерских хозяйств в короткоротационных севооборотах при выращивании кукурузы, более высокие урожаи можно получить при внесении биогумуса и минеральных удобрений, при условии более низких цен на минеральные удобрение и горюче-смазочные материалы. Применение минеральных удобрений и биогумуса повышают урожайность кукурузы, даже в условиях неустойчивого увлажнения [Несторенко С.Н., Говоруха О.Н., 2019].

При возделывании кукурузы на зеленую массу применение эквивалентных доз органических удобрений, получаемых на выходе биогазовой установки, было аналогично влиянию органических удобрений, используемых для производства биогаза (куриный помет и жидкий навоз КРС), и минеральных удобрений, внесенных в дозах, выровненных по азоту. Урожайность зеленой массы кукурузы в данных вариантах в среднем за два года была на уровне 550-562 ц/га. Внесение двойных доз органических удобрений обеспечивали получение урожайности зеленой массы кукурузы в

размере 689-716 ц/га [Серая Т.М., Бирюкова О.М., Богатырева Е.Н. и др., 2011].

При выращивании кукурузы на зеленую массу с внесением $N_{60}P_{90}K_{30}$ в условиях Северного Казахстана, окупаемость составляет 43 кг на 1 кг удобрений. Также эта доза минеральных удобрений повышает выход кормовых единиц у гибрида Молдавский – 257 18,8 ц/га или 37,1%, а у гибрида Каз-ЗП-200 – 20,7 ц/га или 35,2%. По сбору переваримого протеина прибавка составила 1,5 ц/га или 40,5% и 1,6 ц/га или 38,1% соответственно [Кантарбаева Э.Е., 2017].

Внесение минеральных удобрений под вспашку на черноземе выщелоченном нормами $N_{60-70}P_{60}K_{60-70}$ в расчете на компенсацию выноса $N_{50\%}P_{100\%}K_{40\%}$ вполне достаточно для увеличения урожайности зеленой массы кукурузы на 13–21 %. Также Ахметов Ш.И., Иванов Д.И., Иванцов П.В. доказали, что внесение минеральных удобрений может быть экологически безопасно в плане накопления нитратов в зеленой массе кукурузы в дозах до $N_{105}P_{75}K_{106}$ кг д.в./га. Они наблюдали незначительное увеличение накопления свинца и кадмия при увеличении доз минеральных удобрений, однако содержание токсических металлов не выходило за пределы МДУ [Ахметов Ш.И., Иванов Д.И., Иванцов П.В., 2016].

Применение азотных удобрений в дозах N_{40-50} и N_{60-80} обеспечили прирост урожая зеленой массы кукурузы в условиях чернозема южного в Поволжье на 35,2 и 49,1 ц/га соответственно. При содержании в почве 23 мг/кг $N-NO_3$ (109 кг/га) действие азотных удобрений во влажные годы заметно снижалось. В среднезасушливые годы оптимальные результаты получены от азотно-фосфорного удобрения $N_{40-50}P_{40-60}$ (прибавка зеленой массы 33,0 ц/га). В условиях острозасушливого вегетационного периода азотные, фосфорные и азотно-фосфорные удобрения не давали достоверной прибавки урожая [Чуб М.П., Проныко В.В., Ярошенко Т.М. и др., 2015].

Проведенные исследования Дроздовой В.В. и Рединой Н.Е. показали, что кукуруза положительно отзывается на внесение полного минерального

удобрения в различных дозах и сочетаниях. Из вносимых трех элементов наиболее существенное влияние на урожайность кукурузы оказали азотные удобрения. Так внесение отдельно азотных удобрений привело к увеличению урожайности кукурузы на 12,4 ц\га соответственно, по сравнению с контролем. При внесении тройных доз азотных удобрений в разных сочетаниях с фосфором и калием урожайность увеличилась в среднем на 17,3 ц/га [Дроздова В.В., Редина Н.Е., 2016].

Использование люпина белого в качестве предшественника заменяет потребности кукурузы в питательных веществах на уровне 60 кг/га минеральных удобрений. Однако монокультура с внесением от 30 до 120 кг/га минеральных удобрений обеспечивает удвоение урожайности зеленой массы с 305 до 615 ц/га. Здесь также прослеживается тенденция по сопоставимой дозе минеральных удобрений в 120 кг/га на монокультуре и замены предшественника на белый люпин. Величина прибавки урожайности практически одинакова. Зато наблюдается экономия удобрений и снижение затрат на 1 га посевной площади кукурузы до 6 тыс. рублей. Бобовые предшественники и удобрения положительно влияли на качество урожая зеленой массы кукурузы. Биологический азот люпина усиливает функции минеральных удобрений, положительно влияющие на кормовые качества зеленой массы кукурузы. Выход кормовых единиц увеличился на 83%, белка на 158% и обеспеченность протеином 1 корм. ед. на 39% [Фролова Л.Д., 2018].

Внесение минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ при выращивании кукурузы достоверно повышали фотосинтетическую активность хлорофилла. Удобрения изменяют направления использования растениями продуктов фотосинтеза. Повышение урожайности происходит в результате перераспределения продуктов фотосинтеза в пользу надземной массы. Сбор сухого вещества кукурузы увеличился на 43%, а урожайность зеленой массы на 24% [Мингалев С.К., Овсянников А.Ю., Овсянников Ю.А и др., 2014].

Зависимость фотосинтетической деятельности кукурузы от условий минерального питания также изучали в Пензенском ГАУ [Семина С.А., Гаврюшина И.В., 2017].

Изучением влияния минеральных удобрений на фотосинтетическую активность посевов кукурузы также занимались в Кабардино-Балкарии. Они утверждают, что продуктивность фотосинтеза прямо зависит от накопления сухого вещества и прироста листовой поверхности. В период нарастания вегетативной массы продуктивность фотосинтеза по вариантам колебалась в пределах 4,4–8,9 г/м²·сутки, тогда как в период образования мужских и женских соцветий она возросла до 10,7–12,2 г/м²·сутки. В связи с этим Иванова З.А. и Нагудова Ф.Х. сделали вывод, что применение минеральных удобрений в дозе N₁₂₀P₁₂₀K₄₀ является мощным фактором образования и активации аппарата фотосинтеза [Иванова З.А., Нагудова Ф.Х., 2016].

В Ставропольском ГАУ изучали влияния различных марок нитроаммофосок на урожай кукурузы на силос в условиях чернозема выщелоченного. Также рассматривали влияние новых марок минеральных удобрений на биометрические показатели растений кукурузы на силос, на урожайность и биохимический состав растений. Коростылев и др. выделили марку N₁₇P₁₇K₁₇ тройной дозой. Данное удобрение независимо от способа удобрения увеличивали площадь листовой поверхности на 3,3-10,5 тыс. м²/га, высоту растений на 24-42 см, содержание протеина на 1,3-3,4% и уменьшали содержание клетчатки по сравнению, как с контролем, так и с аналогичными дозами исследуемых удобрений. Лучшим способом удобрения в год проведения опыта оказалось допосевное удобрение кукурузы на силос [Коростылев С.А., Есаулко А.Н., Сигида М.С. и др., 2014].

В результате исследований, проведенных в лесостепной зоне Республики Северная Осетия-Алания, было установлено, что применение возрастающих доз полного минерального удобрения NPK обеспечивает повышение урожайности кукурузы. Преимущество имели тройная доза NPK и расчетная (методом элементарного баланса) для получения

запланированной урожайности. Сравнение эквивалентных вариантов навоз + НРК показало достоверное преимущество сочетания навоза и минеральных удобрений. Повышение уровня минерального питания в 2-3 раза эффективно не только с точки зрения урожайности, но и окупаемости удобрений дополнительным урожаем. Также применение удобрений во всех вариантах улучшало химический состав, а по ряду показателей и качество продукции. Более предпочтительным оказался расчетный вариант $N_{140}P_{90}K_{110}$ [Дзанагов С.Х., Ханикаев Б.Р., Гагиев Б.В. и др., 2016].

За счет внесения минеральных удобрений $N_{120}P_{80}K_{60}$ на протяжении 2-х ротаций 9-польного севооборота происходит усиление уровня корневого питания [Никитишен В.И., Личко В.И., Остроумов В.Е., 2013].

Внесение минеральных удобрений в условиях Таджикистана в норме $N_{100}P_{70}K_{40}$ также обеспечивало формирование высоких урожаев кукурузы (прибавка урожая по сравнению с контролем составила 33,2 ц/га, 30,3 и 34,2 ц/га) [Иброхимов Н.Ш., Назаров Дж., Салимов К.Х., 2016].

Упор на внесение фосфорных удобрений под кукурузу делали Юсупова М., Жураева К., Абдурахимова А. Наибольшая высота 271-273 см растений кукурузы была достигнута на варианте с внесением P_{150} . Форма фосфорного удобрения на данный показатель значительного влияния не оказала. Лучшим вариантом улучшения почвенного режима оказался $N_{240}K_{100}$ (фон) + фосфорные удобрения. На этом варианте высота растений составила 225-228 см, высота прикрепления початков оказалась на уровне 17-130 см и диаметр стебля 2,9-3,1 см. Коэффициенты корреляции между основными морфологическими показателями кукурузы и формами и дозами фосфорных удобрений установлены $r = + 0,77 - + 1,00$ [Юсупова М., Жураева К., Абдурахимова А., 2019]..

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ позволяет повысить сбор силосной массы на 19–52%. По питательности корм также получается лучшего качества на данном варианте – увеличивается сбор переваримого протеина с 1 гектара на 35-34% [Дмитриев, В.И., Шмидт А.Г., 2012].

Совместное применение минеральных удобрений и инокуляция биопрепаратами на кукурузе экономит количество внесенных удобрений и снижает себестоимость конечной продукции [Чернецова Н.В., 2016].

Наиболее эффективное удобрение, по мнению Варламовой Л.Д., Серковой В.В. и Горячкиной К.А. для нарастания вегетативной массы кукурузы – аммофос. А внесение в почву азота и калия способствует образованию генеративных органов [Варламовой Л.Д., Серковой В.В. и Горячкиной К.А., 2015].

Многие исследователи отмечают, что улучшение условий корневого питания растений путем внесения минеральных удобрений способствует формированию большего количества сухого вещества кукурузы, за счет созревания 60-70% початков [Семина С.А., 2015; Бельченко С.А., Белоус Н.М., Драганская М.Г., 2011; Бурмистрова Т.И., Сысоева Л.Н., Алексеева Т.П. и др., 2012; Антонова О.И., Шестаков А.Г., 2014; Гаврюшин И.В., Семина С.А., 2018; M.J. Arruda Coelho, D. Ruiz Diaz, G.M. Hettiarachchi, 2019; R.B.A. Rafael, M.L. Fernandez-Marcos, S. Cocco, 2019 и др.].

1.2. Влияние минеральных удобрений на почвенные показатели

В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства особой задачей является не допустить слишком больших потерь гумуса, особенно лабильной (подвижной) части органического вещества. Практически все генетические, агрономические свойства и режимы почв в той или иной степени связаны с содержанием и составом органического вещества. Биогумус играет аккумулятивную (накопительную), регуляторную и протекторную функции в жизнедеятельности растительного организма, способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур на 20-30%, улучшает качество продукции. Усваивается растениями практически на 100%, при этом содержание нитратов в продукте находится на естественном

уровне [Несторенко С.Н., Бакирова Д.В., 2016; Несторенко С.Н., Беляева А.Ю., Бакирова Д.В., 2017].

Минеральные удобрения стимулируют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, усиливают цикл биологической трансформации питательных веществ для растений, культуры растут и развиваются лучше и уменьшается количество сорняков при совместном применении гербицидов. Из-за отсутствия конкуренции с сорными растениями при повышении дозы удобрений кукуруза развивается лучше. Процент гибели сорняков при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ составил 64,0-89,7%, в сравнении с вариантом без внесения минеральных удобрений. Дальнейшее повышение дозы макроэлементов на 30 кг д.в./га процент гибели сорняков доходил до 91,6% [Мамиев Д.М., Абаев А.А., Шалыгина А.А., 2019].

Под влиянием различных доз калийных удобрений в пахотном слое в почве отмечается тенденция уменьшения содержания гумуса. Такая тенденция связана с технологией возделывания кукурузы, при которой интенсивно идет минерализация и поступление небольшого количества послеуборочных остатков с узким соотношением углерода к азоту [Драчев Н.А., Миронов К.А., Краченко В.А., 2019].

Совместный посев кукурузы на силос с однолетними травами при внесении $N_{60}P_{60}$ обеспечивает более рациональное использование площади и плодородия пашни [Шмидт А.Г., 2011].

Анализ содержания основных элементов в исследованиях Несторенко С.Н. и Говоруха О.Н. показал, что внесение биогумуса улучшало питательный режим почвы. Повышение содержания нитратного азота было выше на 0,39 мг на 100 г почвы, аммиачного азота на 1,22 мг, фосфора на 1,9 мг и калия на 4,4 мг на 100 г почвы. Внесение биогумуса в оптимальных дозах повышает уровень плодородия почвы, улучшает питательный режим, физико-механические свойства эродированных почв [Несторенко С.Н., Говоруха О.Н., 2019].

Серая Т.М., Бирюкова О.М., Богатырева Е.Н. и др. считали, что для получения высоких урожаев зеленой массы кукурузы, внесение 150 кг азота, как с минеральными, так и с органическими удобрениями бывает недостаточным для поддержания бездефицитного баланса азота. Незначительный положительный баланс азота возможен только в вариантах с двойными дозами органических удобрений. Аналогичная тенденция сохранялась и с выносом фосфора из почвы. Баланс калия во всех вариантах, кроме двойной дозы жидкого навоза КРС, был отрицательным.

За динамикой аммиачного и нитратного азота в выщелоченном черноземе под посевами кукурузы на силос при внесении разных доз минеральных удобрений наблюдали Невзоров А.И. и Пальчиков Е.В. Под влиянием растений и длительным применением удобрений в метровом слое почвы наблюдается тенденция снижения без удобрений, а при внесении удобрений – повышения. В среднем содержание аммиачного азота на варианте без применения удобрений снизилось за время вегетации кукурузы с 6,14 до 2,14 мг/кг. Улучшение питательного режима за счет внесения минеральных удобрений в фазе двух-трех листьев увеличивало содержание аммиачного азота на 0,27-1,98 мг/кг, но к концу вегетации разница по вариантам снизилась до 0,34-1,67 мг/кг. Невзоров А.И. и Пальчиков Е.В. считали, что наибольшее содержание аммиачного азота наблюдается при внесении 120 кг/га удобрений (на 8,04 кг/га). Содержание в почве нитратного азота под влиянием вносимых удобрений значительно изменялось. На неудобренном варианте содержание изменилось от 1,16 до 8,35 мг/кг, при внесении N₃₀P₃₀K₃₀ содержание увеличилось от 1,35 до 9,62 мг/кг (12%). Дальнейшее увеличение дозы азота, за счет внесения аммиачной селитры, (N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₆₀K₆₀, N₁₂₀P₆₀K₆₀) содержание нитратного азота в фазу молочно-восковой спелости составило, соответственно 1,94, 2,90, и 2,68 и в фазу двух-трех листьев – 10,48; 11,27 и 11,32 мг/кг соответственно, что на 2,13; 2,94 и 2,97 мг/кг или на 25, 35 и 36% больше варианта без применения удобрений. Способы внесения минеральных удобрений на содержание

нитратного азота влияние не оказывали. Зато дробное использование азота заметно повышает урожайность зеленой массы кукурузы, что связывают с повышением концентрации почвенного раствора, который плохо переносится проростками и молодыми растениями кукурузы [Невзоров А.И. и Пальчиков Е.В., 2016].

Изменение содержания нитратного азота в слое почвы 0-40 см в среднем за 10 влагообеспеченных лет под посевами кукурузы на зеленую массу исследовали в степном Поволжье. При улучшении пищевого режима чернозема южного в посевах кукурузы за счет внесения минеральных удобрений установлена тесная положительная корреляционная связь ($r=0,82$) между содержанием нитратного азота во время появления всходов кукурузы и урожаем ее зеленой массы. За 21 год исследований вынос азота с надземной массой кукурузы на варианте без внесения минеральных удобрений составил 59,2 кг/га. Улучшение пищевого режима повышало данный показатель в 1,3-1,5 раза. На вынос азота из почвы кукурузой большое влияние оказали погодные условия. На одинаковых вариантах во влагообеспеченные годы вынос азота увеличивался в 1,26-1,48 раза. В острозасушливые годы он составлял от 50 до 63% от среднемноголетних показателей. Коэффициенты использования азотных удобрений в острозасушливые годы были самыми низкими [Чуб М.П., Пронько В.В., Ярошенко Т.М. и др., 2015].

По мнению Крючкова А.Г., нитратный азот является самым мобильным среди основных питательных веществ. А его содержание в почве зависит от ее основных морфологических свойств: плотности, пористости, влажности, степени биологической активности, температуры воздуха и внесения удобрений [Крючков А.Г., Бесалиев И.Н., Панфилов А.Л., 2012].

Скороходов В.Ю. доказал, что в посевах кукурузы на силос в силу ее агротехники происходит интенсивное накопление нитратного азота. За вегетационный период в среднем за 18 лет в ее посевах накапливается азота 1,8 мг на удобренном и 1,9 мг – на неудобренном фоне на 100 г почвы. При

этом доля влияния погодного фактора на накопление нитратного азота в почве составила 25% [Скороходов В.Ю., 2018].

Для сохранения почвенного плодородия при сравнительно низких экономических затратах Дроздова В.В. и Редина Н.Е. проводили исследования по оптимизации доз и сочетаний минеральных удобрений на посевах кукурузы в условиях чернозема выщелоченного Центральной зоны Краснодарского края. Внесение полного удобрения в вариантах с двойной $N_{60}P_{60}K_{40}$ и тройной $N_{90}P_{90}K_{60}$ дозой полного удобрения оказывало влияние на содержание основных элементов питания в почве. На этих вариантах получены максимальные значения содержания минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия по всем фазам развития кукурузы. Наибольшее содержание обменного калия, как и содержание минерального азота и подвижного фосфора в почве было в начале вегетации кукурузы. Динамика по азоту выглядела так: в фазу 5-6 листьев 61,2 – 67,2; в фазу выметывания 35,8 – 37,3 и в фазу спелости 54 – 59,2 мг/кг почвы. Что примерно в 1,5 раза больше по сравнению с контролем. Подвижный фосфор – один из основных агрохимических показателей плодородия почв и характеризует запас усвоемого фосфора. Его используют для оценки бонитета почв. Его динамика имела такой вид: в фазу 5-6 листьев его количество составляло 132,6 мг/кг и 132,5 мг/кг почвы, что на 46 мг/кг больше, чем в неудобренном варианте. Снижение подвижных фосфатов в почве по мере созревания кукурузы, возможно связано с переходом в нерастворимые формы, а также с потреблением фосфора кукурузой. По калию картина была следующая: в фазе 5-6 листьев количество обменного калия на варианте с внесением двойных и тройных доз удобрений составляло 154,5 и 155 мг/кг почвы, что в 1,2 раза больше неудобренного варианта. В фазу выметывания значения уменьшились на 46,5 и 33,5 мг/кг, и в фазу полной спелости на 25,5 и на 9 мг/кг почвы [Дроздова В.В., Редина Н.Е., 2016].

На агрохимические показатели почвы под кукурузой оказывали определенное влияние, как предшественник, так и удобрения. При монокультуре под влиянием минеральных удобрений отчетливо прослеживали подкисление почвы. При замене предшественника на люпин белый отрицательного влияния удобрений на химические свойства почвы не отмечались. Помимо этого внесенные минеральные удобрения при монокультуре в зависимости от дозы способствовали увеличению содержания в почве фосфора с 24 до 63% и калия с 8 до 22%. Замена предшественника на люпин белый ограничивала накопление элементов питания (фосфора и калия) минеральных удобрений в почве. Одновременно люпин способствовал возрастанию содержания усвояемых форм фосфора и калия на 244 и 50% [Фролова Л.Д., 2018].

Шалагинова Л.И. и Хвойна В.В. предложили модель для проведения оценки эффективного плодородия темно-серых лесных почв под кукурузой на зеленую массу с безошибочным прогнозом в 37%. При этом отклонение в один ранг составляет 77%. А внесение минеральных азотсодержащих удобрений закрепляется в почве химическими реакциями [Шалагинова Л.И., Хвойна В.В., 2007].

Внесение минеральных удобрений на черноземе обыкновенном способствуют аккумуляции в почве подвижных форм элементов питания и росту продуктивности кукурузы. Азотные туки усиливают минерализационные процессы в почве на 7,8%. Внесение $N_{60}P_{60}K_{60}$ концентрация $N-NO_3$ в почве повышается на 10,4%. Концентрация подвижного фосфора при обычных условиях 91,2 мг/кг соответствует средней обеспеченности по существующей группировке почв. Улучшение питательного фона способствует переходу почвы из класса средней обеспеченности в класс повышенной обеспеченности подвижным фосфором. Происходит мобилизация фосфорной кислоты. На 5,8-27,7% улучшается фосфатный режим под кукурузой. Систематическое внесение минеральных удобрений в почву оказывает положительное влияние на калийный режим

(содержание обменного калия повышается на 4,5-20,0%) [Мухина С.В., Синягин В.В., Воробьева И.Н., 2010].

Не смотря на большой расход почвенной влаги кукурузой в течение вегетации, на удобренном фоне растения кукурузы расходуют ее более экономно. Коэффициент водопотребления снижается на 33...65 м³/т, или на 21,3...35,1% [Семина С.А., 2015].

Достигнуть положительного баланса по азоту, фосфору, калию невозможно одними минеральными удобрениями. Необходимо совместное их применение с органическими удобрениями, соломой предшественника, комплексными микроудобрениями [Вильдфлущ И.Р., Мишуря О.И., Михалева И.В., 2012].

Между величинами урожая кукурузы и выноса макроэлементов урожаем отмечается наиболее высокая положительная корреляция (соответственно $r = 0,84$, $r = 0,82$, $r = 0,73$) [Никитишен В.И., Личко В.И., 2014].

Применение фосфорсодержащих удобрений обеспечивает повышение количества подвижных фосфатов в почве. Водорастворимые формы фосфатов способствуют повышению в почве рыхлосвязанных форм фосфатов в почве. Содержание аллюмофосфатов повышается при внесении всех форм фосфорсодержащих удобрений. При удвоении доз фосфорных удобрений повышается содержание в почве железофосфатов и кальций фосфатов [Варламовой Л.Д., Серковой В.В. и Горячкиной К.А., 2015].

Улучшение почвенных показателей под посевами кукурузы при систематическом внесении минеральных удобрений рассматривали и другие исследователи [Косолапова А.В., 2017; Девтерова Н.И., 2018; Фокин С.А., Семенова Е.А., Калашников Р.П., 2017; Антонова О.И., Шестаков А.Г., 2014; Клостер Н.И., Родионов В.Я., Азаров В.Б., 2018; A.K. Sutradhar, D.B. Arnall, B.L. Dunn, 2019; J.S. Breer, T. DeSutter, M.K. Raar, 2019 и др.].

1.3. Рост и развитие гибридов кукурузы на разных фонах питания

Выбор сорта или гибрида при возделывании сельскохозяйственной культуры – немаловажный аспект в общей технологии возделывания. От правильно выбранного сорта или гибрида зависит урожайность. Залог получения высоких урожаев на 30% зависит от подбора сорта или гибрида.

Гибриды кукурузы должны быть районированы или адаптированы к климатическим условиям региона возделывания.

У гибридов кукурузы потребность в элементах минерального питания является наследственным признаком. Многие гибриды проявляют избирательность в отношении отдельных элементов питания. Это проявляется в специфической реакции гибридов на состав удобрений. Неодинаковая отзывчивость гибридов кукурузы на возрастающие дозы полного минерального удобрения связана с различиями в интенсивности синтеза органического вещества, поглощении элементов питания, динамики перераспределения продуктов метаболизма в надземные органы, активности ферментных комплексов [Еремин Д.И., Демин Е.А., Евдокимова Е.И., 2016].

Сабитов Г.А., Мазуровская Д.Е., Щукин С.В. и др. считают, что при постоянно возрастающем производстве кормов и для непрерывного поступления зеленой подкормки и сырья для заготовки кормов из кукурузы необходимо подбирать разнопосевающие сорта и гибриды [Сабитов Г.А., Мазуровская Д.Е., Щукин С.В. и др., 2017].

В Нечерноземной зоне для возделывания кукурузы на силос Дуборезов В.М., Виноградов В.Н., Какоткин Е.М. и др. рекомендуют гибрид РОСС-272, характеризующийся высокой концентрацией энергии и протеина в корме. У корма из данного гибрида был получен максимальный выход протеина с 1 га. А у гибрида Ставропольская-1 – наибольший выход обменной энергии с единицы площади [Дуборезов В.М., Виноградов В.Н., Какоткин Е.М., Дуборезова М.Е., 2012].

Бирагова В.В. выявила адаптивность гибридов кукурузы американской селекции в условиях РСО-Алании. Внесение 1 ц/га нитроаммоfosки ($N_{16}P_{16}K_{16}$) под предпосевную культивацию, в сочетании с 1 ц/га аммиачной селитры (N_{35}) в фазу 5-7 листьев, обеспечило прибавку урожая от 40,7 до 61,2 % (2,66–3,24 т/га) по сравнению с контролем без удобрений [Бирагова В.В., 2012].

Гибрид Краснодарский-206 на выщелоченных черноземах обеспечивает получение 29,08 т/га зеленой массы с уровнем рентабельности 142,9% при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{45}$ совместно с двукратной листовой подкормкой Плантофолом 30:10:10 в дозе 1,5 кг/га. Также была выявлена высокая зависимость в пределах выбранной пары признаков. Коэффициент корреляции составил 0,99 [Канукова Ж.О., Кашукоев М.В., Езиев М.И., 2014].

Опрыскивание посевов родительских форм гибридов кукурузы ♂Кр.244 МВ, ♂Коралл МВ и ♂Анатолий МВ во время вегетации органоминеральными удобрениями «Био Полимик» и «Batr Bor» позволили увеличить урожайность на всех вариантах опыта по сравнению с контролем без обработки посевов от 8,5-16,3% [Никитенко А.Б., Толорая Т.Р., Марченко М.В., 2019].

Биологические удобрения БФТИМ и БСка-3 в виде листовой подкормки на посевах гибрида кукурузы Микси оказывали положительное влияние на динамику площади листьев и накопление вегетативной массы растений. На этих вариантах была установлена наибольшая площадь листьев 39,4 и 39,7 тыс. $m^2/га$. Использование биологических удобрений оказалось также положительное влияние формирование сырой и сухой массы растений кукурузы. Наибольшее количество сырой биомассы при совместном применении БСка-3 и БФТИМ равнялось 416, 425, 434 ц/га. По сухой массе также максимальные значения были на данных вариантах (138, 141, 144 ц/га) [Громов В.Н., 2020].

На выщелоченных черноземах Тюменской области минеральные удобрения, внесенные в дозе до $N_{150}P_{100}K_{100}$, у гибрида кукурузы Ладожский-148 обеспечивали увеличение вегетационного периода на 7 суток, накопление до 20% сухого вещества. За межфазный период молочная - восковая спелость зерна кукурузы суточная прибавка сухого вещества составила 0,04-0,12 т/га [Демин Е.А., Еремин Д.И., 2017].

Раннеспелый гибрид кукурузы Каскад в Верхневолжье показывал наилучшие параметры посевов на всех испытываемых фонах минерального питания. При посеве данного гибрида и внесении расчетных доз удобрений на прибавку урожая зеленой массы 200 ц/га отмечены лучшие условия для фотосинтетической деятельности растений ($\text{ЧПФ}=6,84 \text{ г}/\text{м}^2*\text{сутки}$). Здесь же были получены высокие урожаи абсолютно сухой фитомассы [Усанова З.И., Шальнов И.В., 2011].

Коэффициенты интегральной, энергетической оценки и комплексный коэффициент конкурентоспособности среднераннего гибрида кукурузы на кормовые цели Белозерский-295 увеличиваются с применением минеральных хелатных удобрений в виде внекорневой подкормки [Сatanовская И.П., 2013].

С целью повышения стрессоустойчивости и продуктивности гибрида кукурузы FAO 270 в Орловской области применяли разные дозы нитроаммофоски 23:13:8 и микрогранулированное удобрение с высоким содержанием фосфора и сбалансированным составом микроэлементов и азота Изи Старт. Гибрид FAO 270 при внесении нитроаммофоски обеспечивал получение прибавки урожайности больше, чем при применении Изи Старт на 20,0-31,4%. При этом оптимальной дозой внесения нитроаммофоски считается доза в 100 кг/га. На данном варианте получена максимальная прибыль 22,7 тыс. руб., рентабельность производства составила 79%. Также применение данной дозы на гибридзе FAO 270 проявляется в высокой агрономической эффективности за счет повышения урожайности кукурузы на 16 ц/га. Применение Изи Старт оказалось

экономически невыгодным [Петрова С.Н., Полухин А.А., Кузмичева Ю.В. и др., 2017].

Возделывание гибрида Дельфин на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Республики Беларусь с внесением минеральных и органических удобрений обеспечивало увеличение, как урожайности, так и основных показателей качества зеленой массы кукурузы. Норма минеральных удобрений $N_{90+30}P_{60}K_{120}$ обеспечила получение зеленой массы из гибрида Дельфин 625 ц/га с содержанием кормовых единиц 39,4 ц/га (прибавка урожая 197 ц/га). Окупаемость 1 кг NPK на данном варианте 65,7 кг зеленой массы (13,1 к. ед.). Максимальная урожайность в данном опыте была достигнута при совместном внесении 60 т/га подстилочного навоза и $N_{90+30}P_{60}K_{120}$ (781 ц/га). Окупаемость 1 т условного навоза составила 135-300 кг зеленой массы или 27-60 к. ед. С улучшением питательного режима почвы под гибридом кукурузы Дельфин в получаемом корме содержание общего азота увеличивалось с 1,34 до 1,78%, фосфора – с 0,96 до 1,08%, калия – с 2,38 до 2,52%, сырого белка в зеленой массе с 8,4 до 11,1%. Возделывание гибрида Дельфин при оптимизации питательного режима оказалось экономически выгодным. Чистый доход составил 121,5-882,3 тыс. руб./га с рентабельностью 9-108% [Марцуль О.Н., Босак В.Н., Серая Т.М., 2009].

В условиях серой лесной почвы Республики Татарстан лучшая отзывчивость на улучшение питательного режима выявлена у гибридов Кремень 200 и Ньютон [Mikhailova M.Y., Talanov I.P., 2019]. Максимальный прирост листовой поверхности произошел на фоне внесения NPK на 70 т/га и составил 30,71 тыс. м²/га у гибрида Кремень 200 СВ, а накопление биомассы растений кукурузы - на посевах гибридом Ньютон (33,0 т/га). Запланированные урожаи также были получены при возделывании данных гибридов [Mikhailova M.Y., Talanov I.P., 2020]. На фоне внесения NPK на 50 т/га у гибрида Кремень 200 была получена урожайность в 42,9 т/га и у гибрида Ньютон 43,9 т/га. На фоне внесения минеральных удобрений на 70 т/га 62,6 и 65,3 т/га, соответственно.

Изучением в условиях лесостепи Северного Казахстана влияния минеральных удобрений на продуктивность районированного гибрида кукурузы Молдавский 257 СВ и нового казахстанского Каз-ЗП 200 при возделывании их на зеленую(силосную) массу занимались Бобренко И.А., Красницкий В.М., Кантарбаева Э.Е. Они пришли к выводу, что увеличение дозы азота в 1,5 раза (с 60 до 90 кг/га) достоверного увеличения урожайности гибридов не дает. Рекомендуют в условиях Северо-Казахстанской области Казахстана норму макроэлементов в посевах кукурузы $N_{60}P_{90}K_{30}$. Данная норма увеличивает продуктивность посевов на 31,5-38,6% [Бобренко И.А., Красницкий В.М., Кантарбаева Э.Е., 2014].

Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования явилось изучение влияния расчетных фонов питания и правильный подбор гибридов кукурузы на почвенные показатели, урожайность и питательные качества получаемого корма.

Основные задачи исследования сформулированы следующим образом:

1. Определить влияние расчетных фонов питания на урожайность кукурузы на силос в зависимости от разных норм;
2. Установить влияние норм удобрений на изменение почвенных показателей;
3. Определить насколько выбор гибрида влияет на получение запланированных урожаев;
4. Оценить действие внесенных минеральных удобрений на хозяйственный вынос, КИП, КИУ основных макроэлементов кукурузы на силос;
5. Установить влияние различных норм минеральных удобрений на качественные показатели кукурузного силоса;
6. Оценить влияние изучаемых приемов на экономическую эффективность возделывания кукурузы на силос.

2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на опытном участке кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» в хозяйстве ООО «Ак Барс Дрожжаное» Дрожжановского района Республики Татарстан. Почва опытного участка - серая лесная среднесуглинистая, на долю которой в хозяйстве приходится 8,7% (табл. 1).

Таблица 1

Состав почвенного покрова пашни «ООО Ак Барс Дрожжаное»

Дрожжановского района РТ

Тип, подтип почвы	Площадь	
	га	%
Дерново-подзолистые	154	0,5
Серые лесные	2808	8,7
Чернозем всего	29135	90,8
Чернозем выщелоченный	20130	62,7
Чернозем оподзоленный	9005	28,1
Всего:	32097	100

Преобладающими почвами в ООО «Ак Барс Дрожжаное» являются черноземы. На их долю приходится 90,8% или 29135 га от площади обрабатываемых земель. Черноземы представлены двумя подтипами: чернозем выщелоченный занимает 20130 га или 62,7% и на чернозем оподзоленный приходится 28,1% или 9005 га. Кроме черноземов и серых лесных почв встречаются также дерново-подзолистые почвы (154 га или 0,5%).

Опытный участок характеризовался следующими почвенными показателями (табл. 2). По содержанию гумуса почва имеет низкое содержание гумуса 3,8%, по содержанию подвижных форм фосфора и калия почва имеет повышенные показатели данных элементов 142 и 150 мг/кг

почвы. Реакция среды близкая к нейтральной 5,8. Емкость катионного обмена 26,4 ммоль/кг почвы и гидролитическая кислотность 4,6 ммоль/кг.

Таблица 2

Агрохимическая характеристика опытного участка в 2019 году

Тип, подтип почвы, слой (см)	Гумус, %	Общий азот, %	ЕКО	Нг	Подвижные формы (по Кирсанову), мг/кг		рН _{сол}
					ммоль/кг	P ₂ O ₅	
Серая лесная среднесуглинистая, 0-30	3,8	0,18	26,4	4,6	142	150	5,8

Агрохимические анализы для определения почвенных показателей проводились на кафедре агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, ФГБУ ЦАС «Татарский».

В процессе проведения исследований для получения результатов применялись следующие методики:

- по методу Тюрина в модификации Симакова определяли содержание гумуса;
- потенциометрическим методом определяли величину рН солевой вытяжки;
- по Кирсанову с использованием фотоэлектрокалориметра определяли содержание подвижного фосфора;
- по Кирсанову с использованием фотометра – содержание подвижного калия;
- по методу Кельдаля – содержание общего азота;
- по Бобко-Аскинази в модификации Алешина – емкость катионного обмена;

- мокрым озолением по Кельдалю (ГОСТ 26889-86) определяли общее содержание азота в растительной пробе;
- мокрым озолением фотоколориметрическим методом (ГОСТ 26657-97) – фосфор;
- мокрым озолением пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97) – калий;
- химический состав и питательность получаемого корма определяли в лаборатории ЦАС «Татарский»;
- по Б.А. Доспехову (1985) с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010 проводили статистическую обработку цифровых данных;
- с помощью программы Statisticaver. 5.5 AforWindows был выполнен корреляционно-регрессионный анализ.

Площадь опытного участка 0,27 га. Размещение делянок последовательное. Схема двухфакторного опыта с 3-х кратной повторностью:

Фактор А – нормы удобрений:

- 1) без удобрений,
- 2) расчетные нормы на получение 20 т/га кукурузы на силос,
- 3) расчетные нормы на получение 30 т/га кукурузы на силос,
- 4) расчетные нормы на получение 40 т/га кукурузы на силос.

Фактор Б – гибриды:

- 1) РОСС-130;
- 2) РОСС-195;
- 3) Краснодарский-230.

Гибриды были выбраны с учетом потенциальной урожайности на кормовые цели. Раннеспелый адаптированный двойной межлинейный гибрид РОСС-130 Краснодарской селекции. С потенциальной урожайностью 410 ц/га. Гибрид устойчив к болезням и полеганию.

Районированный раннеспелый двойной межлинейный гибрид РОСС-195 также Краснодарской селекции. Урожайность силоса в Республике Татарстан получена 424 ц/га. Гибрид устойчив к пузырчатой головне, стеблевым гнилям и полеганию. Отличается хорошей засухоустойчивостью, приспособлен к механизированной уборке.

Среднеранний адаптированный простой модифицированный гибрид Краснодарский-230. Гибрид устойчив к болезням и полеганию, а также обладает высокой засухоустойчивостью. Потенциальная урожайность более 400 ц/га.

Технология возделывания кукурузы на силос включала следующие мероприятия и этапы (табл. 3).

Таблица 3

Технология возделывания кукурузы на силос

Виды работ	Марка трактора	Марка СХМ
Обработка почвы (вспашка зяби)	Фендт-930	Лемкен
Закрытие влаги	ДТ-75	БЗТС-1
Предпосевная обработка (культивация)	К-700	2КПС-4,2
Разbrasывание удобрений	МТЗ-80	Амазоне
Посев	МТЗ-1221	Гаспардо
Прикатывание посевов	МТЗ-80	ЗККШ-6
Боронование посевов по всходам	ДТ-75	БЗСС-1-13
1-ая междурядная обработка посевов	МТЗ-80	КРН-5,6
Опрыскивание гербицидом	VERSATILE SX275 V2-30	
Скашивание с измельчением	Ягуар	

После уборки предшественника с осени проводится глубокая вспашка с оборотом пласта. Это важнейшее мероприятие, так как корневая система кукурузы проникает в глубину до 3-3,5 м и разрастается в ширину на 1-1,5 м. Это улучшает аэрацию почвенному воздуху, тепловой режим и общие физические свойства почвы. Закрытие влаги ранней весной – необходимый прием для сохранения почвенной влаги. Это позволит сохранить влагу в

почве к периоду прорастания семян кукурузы. Диаммофоска и сернокислый калий вносятся под культивацию разбросным способом. Нормы внесения минеральных удобрений были рассчитаны расчетно-балансовым методом (табл. 4).

Таблица 4

Расчет норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности кукурузы на силос

Показатели	на 20 т/га			на 30 т/га			на 40 т/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Потребление, кг/т	3,0	1,2	4,5	3,0	1,2	4,5	3,0	1,2	4,5
Хозяйственный вынос, кг/га	60	24	90	90	36	135	120	48	180
Содержание NPK в почве, мг/кг	28,5	142	150	28,5	142	150	28,5	142	150
Запасы NPK в почве, кг/га	85,5	426	450	85,5	426	450	85,5	426	450
КИП	0,7	0,08	0,15	0,7	0,08	0,15	0,7	0,08	0,15
Ожидаемое поступление из почвы, кг/га	59,9	34,1	67,7	59,9	34,1	67,7	59,9	34,1	67,7
Дефицит, кг/га	0,1	-10,1	22,3	30,1	1,9	67,3	60,1	13,9	112,3
КИУ	0,6	0,2	0,5	0,6	0,2	0,5	0,6	0,2	0,5
Норма внесения питательных элементов, кг д.в./га	1	-	45	50	10	135	100	70	225

В опыте использовали: диаммофоску (10:26:26%), сернокислый калий (0:0:50%) и аммиачную селитру (34,2:0:0%). На варианте запланированного получения урожая 20 т/га внесли 0,6 кг/ га аммиачной селитры и 89,2 кг/га сернокислого калия. На варианте для получения 30 т/га запланированного урожая внесли 36,5 кг/га диаммофоски, 250 кг/га сернокислого калия, 136 кг/га аммиачной селитры. На варианте для получения 40 т/га запланированного урожая внесли 267,3 кг диаммофоски, 310,2 кг/га сернокислого калия, 215 кг/га аммиачной селитры.

Посев проводился 10 мая на глубину 6-8 см сеялкой Гаспардо. Норма высева соответствует размещению 12-14 шт./м². Для создания благоприятного посевного ложа для семян проводят прикатывание посевов. В борьбе с первыми появившимися сорняками проводят боронование посевов до всходов кукурузы. Также кукуруза положительно отзывается на междурядные обработки почвы. Помимо улучшения аэрации, междурядная обработка является важнейшим агротехническим методом в борьбе с засоренностью посевов.

Так как кукуруза в ранние сроки развития очень чувствительна и плохо конкурирует с сорной растительностью, применяют и химические обработки с использованием гербицидов. Опрыскивание проводят в фазе 3-5 пар листьев. Это наиболее устойчивая фаза развития кукурузы для проведения химических обработок. Против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков применяли гербицид Балерина с нормой 0,4 л/га и против злаковых сорняков опрыскивали Эскудо 0,025 кг/га.

Так как кукуруза выносит много питательных элементов с урожаем, для компенсации выноса междурядная обработка почвы проводится с одновременным внесением в прикорневую зону кукурузы аммиачной селитры с дозой, указанной выше. Почва насыщается легкодоступным азотом, кукуруза наращивает вегетативную массу.

Уборка в фазу молочно-восковой спелости зерна проводится Ягуаром с измельчением массы на частицы в 3-5 см. В последующем зеленая масса

закладывается в бетонные силосные траншеи, где ее утрамбовывают и закрывают пленкой и землей.

Некоторые этапы проведения опытов по возделыванию кукурузы на силос зафиксированы на рисунках 1-5.



Рис 1. Предпосевная культивация



Рис 2. Закладка опыта. Посев



Рис 3. Общий вид поля



Рис 4. Подсчет полевой всхожести



Рис 5. Отбор растительных образцов

Наблюдения проводились в три фазы развития: 5-6 листьев, цветение, молочная спелость.

В течение вегетации определяли основные параметры роста и развития кукурузы: высоту растения, биомассу, сухую массу, площадь листовой поверхности.

Большое влияние при возделывании сельскохозяйственных культур оказывают погодно – климатические условия. От количества выпавших осадков, суммы эффективных температур напрямую зависят показатели урожайности.

2019 год охарактеризовался как умеренно благоприятный (табл. 5, приложение 1, 2). По сравнению с многолетними зональными данными в мае температура воздуха оказалась на 1,6 °С выше и составила +20,4 °С. Это положительно сказалось на раннем развитии кукурузы. Июнь месяц был практически равен многолетним данным – температура воздуха за месяц составила 21,1 °С (+0,1 °С). Июль месяц оказался более холодным. Температура была ниже на 4,2 °С. Кукуруза – растение короткого дня, растет быстрее в теплые ночи. Скорее всего, с данным фактором и связано недополучение плановых урожаев некоторыми гибридами. В августе и сентябре температура также оказалась холоднее, по сравнению с многолетними зональными данными (+18,3 °С в августе, что на 4,7 °С меньше и 13,0 °С в сентябре на 2,0 °С меньше). В среднем за вегетацию температура в 2019 году оказалась 18,5 °С. По сравнению с многолетними данными это значение оказалось на 1,7 °С холоднее.

Если сравнивать количество выпавших осадков, то в 2019 году их выпадало больше, чем многолетние средние значения. В мае месяце выпало 36,7 мм (87,4% от средних данных). В июне месяце количество выпавших осадков оказалось на 5,7 мм больше или 109,5%. В критический период, который совпадает с периодом максимального роста у кукурузы, выпало достаточно осадков (95,8 мм, что составляет 145,2% от средних многолетних данных). В августе месяце осадков выпало 54,9 мм (94,7%) и к завершению вегетации – в сентябре – 61,3 мм или 111,5%. За всю вегетацию кукурузы в

2019 году выпало 315,5 мм осадков, что составляет 111,9% от многолетних зональных данных.

Таблица 5

Метеорологические данные за вегетационный период 2019 г.

Месяц, декада	Температура воздуха $^{\circ}\text{C}$			Осадки, мм		
	норма	факт	в % к норме (отклонение)	норма	факт	в % к норме
Май						
I		19,2			13,6	
II		20,9			8,2	
III		21,0			14,9	
за месяц	18	20,4	113,1/+1,6	42	36,7	87,4
Июнь						
I		22,5			12,4	
II		20,8			17,9	
III		19,9			36,5	
за месяц	21	21,1	100,3/+0,1	61	66,8	109,5
Июль						
I		19,8			86,7	
II		20,8			5,2	
III		18,8			3,9	
за месяц	24	19,8	82,5/-4,2	66	95,8	145,2
Август						
I		16,4			15,3	
II		20,8			3,6	
III		17,7			36	
за месяц	23	18,3	79,6/-4,7	58	54,9	94,7
Сентябрь						
I		18,0			37,1	
II		14,1			20,8	
III		6,9			3,4	
за месяц	15	13,0	86,7/-2,0	55	61,3	111,5
за май-сентябрь	20,2	18,5	91,6/-1,7	282,0	315,5	111,9

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Влияние минеральных удобрений на ростовые процессы

Оптимизация применения удобрений в процессе вегетации растения для реализации продуктивности, заложенной в культуре и гибридде – важнейшее звено научного земледелия. Внесение минеральных удобрений положительно сказалось на ростовых показателях кукурузы. Допосевное внесение способствовало накоплению элементов питания на весь период вегетации, их доступности для растений в нужный период роста. Припосевное внесение создало благоприятные условия, которые позволили молодым растениям за короткий период развить достаточно мощную корневую систему. Что в дальнейшем послужило лучшему использованию питательных элементов почвы и основного удобрения. Подкормка именно аммиачной селитрой в период вегетации обеспечило наиболее активную поглощающую часть корневой системы легкодоступными нитратными формами азота.

Значительного влияния на наступление фенологических фаз развития растений кукурузы минеральные удобрения не оказывали. Данные показатели больше зависели от погодно-климатических условий и раннеспелости гибрида. Поэтому приведение сроков наступления фенологических фаз не имеет особого значения.

На всхожесть семян кукурузы минеральные удобрения значительного влияния не оказывали. Семена прорастали в зависимости от посевных качеств и накопления влаги в почве (табл. 6).

При возделывании кукурузы на кормовые цели важна высота растений. Ведь потенциал отдельного растения напрямую отразиться на урожайности зеленой массы. Высота растений сильно зависела от внесения минеральных удобрений (табл. 7). В начальные фазы роста наблюдалась незначительная разница в высоте между изучаемыми гибридами на контроле.

Таблица 6

Всходесть семян в 2019 году, шт./м²

Гибриды	Фоны питания			
	Без удобрений	NK на 20 т/га	NPK на 30 т/га	NPK на 40 т/га
РОСС-130	11,6	11,7	11,9	12,2
РОСС-195	12,0	12,2	12,5	12,8
Краснодарский-230	11,8	12,0	12,3	12,6
HCP ₀₅	A	0,54		
	B	0,24		
	AB	0,09		

К фазе 5-6 листьев высота растений по гибридам была следующая: гибрид РОСС-130 – 48,6 см, РОСС-195 – 53,4 см, Краснодарский-230 – 50,1 см. На вариантах с внесением удобрений высота растений по гибридам увеличилась соответственно на 0,6; 1,6; 1,7 см на варианте NK на 20 т/га, на 2,7; 4,2; 3,2 см на варианте NPK на 30 т/га, на 7,3; 7,8 и 7 см на варианте NPK на 40 т/га. С наступлением фазы цветения на удобренных вариантах максимальная высота была достигнута у растений гибрида РОСС-195 (147,9 см, 152,5 см, 160,9 см). Меньшая отзывчивость на улучшение питательного режима проявилась у гибрида РОСС-130. Прибавка, по сравнению с контролем составила 3,1 см, 8,9 см, 15,5 см. Ближе к уборке, в фазу молочной спелости зерна высота растений на варианте без внесения удобрений у гибрида РОСС-130 была 170,9 см, у РОСС-195 – 183,4 см и у гибрида Краснодарский-230 – 177,5 см. Дополнительные элементы питания в почве с минеральными удобрениями повысили высоту растений на 5,3-10,1 см, 10,8-15,8 см 19-24,9 см, соответственно.

Нарастание высоты растений за межфазные периоды на вариантах, где вносились минеральные удобрения, также оказалось значительнее. У гибрида РОСС-130 за межфазные периоды молочная спелость – 5-6 листьев на варианте NPK на 40 т/га нарастание высоты растений составило 135 см, у

гибрида РОСС-195 – 147,1 см и у гибрида Краснодарский-230 – 139,4 см. По всем удобренным вариантам данный показатель оказался у гибрида РОСС-195, минимальный – у РОСС-130.

Таблица 7

Высота растений кукурузы в 2019 году, см

Фоны питания	Гибриды	Фазы развития		
		5-6 листьев	Цветение	Молочная спелость
Без удобрений	РОСС-130	48,6	135,2	170,9
	РОСС-195	53,4	144,8	183,4
	Краснодарский-230	50,1	139,1	177,5
NK на 20 т/га	РОСС-130	49,2	138,3	176,2
	РОСС-195	55,0	147,9	193,5
	Краснодарский-230	51,8	142,0	184,0
NPK на 30 т/га	РОСС-130	51,3	144,1	181,7
	РОСС-195	57,6	152,5	199,2
	Краснодарский-230	53,3	145,9	189,1
NPK на 40 т/га	РОСС-130	55,9	150,7	190,9
	РОСС-195	61,2	160,9	208,3
	Краснодарский-230	57,1	158,3	196,5
HCP ₀₅		A	7,36	
		B	1,28	
		AB	2,22	

От площади листьев зависит интенсивность фотосинтеза в растениях, что в дальнейшем отразится на нарастании биомассы и сухого вещества, накопление питательных элементов в корне. Увеличение площади листовой поверхности напрямую зависело от внесения минеральных удобрений (табл. 8). Уже в период появления 5-6 листьев на удобренных вариантах наблюдалось увеличение площади листовой поверхности. На расчетном фоне

Таблица 8

Площадь листовой поверхности растений кукурузы в 2019 году, тыс. м²/га

Фоны питания	Гибриды	Фазы развития		
		5-6 листьев	Цветение	Молочная спелость
Без удобрений	РОСС-130	1,12	5,58	7,22
	РОСС-195	1,33	5,84	7,56
	Краснодарский-230	1,24	5,63	7,40
NK на 20 т/га	РОСС-130	1,27	5,73	7,44
	РОСС-195	1,50	5,99	7,83
	Краснодарский-230	1,39	5,9	7,69
NPK на 30 т/га	РОСС-130	1,43	5,92	7,75
	РОСС-195	1,77	6,14	7,98
	Краснодарский-230	1,60	6,05	7,82
NPK на 40 т/га	РОСС-130	1,72	6,07	7,96
	РОСС-195	1,93	6,33	8,15
	Краснодарский-230	1,82	6,18	8,06
HCP ₀₅		A	0,16	
		B	0,14	
		AB	0,08	

NK на 20 т/га в среднем по изучаемым гибридам данный показатель увеличился по сравнению с контролем на 0,16 тыс. м²/га. На варианте NPK на 30 т/га площадь листьев увеличилась на 0,37 тыс. м²/га и на фоне NPK на 40 т/га – на 0,59 тыс. м²/га. В период цветения при внесении N₁K₄₅ показатели площади листовой поверхности увеличились в сравнении с естественным фоном незначительно (0,53 тыс. м²/га). Максимальных величин в данную фазу листья кукурузы достигла на варианте внесения N₁₀₀P₇₀K₂₂₅ для получения плановой урожайности 40 т/га. У гибрида РОСС-130 площадь листьев была 6,07, у РОСС-195 – 6,33 и у гибрида Краснодарский-230 – 6,18

тыс. м²/га. В период, когда зерно кукурузы было молочной спелости, тенденция по отзывчивости гибридов кукурузы на внесение минеральных удобрений сохранилась. По всем удобренным вариантам большие значения были у гибрида РОСС-195, минимальные – у гибрида РОСС-130.

Нарастание листовой поверхности за межфазный период молочная спелость – 5-6 листьев по вариантам у гибрида РОСС-130 было 6,10; 6,17; 6,32 и 6,24 тыс. м²/га, у гибрида РОСС-195 – 6,23; 6,33; 6,21; 6,22 тыс. м²/га и у гибрида Краснодарский-230 – 6,16; 6,30; 6,22; 6,24 тыс. м²/га.

Надземная биомасса – важнейший показатель кукурузы на силос (табл. 9).

Таблица 9

Надземная биомасса в 2019 году, ц/га

Фоны питания	Гибриды	Фазы развития		
		5-6 листьев	Цветение	Молочная спелость
Без удобрений	РОСС-130	11,4	122,8	149,0
	РОСС-195	18,6	127,3	162,5
	Краснодарский-230	13,2	125,9	158,2
NK на 20 т/га	РОСС-130	16,9	125,3	166,8
	РОСС-195	20,1	129,0	183,7
	Краснодарский-230	18,3	127,1	174,1
NPK на 30 т/га	РОСС-130	19,9	126,9	213,9
	РОСС-195	26,5	130,6	247,2
	Краснодарский-230	21,4	129,3	221,8
NPK на 40 т/га	РОСС-130	22,8	129,1	287,3
	РОСС-195	29,3	132,8	324,9
	Краснодарский-230	25,1	131,5	307,2
HCP ₀₅		A	1,70	
		B	1,11	
		AB	10,00	

При значительном нарастании биомассы в течение вегетации будет наблюдаться высокая урожайность зеленой массы, закладываемой на силос. Положительная динамика также наблюдается и в увеличении надземной биомассы кукурузы от улучшения питательного режима почвы.

На контроле, без внесения удобрений надземная масса по гибридам была от 11,4 до 18,6 ц/га. В среднем на удобренных вариантах надземная масса увеличилась на 4,0; 8,2; 11,3 ц/га. К фазе цветения максимальная надземная масса была получена на расчетном варианте NPK на 40 т/га (у гибрида РОСС-130 – 129,1 ц/га, у РОСС-195 – 132,8 ц/га и у Краснодарский-230 – 131,5 ц/га). В фазу молочной спелости надземная масса на удобренных вариантах по гибридам была следующей: РОСС-130 – 166,8; 213,9; 287,3 ц/га, РОСС-195 – 183,7; 247,2; 324,9 ц/га, Краснодарский-230 – 174,1; 221,8; 307,2 ц/га.

Нарастание надземной биомассы за межфазные периоды в среднем по гибридам было максимальным при внесении NPK для получения планового урожая 40 т/га (рис 6). Данный показатель составил значения 156,43; 205,03; 280,73 ц/га, соответственно межфазным периодам.

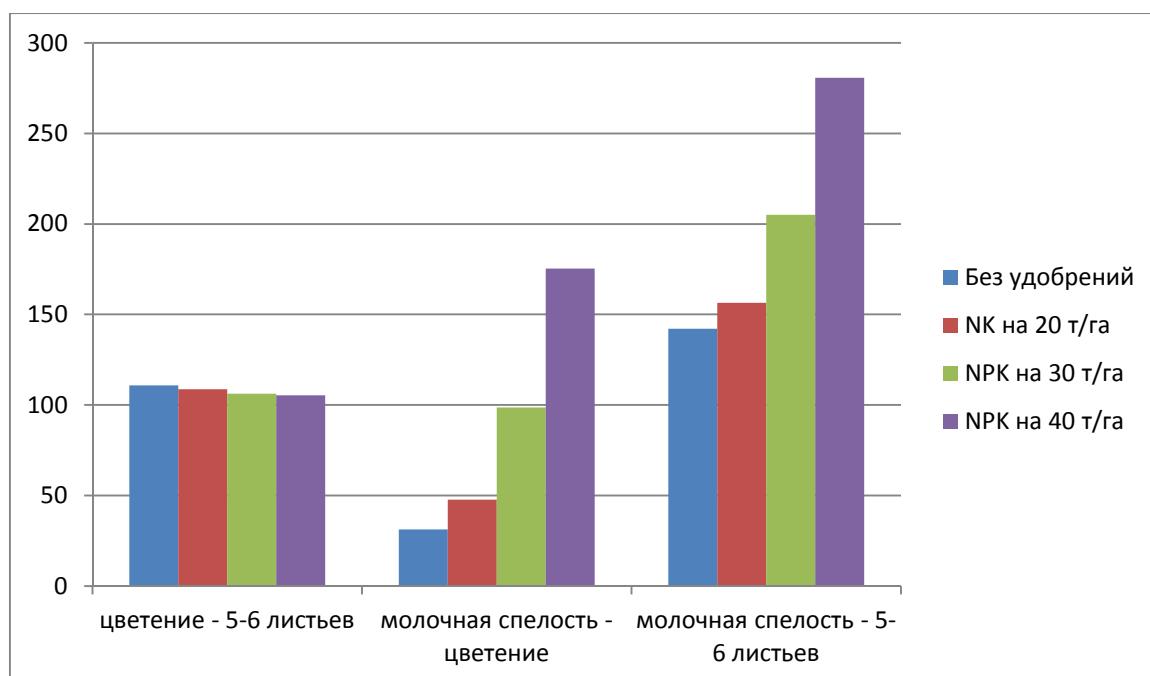


Рис 6. Нарастание надземной биомассы за межфазные периоды в среднем по гибридам, ц/га

При выращивании кукурузы на кормовые цели особое внимание необходимо уделить химическому составу. Поэтому в течение вегетации была подсчитана сухая масса кукурузы (табл. 10). В фазу 5-6 листьев проявилось влияние от внесенных минеральных удобрений.

Таблица 10

Накопление сухой биомассы растений кукурузы в 2019 году, ц/га

Фоны питания	Гибриды	Фазы развития		
		5-6 листьев	Цветение	Молочная спелость
Без удобрений	POCC-130	4,2	45,4	99,2
	POCC-195	5,8	72,8	111,9
	Краснодарский-230	4,9	56,1	105,3
NK на 20 т/га	POCC-130	6,5	52,6	107,8
	POCC-195	8,1	83,7	120,3
	Краснодарский-230	7,0	62,4	112,6
NPK на 30 т/га	POCC-130	7,9	64,1	115,7
	POCC-195	9,3	95,8	136,9
	Краснодарский-230	8,5	70,5	127,5
NPK на 40 т/га	POCC-130	9,6	79,8	126,3
	POCC-195	11,4	102,4	150,1
	Краснодарский-230	10,2	96,3	132,8
НСР		A	2,58	
		B	2,38	
		AB	5,06	

Сухая биомасса на удобренных вариантах увеличилась в среднем по гибридам на 2,2 ц/га вариант NK на 20 т/га, на 3,6 ц/га на варианте NPK на 30 т/га и на 5,4 ц/га на варианте с максимальным внесением удобрений $N_{100}P_{70}K_{225}$ для получения плановой урожайности 40 т/га. С прохождение вегетации к периоду цветения эти значения возросли до 8,1 ц/га, 18,7 ц/га,

34,7 ц/га. К фазе наступления молочной спелости зерна кукурузы максимальное накопление сухой биомассы оказалось на варианте NPK на 40 т/га у гибрида РОСС-195 (150,1 ц/га). Минимальное значение было на варианте без удобрений у гибрида РОСС-130 (99,2 ц/га). Внесение минеральных удобрений обеспечило увеличение накопления сухой биомассы на 8,1 ц/га, 21,2 ц/га и 30,9 ц/га.

Внесение минеральных удобрений при возделывании кукурузы на силос обеспечивало положительное влияние на большинстве ростовых показателях. Значительного влияние удобрения не оказывали на всхожесть семян и на наступление фенологических фаз. На данный показатель повлияли больше погодно-климатические условия района, всхожесть семенного материала и качественные характеристики самих гибридов.

3.2. Влияние минеральных удобрений на формирование урожая

Урожайность – важнейший показатель, характеризующий отзывчивость культур на изучаемые приемы интенсификации производства сельскохозяйственных культур. Внесение расчетных норм минеральных удобрений способствовали получению запланированного уровня урожайности (табл.11). На варианте без внесения удобрений урожайность по гибридам сформировалась на уровне РОСС-130 160,3 ц/га, РОСС-195 – 181,4 ц/га, Краснодарский-230 – 173,5 ц/га. Внесение расчетных норм N_1K_{45} для получения 20 т/га, обеспечивало получение от 184,9 до 194,2 ц/га, что на 21,5 ц/га больше, по сравнению с контролем. При внесении $N_{50}P_{10}K_{135}$ плановый уровень урожайности, достигнут у гибрида РОСС-195 (311,4 ц/га, что на 130,0 ц/га больше, варианта без внесения удобрений). Максимальная отзывчивость на варианте $N_{100}P_{70}K_{225}$ также была у гибрида РОСС-195 (408,3 ц/га). Уровень плановой урожайности этим гибридом был достигнут. Меньшая отзывчивость оказалась у гибрида Краснодарский-230 (400,7 ц/га),

еще меньше у гибрида РОСС-130 (375,9 ц/га). Урожайность до плановой не достигнута.

Большую прибавку на приемы интенсификации показал гибрид Краснодарский-230 на варианте NPK на 40 т/га – 227,2 ц/га. Прибавка урожайности других гибридов на данном варианте составила 215,6 ц/га у гибрида РОСС-130 и 226,9 ц/га у гибрида РОСС-195. На варианте NPK на 30 т/га прибавка от внесения удобрений была от 107,1 до 130,0 ц/га.

Таблица 11
Урожайность кукурузы на силос в фазу молочно-восковой спелости
зерна, ц/га

Фоны питания	Гибриды	Урожайность	Прибавка урожайности
Без удобрений	РОСС-130	160,3	-
	РОСС-195	181,4	-
	Краснодарский-230	173,5	-
NK на 20 т/га	РОСС-130	184,9	24,6
	РОСС-195	200,5	19,1
	Краснодарский-230	194,2	20,7
NPK на 30 т/га	РОСС-130	267,4	107,1
	РОСС-195	311,4	130,0
	Краснодарский-230	297,3	123,8
NPK на 40 т/га	РОСС-130	375,9	215,6
	РОСС-195	408,3	226,9
	Краснодарский-230	400,7	227,2
HCP ₀₅		A B AB	1,43 2,57 10,07

По получению плановой урожайности наиболее отзывчивым оказался гибрид РОСС-195 (408,3 ц/га), по прибавке урожайности – гибрид

Краснодарский-230 (227,2 ц/га). Максимальные урожаи и прибавку обеспечил вариант внесения N₁₀₀P₇₀K₂₂₅.

3.3. Влияние приемов интенсификации на питательные качества кукурузного силоса

Кукуруза – ценный корм в рационе крупного рогатого скота. Он богат протеинами, сахарами, кальцием, содержит больше кормовых единиц, чем сено и фуражное зерно. В зерне кукурузы содержится 65-70% безазотистых экстрактивных веществ, 9-12 белка, 4-5 жиров и 2% клетчатки, калорийность зерна - 13818 Дж. Поэтому учитывать химический состав зеленой массы очень важно.

Внесение минеральных удобрений по-разному влияло на показатели качества корма (табл. 12). По содержанию кормовых единиц наблюдается положительная динамика от постепенного накопления их в корме с возрастанием нормы минеральных удобрений. Так на варианте без внесения удобрений содержание кормовых единиц по гибридам составило 0,33; 0,37; 0,35.

После внесения минеральных удобрений на варианте NK на 20 т/га содержание кормовых единиц увеличилось на 0,02, на варианте NPK на 30 т/га – на 0,05 и максимальных величин достигло на варианте NPK на 40 т/га – на 0,09. Наибольшее содержание кормовых единиц было в гибриде РОСС-195 (0,46 корм. ед.).

Содержание обменной энергии также возрастало с увеличением нормы удобрений. По гибридам максимальные значения обменной энергии были у гибрида Краснодарский-230, минимальные – у РОСС-130. На контроле у гибрида РОСС-130 обменной энергии содержалось 1,60 мДж, у РОСС-195 – 1,80 мДж, у Краснодарский-230 – 2,10 мДж. На последующих вариантах данные значения были в пределах от 1,90 до 2,40 мДж на расчетном фоне NK на 20 т/га, от 2,30 до 2,80 на фоне NPK на 30 т/га и от 2,60 до 3,10 мДж на варианте NPK на 40 т/га.

Таблица 12

Химический состав и питательность кукурузы в фазе молочно-восковой спелости зерна

Фонны питани я	Гибриды	Корм. ед.	ОЭ*, мДж	III, г	Сахар, г	Каль- ций, г	Фос- фор, г	Влага, %	СК, %	Зола, %
Без удобре- ний NPK на 20 т/га	РОСС-130	0,33	1,60	8,46	19,22	0,73	0,69	62,43	8,11	17,20
	РОСС-195	0,37	1,80	8,73	19,74	0,84	0,72	61,78	8,34	17,30
	Краснодарский-230	0,35	2,10	8,58	19,50	0,88	0,76	62,33	8,52	17,24
	РОСС-130	0,36	1,90	8,65	19,63	0,81	0,75	62,28	8,48	17,37
	РОСС-195	0,39	2,20	8,91	19,98	0,89	0,83	61,79	8,50	17,54
	Краснодарский-230	0,37	2,40	8,77	19,71	0,94	0,88	62,42	8,73	17,48
NPK на 30 т/га	РОСС-130	0,39	2,30	8,93	19,84	0,92	0,84	61,93	8,66	17,50
	РОСС-195	0,42	2,60	9,24	20,36	0,97	0,96	61,80	8,79	17,76
	Краснодарский-230	0,40	2,80	9,11	19,93	1,01	0,99	62,12	8,92	17,69
	РОСС-130	0,41	2,60	9,36	19,99	0,99	0,95	62,75	8,90	17,83
40 т/га	РОСС-195	0,46	2,90	9,81	20,57	1,05	1,04	62,36	8,94	17,98
	Краснодарский-230	0,44	3,10	9,52	20,13	1,16	1,11	62,50	9,06	17,86

*-ОЭ – обменная энергия, III – переваримый протеин, СП – сырой протеин, СК – сырья клетчатка.

Содержание переваримого протеина с улучшением режима питания увеличивалось на 0,19 г, 0,50 г, 0,97 г. Максимальная отзывчивость по данному показателю оказалась у гибрида РОСС-195.

Содержанию сахаров оказалось больше у гибрида РОСС-195 на варианте NPK на 40 т/га – 20,57 г, меньше у гибрида РОСС-130 на варианте без внесения удобрений – 19,22 г.

Кальций и фосфор также пропорционально увеличивались с увеличением норм минеральных удобрений. От 0,73 – 0,88 г кальция и 0,69 – 0,76 г фосфора на контроле до 0,99 – 1,16 г и 0,95 – 1,11 г при внесении $N_{100}P_{70}K_{225}$. Максимальные значения были у гибрида Краснодарский-230.

Содержание влаги в зеленой массе кукурузы не влияло от внесенных удобрений. Оно больше зависело от обеспеченности растений почвенной влагой.

По химическому составу сырой клетчатки и золы оказалось больше на удобренных вариантах гибрида РОСС-195 (СК – 17,54%, 17,76% и 17,98%, зола – 2,55%, 2,73% и 2,90%).

Содержание сырого протеина больше оказалось в гибридe Краснодарский-230 на расчетном варианте NPK на 40 т/га (9,06%).

3.4. Действие минеральных удобрений на хозяйственный вынос, КИП, КИУ основных макроэлементов кукурузы

Хозяйственный вынос элементов питания из почвы характеризует количество элементов питания поглощаемых сельскохозяйственным растением из почвы с урожаем основной и побочной продукции на единицу площади без учета отчуждения с корневой системой [Ягодин Б.А. и др., 2003; Минеев В.Г. 2004].

С увеличением урожайности возрастает и хозяйственный вынос элементов питания из почвы (табл. 13). Как известно, кукуруза на кормовые цели со 100 кг урожая выносит 0,3 кг азота, 0,12 кг фосфора и 0,45 кг калия. Поэтому больше всего кукуруза вынесла с урожаем калия. На варианте без

Таблица 13

Действие расчетных норм минеральных удобрений на серой лесной почве на хозяйственный вынос основных питательных элементов гибридами кукурузы в 2019 г.

Фоны питания	Гибриды	Вынос, кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	РОСС-130	48,1	19,2	72,1
	РОСС-195	54,4	21,8	81,6
	Краснодарский-230	52,1	20,8	78,1
NPK на 20 т/га	РОСС-130	55,5	22,2	83,2
	РОСС-195	60,2	24,1	90,2
	Краснодарский-230	58,3	23,3	87,4
NPK на 30 т/га	РОСС-130	80,2	32,1	120,3
	РОСС-195	93,4	37,4	140,1
	Краснодарский-230	89,2	35,7	133,8
NPK на 40 т/га	РОСС-130	112,8	45,1	169,2
	РОСС-195	122,5	49,0	183,7
	Краснодарский-230	120,2	48,1	180,3

внесения удобрений вынос питательных элементов составлял азота – 48,1; 54,4; 52,1 кг/га, фосфора – 19,2; 21,8; 20,8 кг/га и калия – 72,1; 81,6; 78,1 кг/га. На вариантах с внесением удобрений эти значения возросли по азоту на 6,4; 36,1; 67,0 кг/га в среднем по гибридам. Вынос фосфора на удобренных вариантах увеличился на 2,6; 14,4; 26,8 кг/га и калия – на 9,7; 54,1; 100,5 кг/га. Получение высоких урожаев на варианте NPK на 40 т/га у гибрида РОСС-195 сопровождалось максимальным выносом элементов питания. Вынос азота составил 122,5 кг/га, фосфора 49,0 кг/га, калия 183,7 кг/га. На данном варианте гибрид РОСС-130 вынес азота на 9,7 кг/га меньше, на 3,9 кг/га фосфора меньше и калия на 14,6 кг/га меньше. У гибрида

Краснодарский-230 вынос на расчетном варианте NPK на 40 т/га, по сравнению с гибридом РОСС-195 был меньше на 2,3 кг/га (азота), 0,9 кг/га (фосфора), 3,4 кг/га (калия). На других двух удобренных вариантах вынос элементов был больше у гибрида РОСС-195. Вынос элементов питания из почвы на варианте NPK на 30 т/га был больше на 29,7 кг/га по азоту, на 11,9 кг/га по фосфору и на 44,5 кг/га по калию.

При изучении отзывчивости культур на удобрения важными агрохимическими показателями являются коэффициенты использования элементов питания из почвы (КИП) и коэффициенты использования питательных элементов из удобрений (КИУ).

Коэффициенты использования элементов питания из почвы или КИП показывают отношение размера биологического и хозяйственного выноса того или иного элемента пищи к его количеству в доступной форме в почве.

Коэффициент использования питательного вещества удобрений или КИУ показывает отношение количества питательного вещества или элемента, который усвоен урожаем из удобрения к его общему количеству, внесенному в почву.

Изменение данных показателей представлено в таблице 14. Почва содержала минерального азота 28,5 кг/га, подвижного фосфора и калия 142 и 145 кг/га. Коэффициенты использования питательных элементов гибридами кукурузы из почвы на варианте NK на 20 т/га составили: минерального азота 0,226, подвижного фосфора 0,018 и калия 0,064. На последующих вариантах КИП увеличивался на 1,000 и 2,084 для минерального азота, на 0,084 и 0,171 для подвижного фосфора, на 0,297 и 0,606 для подвижного калия.

Для пересчета норм минеральных удобрений коэффициенты использования минерального азота, подвижных форм фосфора и калия из почвы кукурузой были взяты справочные данные, согласно рекомендациям, равными соответственно 0,3; 0,12 и 0,45.

Таблица 14

Действие расчетных норм минеральных удобрений на коэффициенты использования азота, фосфора и калия гибридами кукурузы из почвы и минеральных удобрений

Фоны питания	Гибриды	КИП			КИУ		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
NK на 20 т/га	РОСС-130	0,259	0,021	0,074	7,380	-	0,246
	РОСС-195	0,201	0,016	0,057	5,730	-	0,191
	Краснодарский-230	0,218	0,017	0,062	6,210	-	0,207
NPK на 30 т/га	РОСС-130	1,127	0,091	0,321	0,643	1,285	0,357
	РОСС-195	1,368	0,110	0,390	0,780	1,560	0,433
	Краснодарский-230	1,303	0,105	0,371	0,743	1,486	0,413
NPK на 40 т/га	РОСС-130	2,269	0,182	0,647	0,647	0,370	0,431
	РОСС-195	2,388	0,192	0,681	0,681	0,389	0,454
	Краснодарский-230	2,392	0,192	0,682	0,682	0,389	0,454

Коэффициент использования азота из почвы был близок к ожидаемому на варианте NK на 20 т/га – 0,226. На вариантах NPK на 30 т/га и NPK на 40 т/га оказался больше. Коэффициент использования фосфора из почвы был близок к справочным на варианте NPK на 30 т/га – 0,102. Коэффициент использования калия на варианте NK на 20 т/га был меньше ожидаемого на 0,386, на расчетном фоне NPK на 30 т/га был меньше на 0,089 и на варианте NPK на 40 т/га был больше на 0,220.

Коэффициенты использования питательных веществ минеральных удобрений на варианте внесения NK на 20 т/га составили: азота – 6,444; и калия – 0,215. На расчетном фоне NPK на 30 т/га коэффициенты использования азота из удобрений были 0,722, фосфора – 1,44 и калия – 0,401. И на варианте с максимальным внесением минеральных удобрений (NPK на 40 т/га) коэффициенты использования элементов из удобрений были – 0,670 азота, 0,383 – фосфора и 0,446 – калия. Эти величины заметно

отличаются от справочных значений (0,6 по азоту, 0,2 по фосфору и 0,5 по калию), взятых для расчета норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности (см. табл. 4). Если рассмотреть коэффициенты использования питательных элементов из внесенных удобрений по гибридам, то близки к справочным данным по азоту гибриды РОСС-130 на вариантах NPK на 30 т/га и на 40 т/га (0,643 и 0,647). По коэффициентам использования фосфора из удобрений значения ни одного из гибридов не близки к справочным данным. Коэффициент использования калия из удобрений был близок к справочным у гибридов РОСС-195 и Краснодарский-230 на варианте внесения N₁₀₀P₇₀K₂₂₅ (0,454).

3.5. Экономическая эффективность возделывания кукурузы на силос при внесении повышенных норм минеральных удобрений

Все изучаемые приемы интенсификации производства сельскохозяйственных культур должны проходить проверку на экономичность возделывания, т.е. необходимо проанализировать технологическую карту возделывания, подсчитать затраты и доходы и подсчитать их разность. Проверить, сопоставимы ли затраты с получаемыми доходами от прибавки урожая. Основной показатель, характеризующий степень доходности, выгодности и прибыльности возделывания является рентабельность, т.е. соизмерение прибыли с затратами.

С учетом технологической карты возделывания (приложение 9-20) была подсчитана экономическая эффективность внесения расчетных норм минеральных удобрений под изучаемые гибриды кукурузы на силос (табл. 15). Стоимость урожая при реализации 1 т кукурузы на силос за 800 руб. на варианте без внесения удобрений по гибридам составила: гибрид РОСС-130 – 12824 руб., РОСС-195 – 14512 руб. и Краснодарский-230 – 13880 руб. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности и росту стоимости урожая у каждого изучаемого гибрида. На расчетном фоне

NK на 20 т/га стоимость урожая была от 14792 до 16040 руб. На варианте NPK на 30 т/га увеличилась на 9624 руб. в среднем по гибридам, по сравнению с контролем. И на варианте NPK на 40 т/га стоимость урожая достигла максимальных значений по гибридам: гибрид РОСС-130 – 30072 руб., РОСС-195 – 32664 руб., Краснодарский-230 – 32056 руб.

Стоимость минеральных удобрений с каждым годом увеличивается, а потребность в них только возрастает. Поэтому на удобренных вариантах затраты возрастили в 2-4 раза. Так на вариантах без внесения удобрений затраты по технологической карте составляли у гибрида РОСС-130 6467,96 руб./га, РОСС-195 – 6596,83 руб./га, Краснодарский-230 – 6674,15 руб./га. На варианте NK на 20 т/га дополнительно пришлось затратить по гибридам 1897,92; 1997,80; 1957,44 руб./га. Максимальные затраты получились при возделывании гибрида Краснодарский-230 на расчетном фоне NPK на 40 т/га – 23167,67 руб./га, что в 3,47 раз больше, чем на контроле. У оставшихся гибридом на этом же варианте затрат оказалось в 3,53 раза больше у гибрида РОСС-130 и в 3,51 раз больше у гибрида РОСС-195.

Стоимостная оценка используемых приемов интенсификации или себестоимость оказалась наименьшей на контроле (РОСС-130 – 403,49; РОСС-195 – 363,66; Краснодарский-230 – 384,68 руб./т). Увеличение затрат при внесении удобрений отрицательно сказалось и на увеличении себестоимости 1 т кукурузы. На расчетном фоне NK на 20 т/га себестоимость увеличилась с 383,94 руб./т в среднем по гибридам до 441,86 руб./т, т.е. на 57,92 руб./т больше. На варианте, где внесли $N_{50}P_{10}K_{135}$, себестоимость возросла в 1,32; 1,29; 1,28 раз больше контроля. И на последнем удобренном варианте, где внесли $N_{100}P_{70}K_{225}$ на 40 т/га, себестоимость увеличилась в среднем по изучаемым гибридам в 1,5 раза, по сравнению с вариантом, где удобрения не вносили.

Получение высоких урожаев на удобренных вариантах способствовало получению большего чистого дохода. На контроле чистый

Таблица 15

Экономическая эффективность возделывания кукурузы на силос при внесении расчетных норм минеральных удобрений на серой лесной почве (2019 г.)

Фонны питания	Гибриды	Урожай- ность, т/га	Стоимость урожая, руб.	Затраты, руб./га	Себестоимость 1 т зел. массы	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельнос- ти, %
Без удобрений	РОСС-130	16,0	12824,00	6467,96	403,49	6356,0	98,27
	РОСС-195	18,1	14512,00	6596,83	363,66	7915,2	119,98
Краснодарский-230	17,4	13880,00	6674,15	384,68	7205,9	107,97	
	РОСС-130	18,5	14792,00	8365,88	452,45	6426,1	76,81
NPK на 20 т/га	РОСС-195	20,1	16040,00	8594,60	428,66	7445,4	86,63
	Краснодарский-230	19,4	15536,00	8631,59	444,47	6904,4	79,99
NPK на 30 т/га	РОСС-130	26,7	21392,00	14188,84	530,62	7203,2	50,77
	РОСС-195	31,1	24912,00	14599,36	468,83	10312,6	70,64
Краснодарский-230	29,7	23784,00	14586,42	490,63	9197,6	63,06	
	РОСС-130	37,6	30072,00	22802,73	606,62	7269,3	31,88
NPK на 40 т/га	РОСС-195	40,8	32664,00	23139,00	566,72	9525,0	41,16
	Краснодарский-230	40,1	32056,00	23167,67	578,18	8888,3	38,37

Прим.: * - цена 1 т кукурузы на силос - 800 руб.; ** - затраты рассчитаны по технологическим картам.

доход был в пределах от 6356,0 до 7915,2 руб./га. На варианте NK на 20 т/га чистый доход по гибридам составлял 6426,1 руб./га у гибрида РОСС-130, 7445,4 руб./га у гибрида РОСС-195 и 6904,4 руб./га у гибрида Краснодарский-230. На варианте NPK на 30 т/га чистый доход увеличился в среднем по гибридам на 1745,44 руб./га и на варианте NPK на 40 т/га – на 1401,85 руб./га. Наибольший чистый доход был получен на расчетном фоне N₅₀P₁₀K₁₃₅ у гибрида РОСС-195 10312,6 руб./га.

Уровень рентабельности уменьшался с увеличением норм минеральных удобрений. На варианте без внесения удобрений уровень рентабельности в среднем по гибридам был 108,74%. Но получение высокого уровня рентабельности не гарантирует получение максимального дохода. С внесением удобрений N₁K₄₅ уровень рентабельности уменьшился до 76,81% у гибрида РОСС-130, 86,63% у гибрида РОСС-195 и 79,99% у гибрида Краснодарский-230. На расчетном фоне NPK на 30 т/га уровень рентабельности составил предел от 50,77% до 70,64% с минимальным значением у гибрида РОСС-130 и максимальным – у гибрида РОСС-195. На варианте NPK на 40 т/га уровень рентабельности уменьшился, по сравнению с контролем, на 71,6% в среднем по изучаемым гибридам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Внесение минеральных удобрений значительного влияния на наступление фенологических фаз развития растений кукурузы не оказывало. Данные показатели больше зависели от погодно-климатических условий и раннеспелости гибрида.

2. Семена прорастали в зависимости от посевных качеств и накопления влаги в почве. На варианте NPK на 40 т/га всхожесть по гибридам была 12,2 шт./м² у гибрида РОСС-130, 12,8 шт./м² – РОСС-195, 12,6 шт./м² – Краснодарский-230.

3. Улучшение питательного режима почвы повышало высоту растений на 5,3-10,1 см, 10,8-15,8 см, 19,0-24,9 см. Нарастание высоты растений за межфазные периоды по всем удобренным вариантам максимальным оказалось у гибрида РОСС-195 (193,5 см, 199,2 см, 208,3 см), минимальный – у РОСС-130 (176,2 см, 181,7 см, 190,9).

4. Увеличение площади листовой поверхности напрямую зависело от внесения минеральных удобрений. По сравнению с вариантом без внесения удобрений площадь листовой поверхности по всем изучаемым гибридам увеличилась на 0,26 тыс. м²/га, на 0,46 тыс. м²/га, на 0,66 тыс. м²/га. С максимальной отзывчивостью у гибрида РОСС-195 на расчетном фоне NPK на 40 т/га – 8,15 тыс. м²/га.

5. Положительная динамика также наблюдается и в увеличении надземной биомассы кукурузы от улучшения питательного режима почвы. В среднем на удобренных вариантах надземная масса увеличилась на 4,0; 8,2; 11,3 ц/га. Наибольшая надземная масса была на варианте NPK на 40 т/га у гибрида РОСС-195 324,9 т/га, минимальная – на варианте без внесения удобрений у гибрида РОСС-130 – 149,0 т/га. Нарастание надземной биомассы за межфазные периоды в среднем по гибридам было

максимальным при внесении NPK для получения планового урожая 40 т/га. Данный показатель составил значения 156,43; 205,03; 280,73 ц/га, соответственно межфазным периодам.

6. К фазе наступления молочной спелости зерна кукурузы максимальное накопление сухой биомассы оказалось на варианте NPK на 40 т/га у гибрида РОСС-195 (150,1 ц/га). Минимальное значение было на варианте без удобрений у гибрида РОСС-130 (99,2 ц/га). Внесение минеральных удобрений обеспечило увеличение накопления сухой биомассы на 8,1 ц/га, 21,2 ц/га и 30,9 ц/га.

7. На варианте без внесения удобрений урожайность по гибридам сформировалась на уровне РОСС-130 - 160,3 ц/га, РОСС-195 – 181,4 ц/га, Краснодарский-230 – 173,5 ц/га. Внесение расчетных норм $N_{1}K_{45}$ для получения 20 т/га, обеспечивало получение от 184,9 до 194,2 ц/га, что на 21,5 ц/га больше, по сравнению с контролем. При внесении $N_{50}P_{10}K_{135}$ плановый уровень урожайности, достигнут у гибрида РОСС-195 (311,4 ц/га, что на 130,0 ц/га больше, варианта без внесения удобрений). По получению плановой урожайности наиболее отзывчивым оказался гибрид РОСС-195 (408,3 ц/га), по прибавке урожайности – гибрид Краснодарский-230 (227,2 ц/га). Максимальные урожаи и прибавку обеспечил вариант внесения $N_{100}P_{70}K_{225}$.

8. Внесение минеральных удобрений по-разному влияло на показатели качества корма. Наиболее питательными оказались корма на расчетном фоне NPK на 40 т/га. У гибрида РОСС-195 были выше показатели содержания кормовых единиц (0,46), переваримого протеина (9,81), сахаров (20,57), сырой клетчатки (17,98), золы (2,90). У гибрида Краснодарский-230 наибольшими были показатели по содержанию обменной энергии (3,10), кальция (1,16), фосфора (1,11), сырого протеина (9,06).

9. С увеличением урожайности возрастает и хозяйственный вынос элементов питания из почвы. Больше всего кукуруза вынесла с урожаем калия. На вариантах с внесением удобрений вынос азота из почвы

увеличился на 6,4; 36,1; 67,0 кг/га в среднем по гибридам. Вынос фосфора на удобренных вариантах увеличился на 2,6; 14,4; 26,8 кг/га и калия – на 9,7; 54,1; 100,5 кг/га. Получение высоких урожаев на варианте NPK на 40 т/га у гибрида РОСС-195 сопровождалось максимальным выносом элементов питания. Вынос азота составил 122,5 кг/га, фосфора 49,0 кг/га, калия 183,7 кг/га.

10. Коэффициенты использования питательных элементов гибридами кукурузы из почвы на варианте NK на 20 т/га составили: минерального азота 0,226, подвижного фосфора 0,018 и калия 0,064. На последующих вариантах КИП увеличивался на 1,000 и 2,084 для минерального азота, на 0,084 и 0,171 для подвижного фосфора, на 0,297 и 0,606 для подвижного калия.

11. Коэффициенты использования питательных элементов из внесенных удобрений по гибридам близки к справочным данным по азоту были у гибрида РОСС-130 на вариантах NPK на 30 т/га и на 40 т/га (0,643 и 0,647). По коэффициентам использования фосфора из удобрений значения ни одного из гибридов не близки к справочным данным. Коэффициент использования калия из удобрений был близок к справочным у гибридов РОСС-195 и Краснодарский-230 на варианте внесения $N_{100}P_{70}K_{225}$ (0,454).

12. Максимальный чистый доход, при изучении приемов интенсификации, достигнут на варианте NPK на 30 т/га у гибрида РОСС-195 – 10312,6 руб./га с уровнем рентабельности 70,64%, себестоимостью 468,83 руб./т. Этот вариант с экономической точки зрения наиболее целесообразный.

Рекомендация производству

В качестве основных приемов интенсификации возделывания кукурузы на силос на серой лесной почве рекомендуются нормы внесения удобрений довести до $N_{50}P_{10}K_{135}$, при выборе гибрида внимание остановить на гибридe РОСС-195. При обеспеченности хозяйств минеральными удобрениями, возможно внести норму $N_{100}P_{70}K_{225}$, хотя она снижает экономическую эффективность возделывания кукурузы на кормовые цели.

Литература

1. Агафонов, Е.В. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность кукурузы на черноземе обыкновенном южного Дона / Е.В. Агафонов, А.А. Севостьянова // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве. – Изд-во: Горский государственный аграрный университет. – 2017. – с. 78-80.
2. Антонова, О.И. Управление питанием кукурузы на черноземах умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края / О.И. Антонова, А.Г. Шестаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. - № 4 (114). – С. 5-9.
3. Ахметов, Ш.И. Влияние минеральных удобрений и обработки препаратом ЖУСС-3 на урожайность и экологическую безопасность зеленой массы кукурузы / Ш.И. Ахметов, Д.И. Иванов, П.В. Иванцов // Аграрный вестник Верхневолжья. – Изд-во: ФГБОУ ВПО Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева. - 2016. - № 3. – С. 10-16.
4. Бельченко, С.А. Влияние систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы кукурузы / С.А. Бельченко, Н.М. Белоус, М.Г. Драганская // Достижения науки и техники АПК. – Изд-во: Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». – 2011. - № 5. – С. 59-61.
5. Бирагова, В.В. Влияние гербицидов и удобрений на урожай гибридов кукурузы различной спелости в лесостепной зоне РСО-Алания / В.В. Бирагова // Известия Горского государственного аграрного университета. – Изд-во: Горский государственный аграрный университет. – 2012. - Т. 49. - № 1-2. – С. 20-22.
6. Бобренко, И.А. Эффективность применения минеральных удобрений при возделывании гибридов кукурузы в условиях Северного Кавказа / И.А. Бобренко, В.М. Красницкий, Э.Е. Кантарбаева // Плодородие. - 2014. - № 5 (80). – С. 16-17.

7. Бурмистрова, Т.И. Исследование эффективности применения органоминеральных удобрений при выращивании пропашных культур / Т.И. Бурмистрова, Л.Н. Сысоева, Т.П. Алексеева, Н.М. Трунова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. - № 4 (227). – С. 12-17.

8. Варламова, Л.Д. Влияние различных форм и доз фосфорсодержащих удобрений на урожайность кукурузы и фракционный состав фосфатов почвы / Л.Д. Варламова, В.В. Серкова, К.А. Горячкина // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - № 2 (6). – С. 4-6.

9. Васильченко, С.А. Влияние минеральных удобрений с микроэлементами на продуктивность гибридов кукурузы различных групп скороспелости / С.А. Васильченко, Г.В. Метлина // Зерновое хозяйство России. – Изд-во: Аграрный научный центр «Донской». – 2015 г. - № 4. – с. 54-57.

10. Вильдфлущ, И.Р. Продуктивность и баланс элементов питания в звене севооборота кукуруза - яровая пшеница – горох в зависимости от применяемых систем удобрений / И.Р. Вильдфлущ, О.И. Мишуря, И.В. Михалева // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. - № 2. – С. 30-34.

11. Гаврюшин, И.В. Регулирование параметров фотосинтеза кукурузы препаратами с микроэлементами / И.В. Гаврюшин, С.А. Семина // Сурский вестник. – 2018. - № 4 (4). – С. 25-30.

12. Громов В.Н. Влияние биологических препаратов на показатели надземной части растений кукурузы / В.Н. Громов // Европейские научные исследования. – Изд-во: «Наука и просвещение». – 2020. – С. 69-71.

13. Девтерова, Н.И. Урожайность кукурузы на зеленый корм при использовании удобрений, биоресурсов и уменьшении интенсивности обработок почвы / Н.И. Девтерова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: естественно-математические и технические науки. – 2018. - № 3 (226). – С. 118-121.

14. Демин, Е.А. Динамика нарастания биомассы кукурузы в лесостепной зоне Зауралья / Е.А. Демин, Д.И. Еремин // Агропродовольственная политика России. – Изд-во: Уральский НИИ экономической и продовольственной безопасности. – 2017. - № 6(66). – С. 10-14.

15. Дзанагов, С.Х. Реакция кукурузы на повышение уровня минерального питания / С.Х. Дзанагов, Б.Р. Ханикаев, Б.В. Гагиев., А.Е. Басиев, З.Т. Кануков, Т.К. Лазаров // Известия Горского государственного аграрного университета. – Изд-во: Горский государственный аграрный университет. – 2016. – Т. 53. - № 3. - С. 8-13.

16. Дмитриев, В.И. Влияние приемов возделывания кукурузы совместно с однолетними травами на продуктивность и получение высококачественного силоса / В.И. Дмитриев, А.Г. Шмидт // Современные проблемы науки и образования. – Изд-во: Издательский Дом «Академия Естествознания». – 2012. - № 2. – С. 388.

17. Драчев, Н.А. Влияние минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность кукурузы на силос в условиях Липецкой области / Н.А. Драчев, К.А. Миронова, В.А. Кравченко // Агропромышленные технологии Центральной России. – Изд-во: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. – 2019. - № 1(11). – С. 67-71.

18. Дроздова, В.В. Влияние норм и сочетаний минеральных удобрений на урожайность кукурузы и агрохимические показатели плодородия чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / В.В. Дроздова, Н.Е. Редина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Изд-во: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. – 2016. - № 121. – С. 1732-1748.

19. Дуборезов, В.М. Продуктивность различных гибридов кукурузы при возделывании на силос / В.М. Дуборезов, В.Н. Виноградов, Е.М.

Какоткин, М.Е. Дуборезова // Достижения наук и техники АПК. – Изд-во: «Достижения науки и техники АПК». – 2012. - № 8. – С. 27-28.

20. Еремин, Д.И. Агроэкологическое обоснование выращивания кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Еремин, Е.А. Демин, Е.И. Евдокимова // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2016. - № 1 (32). - С. 6-11.

21. Завалин, А.А. Влияние биопрепаратов и азотного питания на продуктивность кукурузы на обыкновенном черноземе / А.А. Завалин, А.С. Каратаев, Л.Х. Азубеков // Агрохимический вестник. – 2004. - № 2. – С. 28-32.

22. Иброхимов, Н.Ш. Влияние удобрений на продуктивность кукурузы в условиях орошаемых коричневых карбонатных почв центрального Таджикистана / Н.Ш. Иброхимов, Д.Ж. Назаров, К.Х. Салимов // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. – Изд-во: Таджикская академия сельскохозяйственных наук. – 2016. - № 3. – С. 12-16.

23. Иванова, З.А. Прирост сухого вещества и продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от удобрений / З.А. Иванова, Ф.Х. Нагудова // Успехи современного естествознания. – Изд-во: Издательский дом «Академия естествознания». – 2016. - № 7. – С. 51-55.

24. Кантарбаева, Э.Е. Применение минеральных удобрений при возделывании гибридов кукурузы на зеленую массу в лесостепной зоне Северного Казахстана / Э.Е. Кантарбаева // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – Изд-во: Омский ГАУ им. П.А. Столыпина. – 2017. - № 4(11). – С. 2-8.

25. Канукова, Ж.О. Влияние различных систем удобрений на урожайность зерна и зеленой массы гибридов кукурузы / Ж.О. Канукова, М.В. Кашукоев, М.И. Езиев // Агропродовольственная политика России. – Изд-во: Уральский научно-исследовательский институт экономической и продовольственной безопасности. – 2014. - № 12(36). – С. 28-31.

26. Караурова, Л.Н. Влияние экологических факторов на режим азота почвы и продуктивность озимой пшеницы и кукурузы в агроландшафте / Л. Н. Караурова, Е. П. Проценко, П. Л. Медянцев, К. А. Проценко // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 3. – С. 119–123.

27. Караурова Л.Н. Динамика содержания элементов питания в растениях кукурузы / Л.Н. Караурова // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции (5–26 июня 2017 г.): материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: ФГБНУ «Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий». - 2017. – С. 38–40.

28. Клостер, Н.И. Изменение показателей плодородия чернозема при различных технологиях возделывания кукурузы в условиях семеноводческого хозяйства / Н.И. Клостер, В.Я. Родионов, В.Б. Азоров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2018. – № 144. – С. 1-18.

29. Кондрашин, Б. Влияние различных видов удобрений на урожайность и качество кукурузы / Б. Кондрашин, Г. Судариков // Главный агроном. – 2011. - № 5. – с. 17-18.

30. Коростылев, С.А. Отзывчивость кукурузы на силос на современные удобрения на черноземе выщелоченном Ставропольской низменности / С.А. Коростылев, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида, Е.В. Голосной, Н.В. Громова, И.О. Лысенко // Современные проблемы науки и образования. – Изд-во: Издательский дом «Академия Естествознания». – 2014. - № 6. – С. 1639.

31. Косолапова, А.В. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность кукурузы и пищевой режим почвы / А.В. Косолапов // Агротехнологии XXI века. – 2017. – С. 98-102.

32. Кравченко, Р.В. Влияние полного минерального удобрения на продуктивный потенциал гибридов кукурузы на черноземе выщелоченном /

Р.В. Кравченко // Агрохимия. - Изд-во: Российская академия наук. – 2009. - № 8. – С. 15-18.

33. Крючков, А.Г. Динамика содержания подвижных элементов питания под посевами яровой мягкой пшеницы / А.Г. Крючков, И.Н. Бесалиев, А.Л. Панфилов // Земледелие. – 2012. - № 2. – С. 15-17.

34. Мамиев, Д.М. Приемы повышения продуктивности кукурузы в предгорной зоне РСО-Алания / Д.М. Мамиев, А.А. Абаев, А.А. Шалыгина // Тенденции развития науки и образования. – Изд-во: ИП Иванов Владислав Вячеславович. – 2019. - № 48-5. – С. 42-45.

35. Марцуль, О.Н. Влияние удобрений на продуктивность кукурузы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О.Н. Марцуль, В.Н. Босак, Т.М. Серая // Почвоведение и агрохимия. – Изд-во: РНДУП «Институт почвоведения и агрохимии. – 2009. - № 2 (43). – С. 190-197.

36. Мингалев, С.К. Влияние минерального питания на показатели фотосинтетической активности хлорофилла кукурузы / С.К. Мингалев, А.Ю. Овсянников, Ю.А. Овсянников, И.В. Сурин // Аграрный вестник Урала. – Изд-во: Уральский государственный аграрный университет. – 2014. - № 10 (128). – С. 25-27.

37. Минеев, В.Г. Агрохимия: Учебник – 2-е изд, перераб. и доп. / В.Г. Минеев. - М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.: ил. (Классический университетский учебник).

38. Мишустин, Е.Н. Биологический азот в сельском хозяйстве СССР / Е.Н. Мишустин, Н.И. Черепков // Технология производства и эффективность применения бактериальных удобрений. – М., 1982. – с. 3-12.

39. Муев, А.А. Действие новых минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы / А.А. Муев, Н.Л. Адаев, А.Г. Амаев // Всероссийская научно-практическая конференция студентов, молодых ученых и аспирантов «Наука и молодежь». – Изд-во: Чеченский государственный университет. – 2018. – с. 229-234.

40. Мухина, С.В. Воздействие агрохимических средств на плодородие почвы и продуктивность кукурузы / С.В. Мухина, В.В. Синягин, И.Н. Воробьева // Плодородие. – Изд-во: Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. – 2010. - № 2 (53). – С. 27-28.

41. Надточайев, Н.Ф. Корреляционные связи между урожайностью и показателями питательной ценности гибридов кукурузы / Н.Ф. Надточайев, Н.Л. Холодинская, А.Н. Романович, С.В. Абраскова, М.А. Мелешкевич, Н.С. Степаненко // Земледелие и селекция в Беларуси. – Изд-во: Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию». - 2016. - № 52. - С. 192-199.

42. Невзоров, А.И. Действие различных доз и способов внесения минеральных удобрений на содержание в почве азота при выращивании кукурузы на силос / А.И. Невзоров, Е.В. Пальчиков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – Изд-во: Тамбовский государственный технический университет. – 2016. - № 4(62). – С. 19-24.

43. Несторенко, С.Н. Применение биогумуса в восстановлении плодородия почв Донбасса / С.Н. Несторенко, Д.В. Бакирова // Академия, научно-методический журнал. – 2016. - № 11(14). – С. 17-19.

44. Несторенко, С.Н. Применение минеральных удобрений, биогумуса и стимулятора роста в посевах кукурузы / С.Н. Несторенко, А.Ю. Беляева, Д.В. Бакирова // Академия, научно-методический журнал. – 2017. - № 2(14). – С. 17-19.

45. Несторенко, С.Н. Изучение влияния минеральных удобрений и биогумуса на урожайность кукурузы / С.Н. Несторенко, О.Н. Говоруха // ACADEMY. – Изд-во: Олимп. – 2019. - № 3(42). – С. 38-41.

46. Никитенко, А.Б. Влияние листовой подкормки органоминеральными удобрениями на продуктивность родительских форм гибридов кукурузы / А.Б. Никитенко, Т.Р. Толорая, М.В. Марченко // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки.

– Изд-во: ООО «Издательство топография «Ариал». – Тезисы доклада на конференции. – 2019. – С. 82-84.

47. Никитишен, В.И. Взаимосвязи в питании кукурузы при длительном применении удобрений на серой лесной почве Ополья / В.И. Никитишен, В.И. Личко // Агрохимия. – 2014. - № 12. – С. 16-23.

48. Никитишен, В.И. Роль серы и микроэлементов в питании кукурузы, выращиваемой на серой лесной почве в условиях последействия макроудобрений / В.И. Никитишен, В.И. Личко, В.Е. Остроумов // Агрохимия. – Изд-во: Российская академий наук. – 2013. - № 6. – С. 12-17.

49. Петрова, С.Н. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений при выращивании кукурузы / С.Н. Петрова, А.А. Полухин, Ю.В. Кузмичева, Н.И. Ботуз, И.Л. Тычинская // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – Изд-во: Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина. – 2017. № 2(65). – С. 3-8.

50. Пузанова, В.А. Влияние систем обработки почвы и применения минеральных удобрений при возделывании кукурузы на зерно на свойства чернозема выщелоченного / В.А. Пузанова, О.А. Подколзин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – Сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2017 год. – Изд-во: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. – 2018. – С. 98-101.

51. Ракицкий, И.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции в условиях лесостепи Северного Казахстана / И.А. Ракицкий, Э.Е. Кантарбаев // Вестник Омского государственного аграрного университета. – Изд-во: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. – 2013. № 1(9). – С. 28-30.

52. Сабитов, Г.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность и качество культур севооборота / Г.А. Сабитов, Д.Е. Мазуровская, С.В.

Щукин, А.А. Манежнова // Вестник АПК Верхневолжья. – Изд-во: ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА». – 2017. - № 4(40). – С. 3-6.

53. Сатановская, И.П. Оценка моделей технологий выращивания кукурузы на силос среднераннего гибрида Белозерский-295 СВ / И.П. Сатановская // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Изд-во: Алтайский ГАУ. – 2013. - № 10(108). – С. 013-016.

54. Семин, А.С. Проблемы российского семеноводства при переходе к рынку / А.С. Семин // Селекция и семеноводство. - 1999. - № 4. - С. 16-19.

55. Семина, А.С. Фотосинтетическая деятельность кукурузы в зависимости от условий минерального питания / А.С. Семина, И.В. Гаврюшина // Нива Поволжья. – Изд-во: Пензенский государственный аграрный университет. – 2017. - № 4(45). – С. 138-144.

56. Семина, С.А. Водный режим и водопотребление кукурузы в зависимости от приемов возделывания / С.А. Семина // Нива Поволжья. – Изд-во: Пензенский ГАУ. – 2015. - № 2 (35). – С. 63-68.

57. Серая, Т.М. Сравнительная эффективность органических и минеральных удобрений при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т.М. Серая, О.М. Бирюкова, Е.Н. Богатырева, Е.Г. Мезенцева, Р.Н. Бирюков // Почвоведение и агрохимия. – Изд-во: Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт почвоведения и агрохимии». – 2011. - № 2(47). – С. 70-77.

58. Скороходов, В.Ю. Влияние погодных факторов вегетации и фона питания на накопление нитратного азота в почве под сельскохозяйственными культурами на черноземах Оренбургского Предуралья / В.Ю. Скороходов // Животноводство и кормопроизводство. – Изд-во ФГБНУ «Федеральный научный центр биологический систем и агротехнологий Российской академии наук». – 2018 г. – Т. 101. - № 2. – С. 176-185.

59. 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. – Изд-во: Казанский государственный аграрный университет. – 2015. - № 2(36). – С. 123-127.

60. Турчин, В.В. Обеспеченность чернозема обыкновенного различными формами калия и эффективность калийных удобрений на озимой пшенице и кукурузе на силос: автореф.дис.канд.с.-х. наук: 60.01.04 / В.В. Турчин // ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет». – пос. Персиановский. – 2007. - 24 с.

61. Усанова, З.И. Изменение фотосинтетической деятельности и продуктивности раннеспелого гибрида кукурузы Каскад в зависимости от густоты стояния и фонов минерального питания Верхневолжье / З.И. Усанов, И.В. Шальнов // Достижения науки и техники АПК. – Изд-во: Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». – 2011. - № 9. – С. 33-36.

62. Фокин, С.А. Питательный режим почвы при различных дозах удобрений под кукурузу на зерно / С.А. Фокин, Е.А. Семенова, Р.П. Калашников // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. – 2017. – С. 81-85.

63. Фролова, Л.Д. Оптимизация кормовых севооборотов с кукурузой / Л.Д. Фролова // Владимирский земледелец. – ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр». – 2018. - № 1(83). – С. 26-29.

64. Чернецова, Н.В. Совместное использование минеральных удобрений и бактериальных препаратов в посевах кукурузы / Н.В. Чернецова // Евразийский союз ученых. – Изд-во: ООО «Международный образовательный центр». – 2016. - № 4-4 (25). – С. 47-49.

65. Чуб, М.П. Влияние минеральных удобрений на пищевой режим чернозема южного и урожайность кукурузы (*ZEA MAYS L.*) в Поволжье / М.П. Чуб, В.В. Пронько, Т.М. Ярошенко, Н.Ф. Климова, Д.Ю. Журавлев // Проблемы агрохимии и экологии. – Изд-во: ООО «Инновационный центр при ВНИИ агрохимии». – 2015. - № 1. – С. 3-8.

66. Шалангина, Л.И. Влияние зимогенной микрофлоры и элементов питания на урожайность зеленой массы кукурузы при внесении удобрений на

темно-серой лесной почве / Л.И. Шалангина, В.В. Хвоина // Вестник Алтайского государственного университета. – Изд-во: Алтайский ГАУ.– 2007. - № 8(34). – С. 16-21.

67. Шмидт, А.Г. Влияние минеральных удобрений на продуктивность кукурузы при возделывании с однолетними травами / А.Г. Шмидт // Плодородие. – Изд-во: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова. – 2011. - № 5(62). – С. 17-18.

68. Юсупова, М. Влияние норм и форм фосфорных удобрений на морфологические показатели кукурузы / М. Юсупова, К. Жураева, А. Абдурахимова // Академическая публицистика. – Изд-во: ООО «Аэтерна». - 2019. - № 4. – С. 62-66.

69. Ягодин, Б.А. Агрохимия. Учебное издание / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко // Под ред. Б. А. Ягодина. - М.: Колос, 2002. - 584 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

70. M.J. Arruda Coelho, D. Ruiz Diaz, G.M. Hettiarachchi, F. Dubou Hansel, P.S. Pavinato, Soil phosphorus fractions and legacy in a corn-soybean rotation on Mollisols in Kansas. USA, Geoderma Regional, 18, № e00228 (2019).

71. J.S. Breer, T. DeSutter, M.K. Raar, A. Chatterjee, L. Sharma, D. Franzen, *Potassium requirements for corn in North Dakota: Influence of clay mineralogy*. Soil Science Society of America Journal, 83 (2), 429-436 (2019)

72. Mikhailova, M.Y. Cultivation of corn hybrids on the expected nutritional background in the Volga region of the Republic of Tatarstan / M.Y. Mikhailova, I.P. Talanov // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012008

IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/341/1/012008

73. Mikhailova, M.Y. The effect of nutritional backgrounds on the formation of leaf surface and yield and green mass of corn / M.Y. Mikhailova, I.P. Talanov // BIO Web of Conferences 17, 00074 (2020).

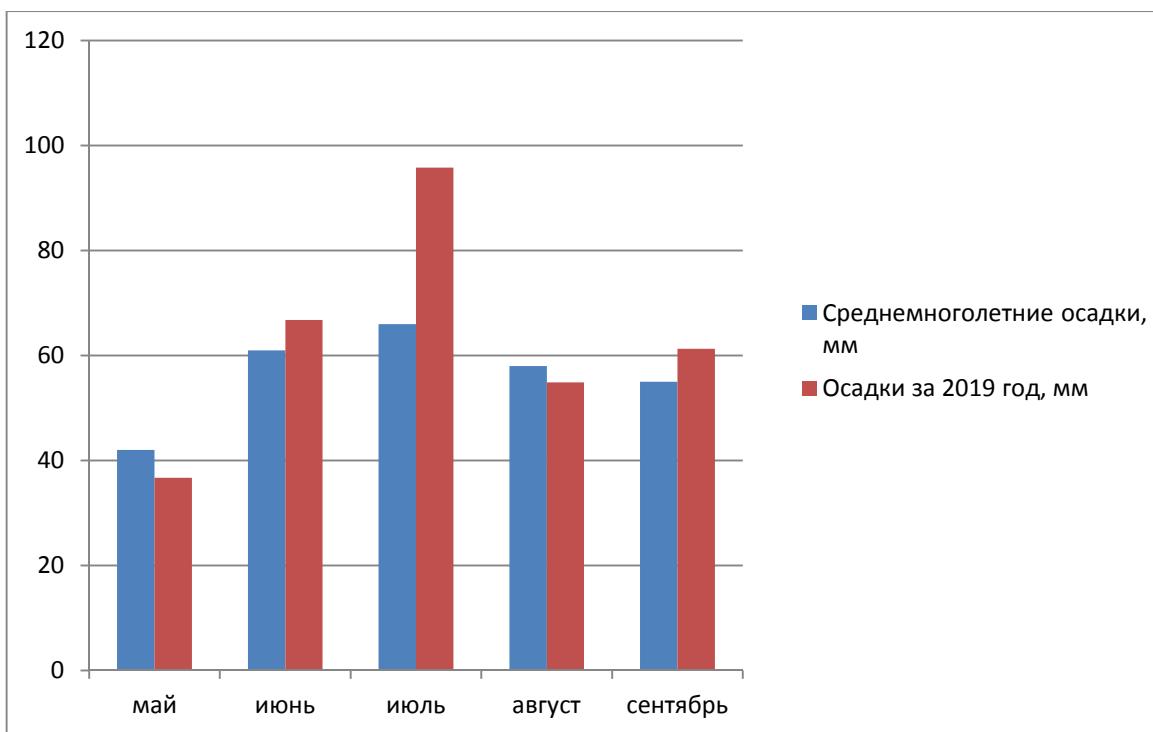
74. R.B.A. Rafael, M.L. Fernandez-Marcos, S. Cocco, M.L. Ruello, F. Fornasier, G. Corti, Benefits of Biochars and NPK Fertilizers for Soil Quality and Growth of Cowpea. *Vignaunguiculata* L. Walp. in an Acid Arenosol, *Pedosphere*, 29 (3), 311-333 (2019).

75. A.K. Sutradhar, D.B. Arnall, B.L. Dunn, W.R. Raun, Does phosphite, a reduced form of phosphate contribute to phosphorus nutrition in corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 42 (9), 982-989 (2019).

5. Приложения

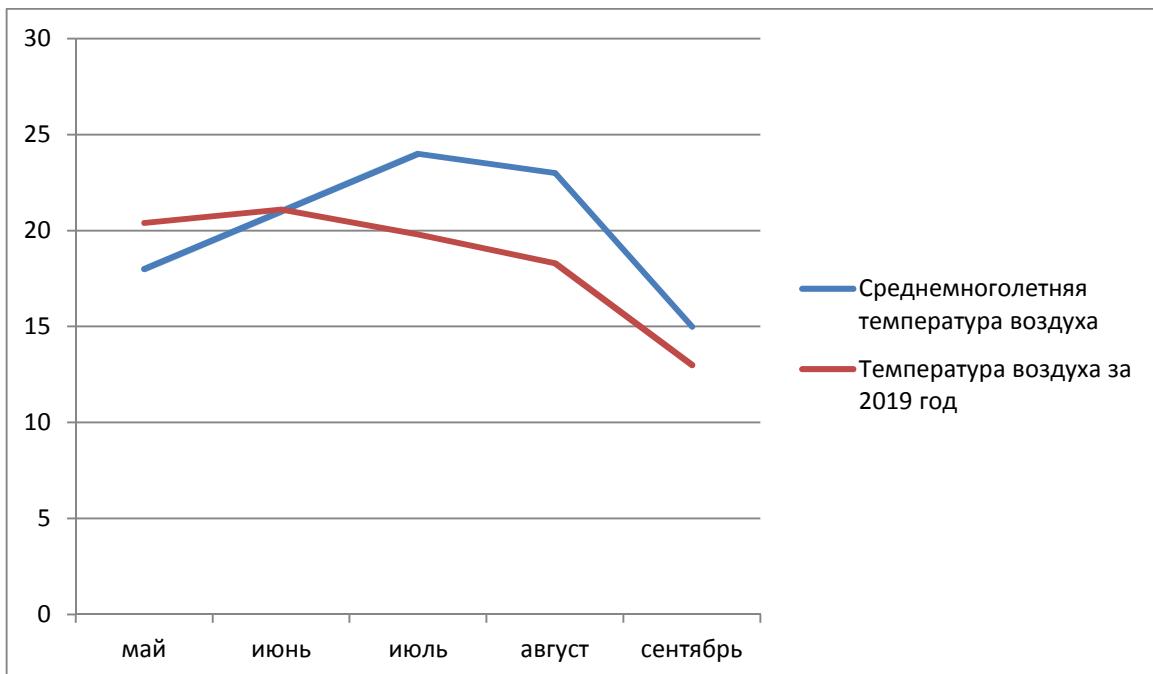
Приложение 1

Количество выпавших осадков за вегетационный период, мм



Приложение 2

Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$



ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА												
Культура:	кукуруза											
Фактор А:	фон питания											
Фактор В:	гибриды											
Градация фактора А:	4											
Градация фактора В:	3											
Количество повторностей:	3											
Год исследований:	2019											
Исследуемый показатель:	полевая всхожесть											
единицы измерения	шт/м ²											
Исследователь: Зяббаров Нияз.												
Таблица												
Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние					
		1	2	3	4	V						
Без удобрений	POCC-130	12,2	11,2	11,4	0,0	34,8	11,6					
	POCC-195	12,4	12,1	11,5	0,0	36,0	12,0					
	Краснодарский-230	12,2	11,3	12,0	0,0	35,5	11,8					
NK на 20 т/га	POCC-130	12,4	11,5	11,2	0,0	35,1	11,7					
	POCC-195	12,4	11,7	12,5	0,0	36,6	12,2					
	Краснодарский-230	12,4	11,5	12,1	0,0	36,0	12,0					
NPK на 30 т/га	POCC-130	12,5	11,5	11,7	0,0	35,7	11,9					
	POCC-195	12,9	12,0	12,7	0,0	37,6	12,5					
	Краснодарский-230	12,6	11,9	12,3	0,0	36,8	12,3					
NPK на 40 т/га	POCC-130	12,0	12,8	11,7	0,0	36,5	12,2					
	POCC-195	13,2	12,7	12,5	0,0	38,4	12,8					
	Краснодарский-230	13,0	12,8	11,9	0,0	37,7	12,6					
суммы Р		150,2	143,0	143,5	0,0	436,7						
					436,7		12,1					
Оценка существенности различий												
Фактор	Fфакт	F05	Вывод									
A	3,51	3,32	дост.									
B	11,53	2,69	дост.									
AB	0,13	2,27	недост.									
HCP												
HCP05 делянок 1 пор.	0,93	шт/м ²										
HCP05 делянок 2 пор.	0,49	шт/м ²										
HCP05 A	0,54	шт/м ²										
HCP05 B	0,24	шт/м ²										
HCP05 AB	0,09	шт/м ²										

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА												
Культура:	кукуруза											
Фактор А:	фон питания											
Фактор В:	гибриды											
Градация фактора А:	4											
Градация фактора В:	3											
Количество повторностей:	3											
Год исследований:	2019											
Исследуемый показатель:	высота растений											
единицы измерения	см											
Исследователь: Зяббаров Нияз.												
Таблица												
Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние					
		1	2	3	4							
Без удобрений	POCC-130	167,3	171,5	173,8	0,0	512,6	170,9					
	POCC-195	178,3	180,7	191,2	0,0	550,2	183,4					
	Краснодарский-230	173,8	176,1	182,6	0,0	532,5	177,5					
NK на 20 т/га	POCC-130	175,2	176,4	177,1	0,0	528,7	176,2					
	POCC-195	193,0	195,4	192,0	0,0	580,4	193,5					
	Краснодарский-230	183,8	185,3	182,9	0,0	552,0	184,0					
NPK на 30 т/га	POCC-130	186,3	176,3	182,4	0,0	545,0	181,7					
	POCC-195	203,7	198,0	195,8	0,0	597,5	199,2					
	Краснодарский-230	195,4	185,6	186,3	0,0	567,3	189,1					
NPK на 40 т/га	POCC-130	193,2	188,0	191,6	0,0	572,8	190,9					
	POCC-195	212,0	204,1	208,8	0,0	624,9	208,3					
	Краснодарский-230	198,9	193,1	197,6	0,0	589,6	196,5					
суммы Р		2260,9	2230,5	2262,1	0,0	6753,5						
					6753,5	187,6						
Оценка существенности различий												
Фактор	F факт	F05	Вывод									
A	15,82	3,32	дост.									
B	369,01	2,69	дост.									
AB	3,01	2,27	дост.									
HCP												
HCP05 делянок 1 пор.	12,76	см										
HCP05 делянок 2 пор.	2,56	см										
HCP05 A	7,36	см										
HCP05 B	1,28	см										
HCP05 AB	2,22	см										

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА												
Культура:	кукуруза											
Фактор А:	фон питания											
Фактор В:	гибриды											
Градация фактора А:	4											
Градация фактора В:	3											
Количество повторностей:	3											
Год исследований:	2019											
Исследуемый показатель:	надземная масса											
единицы измерения	ц/га											
Исследователь: Зяббаров Нияз.												
Таблица												
Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние					
		1	2	3	4	V						
Без удобрений	POCC-130	151,1	148,6	147,3	0,0	447,0	149,0					
	POCC-195	161,4	164,3	161,8	0,0	487,5	162,5					
	Краснодарский-230	158,0	160,1	156,5	0,0	474,6	158,2					
NK на 20 т/га	POCC-130	164,7	166,5	169,2	0,0	500,4	166,8					
	POCC-195	185,5	180,8	184,7	0,0	551,0	183,7					
	Краснодарский-230	175,3	174,1	172,9	0,0	522,3	174,1					
NPK на 30 т/га	POCC-130	213,8	213,2	214,7	0,0	641,7	213,9					
	POCC-195	246,6	247,9	247,0	0,0	741,5	247,2					
	Краснодарский-230	222,2	221,4	221,9	0,0	665,5	221,8					
NPK на 40 т/га	POCC-130	288,2	287,0	286,8	0,0	862,0	287,3					
	POCC-195	324,8	325,7	324,1	0,0	974,6	324,9					
	Краснодарский-230	306,6	307,0	307,9	0,0	921,5	307,2					
суммы Р		2598,2	2596,6	2594,8	0,0	7789,6						
						7789,6	216,4					
Оценка существенности различий												
Фактор	Fфакт	F05	Вывод									
A	16617,40	3,32	дост.									
B	1203,94	2,69	дост.									
AB	81,50	2,27	дост.									
HCP												
HCP05 делянок 1 пор.	2,94	ц/га										
HCP05 делянок 2 пор.	2,22	ц/га										
HCP05 A	1,70	ц/га										
HCP05 B	1,11	ц/га										
HCP05 AB	10,00	ц/га										

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА												
Культура:	кукуруза											
Фактор А:	фон питания											
Фактор В:	гибриды											
Градация фактора А:	4											
Градация фактора В:	3											
Количество повторностей:	3											
Год исследований:	2019											
Исследуемый показатель:	площадь листьев											
единицы измерения	тыс.м ² /га											
Исследователь: Зяббаров Нияз.												
Таблица												
Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние					
		1	2	3	4							
Без удобрений	POCC-130	7,36	6,97	7,34	0,00	21,67	7,22					
	POCC-195	7,18	7,95	7,54	0,00	22,67	7,56					
	Краснодарский-230	7,23	7,41	7,55	0,00	22,19	7,40					
NK на 20 т/га	POCC-130	7,39	7,51	7,41	0,00	22,31	7,44					
	POCC-195	8,11	7,71	7,68	0,00	23,50	7,83					
	Краснодарский-230	7,74	7,63	7,71	0,00	23,08	7,69					
NPK на 30 т/га	POCC-130	7,77	7,76	7,73	0,00	23,26	7,75					
	POCC-195	7,74	8,03	8,18	0,00	23,95	7,98					
	Краснодарский-230	7,91	7,82	7,74	0,00	23,47	7,82					
NPK на 40 т/га	POCC-130	7,81	8,11	7,97	0,00	23,89	7,96					
	POCC-195	8,03	8,25	8,18	0,00	24,46	8,15					
	Краснодарский-230	8,08	7,99	8,11	0,00	24,18	8,06					
суммы Р		92,35	93,14	93,14	0,00	278,63						
						278,63	7,74					
Оценка существенности различий												
Фактор	F факт	F05	Вывод									
A	32,93	3,32	дост.									
B	9,08	2,69	дост.									
AB	0,31	2,27	недост.									
HCP												
HCP05 делянок 1 пор.	0,28	тыс.м ² /га										
HCP05 делянок 2 пор.	0,29	тыс.м ² /га										
HCP05 A	0,16	тыс.м ² /га										
HCP05 B	0,14	тыс.м ² /га										
HCP05 AB	0,08	тыс.м ² /га										

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза
Фактор А:	фон питания
Фактор В:	гибриды
Градация фактора А:	4
Градация фактора В:	3
Количество повторностей:	3
Год исследований:	2019
Исследуемый показатель:	сухая биомасса
единицы измерения	ц/га

Исследователь: Зяббаров Нияз.

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
		1	2	3	4		
Без удобрений	POCC-130	101,5	96,1	100,0	0,0	297,6	99,2
	POCC-195	110,4	115,3	109,9	0,0	335,6	111,9
	Краснодарский-230	107,8	103,6	104,4	0,0	315,8	105,3
NK на 20 т/га	POCC-130	105,5	111,0	106,9	0,0	323,4	107,8
	POCC-195	119,2	118,6	123,1	0,0	360,9	120,3
	Краснодарский-230	115,6	111,3	110,8	0,0	337,7	112,6
NPK на 30 т/га	POCC-130	117,9	116,7	112,6	0,0	347,2	115,7
	POCC-195	134,8	139,7	136,1	0,0	410,6	136,9
	Краснодарский-230	126,5	124,9	131,1	0,0	382,5	127,5
NPK на 40 т/га	POCC-130	129,1	122,4	127,3	0,0	378,8	126,3
	POCC-195	152,8	151,4	146,1	0,0	450,3	150,1
	Краснодарский-230	136,1	128,7	133,5	0,0	398,3	132,8
суммы Р		1457,2	1439,7	1441,8	0,0	4338,7	
						4338,7	120,5

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
A	300,09	3,32	дост.
B	125,96	2,69	дост.
AB	4,53	2,27	дост.

НСР	
HCP05 делянок 1 пор.	4,47
HCP05 делянок 2 пор.	4,76
HCP05 A	2,58
HCP05 B	2,38
HCP05 AB	5,06

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза
Фактор А:	фон питания
Фактор В:	гибриды
Градация фактора А:	4
Градация фактора В:	3
Количество повторностей:	3
Год исследований:	2019
Исследуемый показатель:	урожайность
единицы измерения	ц/га

Исследователь: Зяббаров Нияз.

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы	Средние
		1	2	3	4		
Без удобрений	POCC-130	163,1	156,2	161,7	0,0	481,0	160,3
	POCC-195	179,0	184,8	180,3	0,0	544,1	181,4
	Краснодарский-230	170,2	174,9	175,3	0,0	520,4	173,5
NK на 20 т/га	POCC-130	186,8	181,2	186,7	0,0	554,7	184,9
	POCC-195	197,6	202,9	201,0	0,0	601,5	200,5
	Краснодарский-230	194,0	197,4	191,2	0,0	582,6	194,2
NPK на 30 т/га	POCC-130	265,1	267,4	269,7	0,0	802,2	267,4
	POCC-195	315,2	308,1	310,9	0,0	934,2	311,4
	Краснодарский-230	296,5	300,0	295,4	0,0	891,9	297,3
NPK на 40 т/га	POCC-130	372,9	378,3	376,5	0,0	1127,7	375,9
	POCC-195	410,1	405,2	409,6	0,0	1224,9	408,3
	Краснодарский-230	402,3	398,2	401,6	0,0	1202,1	400,7
суммы Р		3152,8	3154,6	3159,9	0,0	9467,3	
						9467,3	263,0

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
A	54566,81	3,32	дост.
B	290,01	2,69	дост.
AB	15,35	2,27	дост.

НСР	
HCP05 делянок 1 пор.	2,47
HCP05 делянок 2 пор.	5,14
HCP05 A	1,43
HCP05 B	2,57
HCP05 AB	10,07
	ц/га

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Капиталовложения в строительство									
№ им	Наименование работ	Объем работ		Сроки проведения работ	Состав агрегата	Количественные показатели	Количество работников	Затраты труда, час.-час.	Тарифный фонд за норму, руб.
		урожайность	шт/га						
1	Культура кукуруза	375,9	375,9	Почва высева, т/га	0,0	0	0	0,025	45
2	Сорт, гибрид	0,0	0,0	Почва высева, т/га	0,0	0	0	0,025	9
3	Пшеница, га	375,90	375,90	Почва высева, т/га	0,0	0	0	0,025	5,2
НРК на 40/г/га									
4	Норма внесения органических удобрений	375,9	375,9	Почва высева, т/га	0,0	0	0	0	45
5	Стоимость 1 г/га, руб.	0,025	0,025	Почва высева, т/га	0,0	0	0	0,025	9
6	стоимость 1 кВтч, руб.	5,2	5,2	Почва высева, т/га	0,0	0	0	0,025	5,2
расстояние, км									
3,5									
Итоговая стоимость выработки на 1 г/га, руб.									
5,0									
Горючее									
Автотранспорт									
Электроэнергия									
68,408									
Итоговые затраты									
2,280,273									
Всего прямые затраты									
2,280,273									
в том числе на 1 гектар									
60,66									
Накладные расходы									
2,283,54,98									
Итого затрат									
2,283,54,98									
в том числе на 1 га									
66,12									
себестоимость 1 т продукции									
32,47									
Доплата за стаж									
243,91									
Итого зарплаты с отпусками									
314,13									
в том числе на 1 гектар									
314,13									
на 1 рабочий									
0,84									
Итоговая стоимость выработки на 1 г/га, руб.									
68,408									
Итоговая стоимость выработки на 1 г/га, руб.									
68,408									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									
Приходы									

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

