МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования
«Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса»

На правах рукописи

Медведев Вячеслав Викторович

ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор В.Н. Фомин

Казань – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

			Стр.
		ВВЕДЕНИЕ ……	4
Глава	1	**ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ……..**	10
	1.1	Использование кукурузы в производстве. Ботанические особенности культуры ……..	10
	1.2	Влияние применения минеральных удобрений на продуктивность кукурузы …….	20
	1.3	Способы обработки почвы. Состояние вопроса ……	28
Глава	2	**УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ** ……	34
	2.1	Природно-климатические условия ……...	34
	2.2	Погодные условия в годы проведения исследований……	38
	2.3	Характеристика почвы опытного участка ……..	43
	2.4	Агротехника в опытах……	43
	2.5	Объекты исследований, методика наблюдений учетов и анализов ……..	44
		РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	47
Глава	3	**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНО ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА КОРМОВЫЕ ДОСТОИНСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА СИЛОС…….**	47
	3.1	Динамика влажности почвы …….....	47
	3.2	Фенологические наблюдения ……..	53
	3.3	Густота стояния растений и полевая всхожесть семян …..	61
	3.4	Засоренность посевов .. ……	63
	3.5	Влияние агротехнических приемов на физические свойства почвы ……...	67
	3.6	Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления ……	73

3.7 Фотосинтетическая деятельность посевов …… 75
3.8 Урожайность кукурузы ……..... 84
3.9 Химический состав и вынос элементов питания ……... 88
Глава 4 Энергетическая оценка и экономическая эффективность…… 93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ …….. 97
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ ……... 100
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ……. 101
ПРИЛОЖЕНИЯ ……..... 120

ВВЕДЕНИЕ

Создание устойчивой кормовой базы и увеличение на ее основе производства продуктов животноводства является одним из важных звеньев в успешной реализации программы импортозамещения. В настоящее время большинство хозяйств Республики Татарстан вышли на удой молока более 6 т в год. Достижение такой продуктивности стало возможным благодаря скармливанию кукурузного силоса с высоким содержанием сухого вещества, обменной энергии и транзитного крахмала. По своей универсальности кукуруза превосходит почти все кормовые культуры, на корм сельскохозяйственным животным идут зеленая масса, зерно и продукты переработки. Кормовая ценность силоса во многом зависит от содержания початков и зерна в урожае. Качественный силос должен содержать около 30 % сухого вещества, не менее 32 % крахмала, около 20 % сырой клетчатки, иметь коэффициент переваримости органической массы жвачными животными не ниже 75% (Тагиров М.Ш., и др. 2013).

Кроме того, кукурузный силос, содержащий значительное количество крахмала, является идеальным основным кормом для жвачных животных. Кормовая ценность силоса зависит, прежде всего, от содержания початков в массе и степени их спелости к моменту уборки. Энергетическая питательность 1 кг сухого вещества кукурузы в фазе молочно-восковой спелости среднеспелых гибридов составляет 10,72-10,83 МДж, а раннеспелых гибридов – 11,00-11,11 МДж. Это обусловлено значительной долей початков в зелёной массе (до 60 %) и высоким содержанием сухого вещества (30 % и более) (Уилкинсон ДЖ. М.,1983).

Благодаря высокой продуктивности кукурузы в фазе молочно-восковой спелости, ее положительной отзывчивости на факторы интенсификации, легкой возможности консервирования путем силосования и хорошей кормовой ценности кукурузного силоса эта культура практически вытеснила из севооборотов другие кормовые культуры.

В зерне кукурузы содержится 65-70% безазотистых экстрактивных ве-

ществ, 9-12 белка, 4-5 жиров и 2% клетчатки, калорийность зерна – 13818 Дж.

В последние годы в Российской Федерации значительно выраслипосевные площади кукурузы возделываемой на зерно. В целом по России впервые валовый сбор зерна кукурузы в 2015 г. составил более 11,2 млн. т, и урожайность зерна 51,5 ц/га.

В связи с появлением на рынке семян ранних гибридов кукурузы, формирующих высокие урожаи сухой массы стало возможным расширение их посевов в Средне Волжском регионе (Панфилов А.Э., Казаков Н.И. 2010).

Возделывание на силос гибридов кукурузы, соответствующих по срокамспелости региону, и своевременная их уборка позволяют заготавливать силос, содержащий 6,09-6,29 МДж в 1 кг корма. Качественный силос долженсодержать около 30 % СВ, более 10,8 МДж обменной энергии на 1 кг СВ, минимум 32 % крахмала, не более 4,5 % сырой золы, около 20 % сырой клетчатки и иметь коэффициент переваримости органической массы не менее 75 % (Садеков Б.С., 1990).

В связи с чем возникла необходимость, для повышения концентрации в корме обменной энергии необходимо совершенствовать технологию ее возделывания на полях севооборотов. Необходимо отметить, что немаловажную роль в технологии выращивания кукурузы необходимо отводить сорту, удобрениям, биопрепаратам, стимуляторам роста и биофунгицидам (Алабушев В.А.,2001).

Степень разработанности темы. Приемы возделывания кукурузы в разные годы изучались многими учёными (Азаров В.В., 2014; Акинчин А.В. и др, 2012; Багринцева В.Н., 2014; Васин В.Г., и др. 2005; Дроздова В.В., Редина Н.Е., 2016; Корчагин В.А., 2014; Кшникаткина А.Н., 2014; Михайлова М.Ю., 2016., Нафиков М.М., Хафизова А.Р., 2010; Сотченко В.С., 2012; Семина С.А., 2014; Фомин В.Н., Габдрахманов И.Х., Медведев В.В., 2016; и другие авторы), но полевые опыты и лабораторные исследования были про-

ведены в различных природно-климатическим зонах, в связи с чем они требуют уточнения.

Совершенствованием приемов возделывания и разработкой технологии возделывания кукурузы в разные годы занимались (Аликадиев А.А., Сергеев К.С., 1984; Алтунин Д.А., 2001; Багринцева В.Н., и др. 2009; Васин В.Г., Васин А.В., 2009; Власов П.Н., 2016; Дьёрффи Б., Бержени З. 1996; Зиганшин А.А., 2001; Шпаар Д. и др. 2009; Оказова З.П., Мамиев Д.М., Тедеева А.А., 2015; Сёмина С.А., Анохина Е.К., 2013; Сотченко В.С., Багринцева В.Н., 2015; Сотченко В.С., 2005; Толорая Т.Р., 1999; Усанова З.И., Шальнов И.В., Васильев А.С.,2016; Coughenour C.M., 2001; Miedema P., 1982; и др.). Исследования приведённых авторов относятся к разным регионам Российской Федерации, зарубежных государств, в связи с чем они в большинстве случаев не совпадают, что можно объяснить особенностями почвенно-климатических условий. Поэтому что послужило основанием для проведения исследований в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Цель исследований – повышение продуктивности кукурузы на основе применения различных схем удобрений и способов обработки почвы при возделывании на силос в условиях глобального потепления.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние приемов возделывания кукурузы на рост и развитие, растений, пищевой и водный режимы почв;

- установить параметры фотосинтетической деятельности растений в посевах в зависимости от изучаемых агроприемов;

- определить продуктивность кукурузы при выращивании на силос при различных схемах внесения удобрений;

- установить влияние способа обработки почвы на физические и агрохимические свойства почвы;

- дать оценку урожайности и кормовым характеристикам;

- рассчитать экономическую эффективность и дать энергетическую

оценку изучаемым технологическим приемам возделывания кукурузы на силос.

Объект и предмет исследований. Объектом исследований является посев среднераннего гибрида кукурузы (Машук 250 СВ). Предмет исследований – влияние способов обработки почвы и удобрений на сроки прохождения фенологических фаз и продолжительность межфазных периодов, полноту всходов и сохранность растений, линейный рост, фотосинтетические параметры посевов, пищевой и водный режим почв, физические и агрохимические показатели почвы, прирост надземной массы, урожайность, вынос элементов питания, химический состав и кормовые достоинства зеленой массы.

Научная новизна. Для условий Среднего Поволжья в результате комплексных исследований выявлены лучшие способы обработки почвы на разных фонах питания на примере среднераннего гибрида кукурузы Машук 250 СВ. Установлены закономерности роста и развития, параметры фотосинтетической деятельности посевов. Определены физические и агрохимические показатели почвы и закономерности формирования кормовых достоинств зеленой массы кукурузы в зависимости от изучаемых приемов.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что на основе полевых экспериментов выявлены лучшие способы обработки почвы на различный уровень продуктивности позволяющие управлять формированием устойчивых агроценозов кукурузы и обеспечивающие получение запланированных урожаев с хорошими кормовыми характеристиками.

Методология и методы исследования. Методология научных исследований включала методы сравнения, обобщения, анализ, синтез, а так же полевые опыты и лабораторные эксперименты, наблюдения, измерения, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Положения выносимые на защиту:

- особенности роста и развития раннеспелого гибрида кукурузы в зависимости от приемов возделывания;

- способы основной обработки почвы на выщелоченных черноземах

Среднего Поволжья;

- показатели пищевого и водного режимов в посевах кукурузы;

- параметры показателей фотосинтетической деятельности растений кукурузы при различных способах обработки почвы и схем применения удобрений;

- урожайность и кормовые достоинства кукурузы в зависимости от изучаемых агроприемов;

- химический состав и вынос элементов питания;

Достоверность результатов исследований подтверждаются современными методами проведения исследований в полевых опытах, необходимым количеством наблюдений, учетов и анализов, результатами статистической обработки экспериментальных данных.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы апробировались на Международных научно-практических конференциях (Казань, 2016, 2017, 2018), Всероссийских (Казань, 2017), научных конференциях профессорско-преподавательского состава Татарского института переподготовки кадров агробизнеса» (2016-2018 гг.).

Результаты исследований прошли производственную проверку в колхозе «Родина» Алексеевского муниципального района Республики Татарстан, что подтверждается актом внедрения, с общим экономическим эффектом 1235 тыс. руб.

Публикации. По результатам научных исследований опубликовано 9 работ, из которых три, в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Текст диссертации изложен на 134 страницах. Работа включает введение, четыре главы, заключение и предложения производству. В работе представлены 28 таблиц, 7 рисунков и приложения. Список использованной литературы содержит 186 наименований, в том числе 9 иностранных авторов.

Личный вклад автора заключается в постановке целей и задач исследований, выборе методик проведения учетов, анализов, закладке полевых опытов, обработке экспериментальных данных, подготовке диссертации, внедрении результатов в производство.

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность за консультации и помощь в работе научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору Фомину Владимиру Николаевичу

Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Использование кукурузы в производстве. Ботанические особенности культуры

Благодаря своим свойствам кукуруза имеет многостороннее использование как для питания, так и на корм, а также в качестве сырья для переработки на не кормовые и другие цели. Зерно кукурузы богато энергией, протеином и жирами, но не очень богато минеральными веществами.

Полученный силос из початков кукурузы в фазе восковой или молочно-восковой спелости представляет собой ценный концентрированный корм, в 1 кг которого содержится до 0,5 к. ед. и 26 г переваримого протеина, а приготовленного из стеблей и листьев (без початков) 0,16-0,2 к. ед. и 13 г переваримого протеина [46,50].

Посевные площади в мире под кукурузой в молочно-восковой спелости занимают 114,5 млн. га. Основные ее посевы сосредоточены в США, Бразилии, Мексике, Аргентине, в странах СНГ – 4,2 млн. га, в России – 1,3 млн. га, в Республике Татарстан – 250 тыс. га [93].

Значение зерна кукурузы для питания человека, за исключением традиционных регионов Центральной и Южной Америки, уменьшилось. Оно в первую очередь в основном используется на кормовые цели. При этом следует учесть, что зерно кукурузы богато крахмалом, но бедно белком и что ее белок дефицитен по некоторым незаменимым аминокислотам.

Кукуруза – важное сырье для производства крахмала, декстринов и спирта. Растущее использование кукурузы как сырья для промышленной переработки основано на:

- высокой потенциальной урожайности;
- экономически эффективном производстве;
- на высокоразвитой технологии выращивания, соответствующей экологическим требованиям;

- многосторонней возможности использования для производства пищевых и кормовых продуктов, непищевых и некормовых целей.

Производство крахмала из кукурузы – одно из главных направлений ее использования. Крахмал из кукурузы имеет ряд положительных физических свойств: высокое водопоглощение, набухаемость и способность к пленкообразованию, а также вязкотекучесть.

Производство крахмала проводится мокрым помолом. При этом получают ряд побочных продуктов, которые используют для кормов и пищевых продуктов. Высококачественным кормовым средством, богатым протеином, и с большой переваримостью является кукурузная глютеновая мука, которую используют на корм жвачным животным, свиньям и птицам.

Сухим помолом производятся исходные вещества для пищевой промышленности. При этом получают побочные продукты, как, например, отруби, которые используются на корм. И при мокром и при сухом помоле необходимо отделить зародыш, который содержит от 30 до 40% масла. Масса зародыша составляет 10... 13% массы зерна кукурузы. По спектру жирных кислот кукурузное зародышевое масло является высококачественным [149].

Кукурузное масло из зародышей производят как для пищевых целей, так и для технического использования (мыло, краски). Кукурузный зародышевый экстракционный шрот и жмых используют особенно для жвачных животных как богатые протеином кормовые средства.

Зерно кукурузы, как и других зерновых, является важным компонентом в комбикормах для свиней и птицы благодаря высокой концентрации энергии и кормовой ценности.

Целые растения кукурузы и разные их части широко используют в животноводстве. Формы использования их при кормлении животных разнообразны. Они отличаются прежде всего по степени спелости:

- Кукуруза на зеленый корм. Уборка целого растения от фазы цветения до молочной спелости. Сорта с быстрым развитием в ранней фазе можно выращивать при благоприятных условиях как промежуточные культуры.

- Кукуруза на силос. Уборка целого растения в фазе восковой спелости зерен, содержащих 50% СМ и более 28% СМ в целом растении. Предпосылкой для высокого содержания энергии является хорошее развитие початков.

- Шрот из початков и оберток. Он состоит из смеси зерен, стержней и оберток. Уборка при СМ початков выше 50% с помощью кормоуборочного комбайна. Шрот в силосованном виде применяется в скотоводстве как концентрированный корм.

- Зерно-стержневая смесь (Corn-Cob-Mix). Уборка с помощью зерноуборочного комбайна в конце восковой спелости зерен (55...60% СМ). В силосованной форме применяется прежде всего для откорма свиней.

- Кукуруза на зерно. Уборка при полной спелости (>60...62% СМ в зернах). Как правило, после уборки требуется сушка.

Широкое выращивание кукурузы на силос позволило развивать эффективное скотоводство во многих регионах Российской Федерации.

Ботанические особенности. Кукуруза (Zea mays L.) – однолетнее однодомное раздельнополое перекрестноопыляющееся растение, относящееся к семейству мятликовых. Стебель прямостоячий, высота его у различных гибридов в зависимости от климатических условий, агротехники и почвенного плодородия от 0,5 до 6-7 м. Количество листьев – довольно устойчивый сортовой признак, мало изменяющийся от приемов возделывания. Растения раннеспелых гибридов имеют 10-12 листьев, среднеранних – 12-14, среднеспелых – 14-16, среднепоздних – 16-18 и позднеспелых – 18-20 листьев.

Корневая система кукурузы мочковатая, сильно разветвленная. Основная масса корней сосредоточена на глубине 30-60 см. Однако много мелких жизнеспособных корней проникает на глубину 150-250 см, используя при этом влагу и питательные вещества из нижележащих слоев почвы. Кроме подземных, кукуруза образует воздушные (надпочвенные) корни. Они развиваются, как правило, во второй половине вегетации и выполняют, главным образом, механическую (опорную) функцию [16, 19, 77].

Распределение корней в почве в горизонтальном и вертикальном направлениях зависит от почвенно-климатических условий, площади питания и агротехники. Когда у растения образуется 5-6 листьев, корни проникают на глубину до 60 см, а радиус их распространения составляет 35-40 см. Рост их очень интенсивный и лишь при наступлении генеративной фазы несколько замедляется.

Исследованиями установлена прямая корреляционная зависимость между развитием корневой системы и чистой продуктивностью фотосинтеза, а также числом образовавшихся листьев. Мужское соцветие (метелка) находится на верхушке стебля и продуцирует до 20-30 млн пыльцевых зерен, а женское соцветие (початок) формируется в пазухах листьев. На початке образуется обычно четное число продольных рядов цветков, а затем зерен (от 8 до 16, чаще 12-14). У некоторых гибридов их бывает до 30 рядов. В початке формируется в среднем от 500 до 1200 семяпочек [139].

При благоприятных условиях метелка зацветает через 5-7 дней после выхода из раструба верхнего листа, т. е. на 2-3 дня раньше початка. Наиболее благоприятная для опыления – теплая, влажная, с легким ветром погода. Во время дождей пыльца смывается. В засушливых условиях разрыв между цветением метелки и цветением початка составляет 6-7 дней и более. Это нарушает оплодотворение, вызывает череззерницу, снижает урожай.

Зерновка – односеменной плод. Масса 1000 зерен у мелкосемянных гибридов в пределах 100-150 г, у крупносемянных – 300-400 г.

Зерно составляет 40-45% сухой надземной массы растений кукурузы, а стебли, листья, метелки, стержни и обертки початков – 55-60%. В зависимости от генотипа гибрида и условий выращивания стержень в среднем составляет 12-18% общей массы початка.

В зависимости от ботанической группы и гибрида зерновки имеют различную окраску: белую, кремовую, желтую, оранжевую, красную. Это сортовой признак. Однако зерно некоторых гибридов может иметь все оттенки указанных цветов, вплоть до черного [155].

Основные требования к условиям произрастания. Кукуруза предъявляет повышенные требования к влаге, теплу, свету, питательным веществам и другим факторам внешней среды. Ее гибриды значительно отличаются по длительности вегетационных периодов, отсюда и разная потребность к вышеуказанным факторам. При квалифицированном применении агротехнических приемов с учетом особенностей почвенно-климатических зон, экологических требований, кукуруза, используя факторы внешней среды, обеспечивает получение максимального урожая [32, 172].

Требования к влаге. Кукуруза экономно расходует почвенную влагу. На создание 1 кг сухого вещества она использует 250-400 кг воды, тогда как озимая пшеница, ячмень, овес — значительно больше (600-800 кг). Однако общая потребность в воде у нее не меньше, чем у названных выше культур. Имея продолжительный вегетационный период, она формирует мощную листостебельную массу, расходуя при этом большое количество воды. Так, один гектар ее посева, включая испарение влаги почвой, расходует за вегетацию 3000-6000 $м^3$ воды [173].

Опытами ряда исследователей установлено [5,28,29], что растения кукурузы на протяжении вегетации используют влагу неравномерно. Соотношение в расходе ее по периодам может изменяться, но общая закономерность сохраняется.

Потребление кукурузой влаги зависит не только от фазы роста, но и от погодных условий. Всходы кукурузы используют незначительное количество влаги, но, начиная с фазы образования 7-8-го листа, прирост вегетативной массы резко увеличивается, поэтому потребление влаги возрастает. Наибольшее ее количество кукуруза расходует в течение 30 дней, начиная за 10-14 дней до выбрасывания метелок и до молочной спелости зерна.

Исследованиями доказано, что среднее потребление влаги растениями (вместе с непродуктивным расходованием ее почвой) за 30 дней критического периода составило 49% общего ее расхода за вегетацию. Наиболее высокое водопотребление в этот период связано с интенсивным накоплением рас-

тениями сухого вещества, цветением, оплодотворением и началом формирования зерна. Недостаток влаги в почве в период максимального водопотребления, особенно в сочетании с воздушной засухой, вызывает увядание растений, снижение активности фотосинтеза, преждевременное подсыхание листьев, нарушение процессов оплодотворения и формирования зерна [30].

Изучая реакцию кукурузы на раннюю засуху, ряд ученых пришли к выводу, что недостаток влаги в период от появления 7-го листа до выбрасывания метелок мало сказывался на урожае зерна (снижался всего на 4%). Более продолжительная засуха в период от всходов до начала выбрасывания метелок ведет к заметному снижению зерновой продуктивности (на 26%) и еще большему уменьшению урожая зеленой массы. Наилучшие условия для роста и развития складываются в том случае, когда в вышеназванный 30-дневный период выпадает 100-125 мм осадков, а средняя температура воздуха колеблется в пределах 22-23°С и выше [35,41,115,120].

При средней температуре воздуха 24°С урожай кукурузы снижается, вследствие чего растения испаряют влаги больше, чем потребляют из почвы.

В период созревания зерна потребление влаги несколько снижается. Однако, если влажность почвы в фазе молочной спелости ниже оптимальной для этого периода вегетации, то налив зерна преждевременно прекращается. В верхней части початков формируются мелкие зерна, а в ряде случаев их верхушки остаются неозерненными, что отрицательно сказывается на урожае.

Наиболее благоприятные условия для роста, развития и формирования урожая кукурузы складываются, когда влажность корнеобитаемого слоя почвы составляет 70-80% полной влагоемкости. Уровень урожая кукурузы находится в прямой зависимости как от исходных запасов влаги в почве к началу сева, так и от осадков во время вегетации, особенно в критический период роста и развития этой культуры.

В среднем за указанные годы при общем балансе влаги – 354 мм весенние запасы ее перед посевом составляли 37,3%, а осадки в период вегетации

– 62,7%. За годы исследований установлена четко выраженная прямая корреляционная зависимость между урожаем и суммарной влагообеспеченностью. Вместе с тем нет никаких оснований для дифференциации густоты стояния растений кукурузы в зависимости от величины весенних запасов влаги в почве.

Урожайность кукурузы существенно зависит от запасов почвенной влаги в период выметывание метелок – формирование зерна. Этот период вегетации отличается повышенным водопотреблением.

Требования к теплу. Кукуруза – теплолюбивое растение. Потребность ее в тепле определяется минимальной температурой, при которой начинаются ростовые процессы, и суммарным количеством тепла, необходимым для завершения каждого этапа развития.

По обобщенным данным семена большинства гибридов кукурузы прорастают при температуре 8-10°С. Наиболее благоприятные для роста и развития растений в период всходы – выбрасывание метелок среднесуточные температуры 20-23°С. Если температура воздуха снижается ниже 15°С, замедляется образование хлорофилла, поэтому листья молодых растений приобретают желтую окраску, корневая система развивается медленно, период вегетации удлиняется, растения легко поражаются болезнями, следовательно, снижается их продуктивность. При температуре 10°С рост растений кукурузы прекращается.

Оптимальная температура для роста и развития растений во второй половине вегетации (от цветения до созревания) – 22-23°С. При температуре 30°С и выше, относительной влажности воздуха около 30% и ниже нарушаются нормальные процессы цветения и оплодотворения, обезвоживается пыльца, подсыхают нити на початках, и в результате женские цветки оплодотворяются не полностью, что приводит к череззернице початков [136,166,171].

Кукуруза чувствительна к похолоданию. Всходы, поврежденные непродолжительным заморозком (-2 -3°С), на протяжении недели способны

восстановиться. Однако общая интенсивность роста растений, подвергшихся кратковременному действию весенних заморозков, несколько ослабевает.

В фазе цветения, начало повреждения и частичная гибель растений кукурузы наступает при температуре воздуха минус 1-2°С, а в период дозревания – минус 2-3°С. При температуре -4°С всходы погибают в течение одного часа, а при -3°С влажное зерно теряет всхожесть [74,78].

Если заморозки повреждают лишь около 25% листовой поверхности кукурузы, то надземные органы восстанавливаются и в дальнейшем растения продолжают нормально вегетируют. При повреждении более 50% листовой поверхности растения полностью погибают.

Причиной снижения урожайности может быть град. Если он выпадает в начале вегетации, то при частичном и даже полном повреждении листовой поверхности растения могут восстановиться и их продуктивность существенно не снизится. При повреждении кукурузы непосредственно перед выбрасыванием метелок урожай ощутимо снижается. Если листья полностью повреждаются градом в период, когда растения выбросили около 40-50% метелок, следует ожидать полной гибели посевов.

Для гибридов различных групп спелости необходима строго определенная сумма эффективных температур на протяжении всей вегетации – от всходов до полного созревания зерна.

Изучение реакции растений на изменение условий внешней среды в разных почвенно-климатических зонах позволяет полнее учитывать требования кукурузы к условиям произрастания и более обоснованно подходить к разработке агротехнических приемов, направленных на максимальное их удовлетворение.

Кукуруза не только теплолюбивая, но и светолюбивая культура. Она относится к растениям короткого дня. Для нормального роста и развития она требует не слишком продолжительного, но интенсивного солнечного освещения. Оптимальная продолжительность светового дня для кукурузы – 12-14

часов. При более продолжительном световом дне вегетационный период удлиняется [49,54].

Кукуруза сильно реагирует на затенение. Незначительное затенение растений даже при благоприятном сочетании других факторов внешней среды заметно снижает урожай.

Требования к почве. Структура почвенного покрова Российской Федерации довольно разнообразна. В основном они все пригодны для выращивания кукурузы. Однако лучше использовать под кукурузу почвы с хорошей воздухопроницаемостью, водопроницаемостью и водоудерживающей способностью, чистые от сорняков и почвенных вредителей [122,127,132].

Темны прироста растений в высоту – один из важных морфологических признаков, по которому можно судить о реакции растений на изменения условий выращивания. В первые 15 дней после появления всходов среднесуточный прирост растений в высоту при оптимальных условиях вегетации сравнительно интенсивный и колеблется в пределах 1,2-2,4 см. В последующие одну-две недели он заметно снижается, что связано с формированием узловых корней. В дальнейшем темпы роста растений в высоту постепенно повышаются и достигают максимума за 7-10 дней до выбрасывания метелок. Максимальная величина прироста в благоприятные годы составляет 5-7 см в сутки. К концу этого периода среднесуточный прирост резко снижается.

Значительное влияние на темпы роста и формирования листовой поверхности оказывают агротехнические приемы выращивания кукурузы [114,133].

Процесс листообразования также имеет свои особенности. Вначале каждый очередной лист от 1-го до 3-го и от 8-го до 10-го появляется через каждые 1-2 дня, от 4-го до 8-го и от 11-го до 18-го – через 3-6 дней.

В неблагоприятных условиях произрастания (почвенная и атмосферная засухи, наличие в посевах сорняков, уплотненная почва) формирование листового аппарата резко замедляется, что отрицательно сказывается на урожайности. Площадь листовой поверхности является одним из наиболее важ-

ных показателей, который характеризует фотосинтетическую активность растений. Установлено два максимума фотосинтетической деятельности листьев: в период выметывание – цветение метелки и в период налива зерна. Первый максимум связан со значительным усилением ростовых процессов, следовательно, и с повышенным потреблением ассимилянтов, способствующих активизации фотосинтетической продуктивности листьев. Второй максимум характеризуется усиленным потреблением ассимилянтов в процессе налива.

Абсолютный прирост надземной массы растений (в сыром и сухом виде) в значительной степени зависит от температурных условий и влагообеспеченности в период вегетации. Наибольший прирост зеленой массы кукурузы наблюдается в фазе молочной спелости зерна, т. е. раньше рекомендованных оптимальных сроков уборки ее на силос. Однако в это время накапливается лишь 3/4 максимального урожая сухого вещества. Поэтому уборка на силос в указанной фазе, несмотря на высокий урожай зеленой массы, приводит к недобору сухого вещества. Максимального сухого веса растения кукурузы достигают в конце вегетации (конец восковой – начало полной спелости зерна).

Одной из важнейших предпосылок получения высокого урожая зерна является выравненность растений в посеве по основным морфобиологическим признакам. Важным условием повышения продуктивности кукурузы является продолжительность периода между цветением метелок и появлением нитей початка. В нормальных условиях выращивания на фоне высокого уровня агротехники он обычно равен 2-5 дням. Если разрыв составляет более шести дней, продуктивность растений заметно снижается. При высоких температурах, низкой относительной влажности воздуха и ограниченных запасах почвенной влаги, он увеличивается [37].

Необходимо иметь в виду, что разрыв между цветением метелок и появлением нитей початка может быть не только следствием неблагоприятных

внешних условий, но и во многом определяется низким уровнем агротехники и прежде всего нарушением сроков сева кукурузы.

Необходимо отметить, что низкое качество основной и предпосевной обработок почвы, посев плохо откалиброванными и не протравленными семенами в условиях северной зоны возделывания кукурузы, неравномерная их заделка по глубине ведут, как правило, к появлению недружных всходов, увеличивают процент отстающих в росте растений, и в результате снижают индивидуальную продуктивность растений [51,70,73,90,94,104].

1.2. Влияние применения минеральных удобрений на продуктивность кукурузы

Оптимизация условий минерального питания является решающим фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур, качества, а также сохранения и расширенного воспроизводства почвенного плодородия. Для эффективного и экологически безопасного применения удобрений необходим постоянный учет взаимодействия между внесенными в почву элементами питания и другими факторами внешней среды. Изучение взаимодействия между растением, почвой и удобрениями на фоне интенсивного комплексного использования других средств химизации, с одной стороны, и максимально возможной биологизации земледелия и управления балансом питательных веществ в почве с учетом экологических требований – с другой является необходимым условием повышения урожая культурных растений в различных агрофитоценозах [6,22,105].

Основные теоретические положения о влиянии удобрений были развиты в трудах выдающихся Российских ученых [16, 41, 48, 56, 96, 97, 166].

Естественные факторы жизни растений (космические и земные): свет, тепло, воздух, вода, элементы минерального питания – ограничивающих (лимитирующих) выращивание действительно необходимой урожайности, являются недостаток влаги в период вегетации и недостаточный уровень почвенного плодородия. Для получения планируемых урожаев культурных

растений дополнительно следует вносить недостающие макро и микроэлементы в почву, или на листовую поверхность [108].

Если отсутствуют альтернативные методы повышения плодородия почвы, это приводит к снижению урожайности. Применение минеральных удобрений и других приемов повышения плодородия почв по данным по данным ряда учёных позволяют добиться получения запланированных урожаев высокого качества [1,116,128].

В 1988 году в нашей стране производство и применение минеральных удобрений достигло наивысшего уровня. Сельское хозяйство получило около 14,2 млн.т минеральных удобрений в действующем веществе. Но уже через десять лет поставка минеральных удобрений сельскому хозяйству РФ снизилась почти в десять раз. За последние 20 лет происходит резкое сокращение объемов применения минеральных удобрений [100].

Без применения минеральных туков решить проблему получения сельскохозяйственной продукции на современном этапе весьма проблематично. Ряд учёных долгое время занималась поисками простых, точных и быстрых методов определения количества питательных веществ почвы необходимых для нормального роста и развития растений. Из проведенных ими исследований следует, что применение различных доз и сочетаний минеральных удобрений изменяют эффективность плодородия почвы в лучшую сторону, что в дальнейшем улучшает физиологические и биометрические показатели растений [48,56,63,150,154,162].

Впервые знаменитый русский учёный, К.А. Тимирязев (1948) сбалансированное применение удобрений относит к одному из эффективнейших путей повышения устойчивости растений к засухе, с их помощью человек в силе снизить непроизводительную трату воды в процессе вегетации сельскохозяйственными растениями. Установлено, что процесс оптимизации уровня минерального питания растений дает возможность повышать продуктивность транспирации - количество производимой надземной массы из расчета на единицу испаряемой влаги листьями. Впоследствии при достаточном содер-

жании питательных веществ в почве это процесс окажет положительное влияние на потребление растениями питательных элементов. Тесная связь между этими процессами позволяет регулировать в нужном направлении водный обмен растений при помощи оптимального минерального питания [108].

Некоторые исследователи указывают на тот фактор, что для повышения эффективности минеральных удобрений акцентируют свое внимание не только на содержании элементов питания в почве и растениях, но и их сбалансированностью [14,18,23,45,64,122].

Кукуруза – культура весьма требовательная к пищевому режиму почвы, в связи с большой вегетативной массой и потреблением в короткий период значительного количества питательных элементов для роста и развития растений [127,131].

Минеральные удобрения являются очень дорогостоящим средством увеличения урожайности зелёной массы кукурузы. Для повышения экономической окупаемости и получения дополнительного урожая необходимо сделать оптимально правильный выбор видов вносимых удобрений, обоснованных доз и способов их внесения под соответствующую культуру. Минеральные гранулированные туки, внесенные под основную обработку почвы, улучшают посевную всхожесть, выживаемость, облиственность, увеличивают интенсивность роста растений в высоту, интенсифицируют накопление корневой и вегетативной надземной массы, способствуют экономному расходованию влаги, увеличивают содержание протеина в кормах [12].

Ряд учёных в целях повышения и стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы на зелёную массу, утверждают, что весомое место необходимо отводить минеральным удобрениям, что особо важно не только для удовлетворения потребности растений в необходимом количестве и оптимальном соотношении основных элементов питания и микроэлементов, но и для получения прибавки от применения удобрений, обеспечении наибольшей экономической окупаемости, то есть оплату их единицей полученной продукции. Исследователи занимающиеся изучением

кукурузы в Волгоградской области пришли к выводу, что рост средней площади листьев от улучшения условия питания составляет 35-61% от варианта без удобрений, наибольший фотосинтетический потенциал получен при внесении удобрений на формирование урожайности 30 и 40 т/га зелёной массы (2,03-1,9 млн. м * сутки/га), при этом ЧПФ увеличивалась последовательно при каждом увеличении внесения минеральных удобрений, максимальная прибавка урожая кукурузы в фазе молочно-восковой спелости при улучшении питательного режима составила 20 т/га [72,151].

Некоторые исследователи занимающиеся изучением кукурузы пришли к мнению, что прирост растений, увеличение содержания сухого вещества и сбалансированный по питательности урожай, возможно получить только при минеральной системе подкормки удобрениями [69,72].

Исследования, проведенные в республике Адыгее по изучению морфологического строения и характера распространения корневой системы у простых межлинейных гибридов, имеющих высокий потенциал урожайности, показали их зависимость от минеральной подкормки растений. Все повышающая способность удобрений увеличивает показатели массы 1000 зерен, массы зерен в початке, количество зерен в початке и длину початка [84].

Исследования, проведенные в Ставропольском крае по влиянию нитроаммофоски на кукурузу, показали, что максимальный показатель урожайности кукурузы на силос возможно получить, внеся тройную дозу удобрения $N_{17}P_{17}K_{17}$. Нитроаммофоска данной марки, независимо от способа применения удобрения увеличивает площадь листовой поверхности, высоту растений, содержание протеина и уменьшает содержание клетчатки. Лучшим способом считают внесение удобрений до посева кукурузы [64,71].

Некоторые учёные земледельцы пришли к выводу, что особая роль среди питательных элементов принадлежит азоту, а оптимальные условия минерального питания, в целом, способствуют благоприятному протеканию фотосинтетических процессов, от которых зависит образование биомассы. Также они утверждают, что важную роль для кукурузы играет мобилизация

питательных веществ из почвы (52% азота, 34% фосфора, 32% калия из почвы), остальная часть из вносимых удобрений [89,91,101,103].

Многие труды о совместном применении азотных, фосфорных и калийных удобрений встречаются и у известных иностранных учёных. В опытах азот применялся как базовый элемент, его вносили в количество 200 кг д.в./га. В другом применялся фосфор в количестве 80 кг д.в./га, в третьем калий (120 кг д.в./га). В саваннах лучшая отзывчивость кукурузы была от внесения N_{100}, в Южной Гвинее – N_{150}. Эффективность от применения азотно-фосфорных удобрений выше. Даже при небольшом внесении таких удобрений наблюдалась положительная отзывчивость кукурузы, проявляющаяся в улучшении многих показателей, формирующих в дальнейшем саму окончательную урожайность [178,181,184].

Некоторые ученые, занимающиеся в течении многих лет изучением питания кукурузы, отмечают важную роль для роста и развития кукурузы калия. В их исследованиях урожайность кукурузы в фазе молочно-восковой спелости в агрофитоценозе только азотно-фосфорных удобрений повышалась в среднем на 6,3 т/га, а при внесении NPK на 10,8 т/га. [97,154,159].

В своих трудах ряд учёных отмечают, что кукуруза положительно реагирует на азотные удобрения, в фосфорном удобрении нуждается лишь при содержании его в почве ниже уровня в 20 мг/кг, а применение калия целесообразно при внесении азота, т.к. улучшается его усвоение растениями. При выращивании же на кормовые цели, по их мнению, можно ограничиться только внесением азотных туков. Но вместе с тем они отмечают, что кукуруза отзывчива на все формы минеральных удобрений [25,43].

Ряд исследователей отмечают, что внесение азота и калия способствует повышению продуктивности растений и образованию генеративных органов, а применение фосфора способствует дальнейшему росту урожайности кукурузы. При этом внесение фосфора в виде суперфосфата обеспечивает максимальную урожайность зерна, а в форме аммофоса – зеленой массы [161].

Некоторые ученые пришли к выводу, что для достижения наиболее вы-

соких показателей по росту и развитию кукурузы целесообразнее использовать полифосфатный тип фосфорных удобрений. Дозу внесения рассчитать от уровня обеспеченности почв фосфором. Наблюдается положительное влияние полифосфатного типа фосфорных удобрений на показателях урожайности, выхода кормовых единиц, переваримого протеина [13].

Исследованиями ряда ученых доказано, что критический период потребления фосфора у кукурузы, это момент раннего роста и развития и если по каким то объективным причинам растения в этот период будут испытывать нехватку фосфора, то они могут полностью или частично утратить способность образовывать початки [15].

Появление более продуктивных гибридов, отзывчивых на удобрения, потребность в получении высоких, стабильных и экономически выгодных урожаев, подвигло ученых проводить исследования по рациональному использованию удобрений. Опираясь на данные опытов учёных следует, что на подавляющем большинстве почв отмечается положительное влияние только совместного основного применения NPK при их внесении осенью [167].

Не меньшее влияние на эффективность удобрений оказывают погодные условия. В разные по влагообеспеченности годы степень воздействия удобрений на рост и продуктивность растений различны. В наиболее благоприятные годы прирост растений в высоту от удобрений составил 14-46 см, в менее благоприятный года увеличилась на 2-9 см, в крайне засушливый год – увеличилась на 5 см. Прибавка урожая на удобренном фоне также была максимальной в благоприятный год, отмечают в своих трудах [157].

Динамика накопления основных элементов питания в растениях кукурузы при внесении минеральных удобрений следующая:

- наибольшее содержание азота наблюдается при дополнительном внесении азота в подкормку (1,108%). Внесение повышенных доз фосфорно-калийных удобрений не приводит к уменьшению накопления азота растениями кукурузы. Повышается азот и при известковании;

- наибольшее содержание фосфора наблюдалось в фазу 2-3 листьев

(0,99-1,22%), в последующем при дальнейшем росте, его содержание только уменьшалось;

- на содержание калия минеральные удобрения оказали незначительное воздействие (максимальное накопление также произошло при начальном росте кукурузы – 3,88-4,59%) [10].

Удобренные растения кукурузы на образование урожая в фазе молочно-восковой спелости расходуют воды больше, чем неудобренные, уменьшается и коэффициент водопотребления. Это свидетельствует о более продуктивном использовании влаги растениями на фоне удобрения [29].

Кукуруза имеющая продолжительный период вегетации формирует большую биологическую массу, вследствии чего предъявляет повышенные требования к обеспеченности почвы макро и микроэлементами [36].

Ряд исследователей отмечают, что в начале вегетации отмечено незначительное потребление кукурузой элементов питания из почвы, что связано с ее биологическими особенностями развития в этот период. До фазы 3-4 листьев у растений еще слабо развита корневая система, а необходимое количество питательных веществ в основном обеспечивается за счет запасов зерновки. Период максимального поступления основных элементов питания в растения отмечен от фазы 6-7 листьев до выметывания, что связано с интенсивным ростом растений в это время [58].

Отмечается высокая эффективность действия вносимых под кукурузу минеральных удобрений от взаимодействия таких факторов, как – плодородие почвы и влагообеспеченность, предшественники и применяемые системы удобрения в севообороте , виды и формы применяемых удобрений, сроки и способы их внесения, роль отдельных элементов корневого питания в жизни растений и влияние каждого из них на рост, развитие кукурузы и в итоге на ее урожайность. Для того чтобы получить наибольшую эффективность от удобрений, необходимо глубоко знать теоретические основы минерального питания растений кукурузы, потребность ее в отдельных элементах питания в течение всего вегетационного периода, влияние вносимых элементов на

рост, развитие, обмен веществ, формирование урожая и его качество. При этом важно, чтобы система удобрений разрабатывалась в зависимости от почвенно-климатических условий районов возделывания и групп спелости гибридов кукурузы [57].

Азот, причём в любой форме необходим растениям кукурузы на протяжении всего периода роста и прежде всего в периоды дифференциации развития вегетативных и репродуктивных органов. Азотные удобрения в достатке позволяют более эффективно увеличивать площадь листовой поверхности, образуемой в начале вегетации, увеличивать листовую поверхность в последующее время для максимальной фотосинтетической деятельности.

Культура кукуруза характеризуются большим периодом вегетации. Она потребляет, как и все другие культуры «короткого дня» азот и другие макро и микроэлементы во второй половине вегетации, то есть в более поздние фазы развития. Под кукурузу в зависимости от предшествующей культуры в севообороте и естественного плодородия почвы вносят от 60 до 90 кг/га азота, причем средние нормы применяют до посева, а при внесении высоких норм (90 кг и более), дробно, часть вносят до посева, локально, остальное вносят в виде подкормок при междурядных обработок.

Опираясь на исследования многих авторитетных ученых можно сделать вывод, что при благоприятном увлажнении и при улучшении минерального питания, особенно азотного, можно значительно повысить урожай кукурузы [71,75,79].

Исследованиями ряда учёных доказано, что увеличение внесения количества азотных удобрений повышает содержание протеина в зелёной массе и содержание сырого белка в зерне, может продолжать повышаться при внесении азота в дозах сверх требующихся для получения максимальных урожаев [101].

Ученые проводившие исследования по влиянию удобрений на развитие кукурузы отмечают, что критическим периодом потребности в азоте являются фазы от начала цветения до образования семян. Если в это время растения

испытывают его недостаток, то в начальные фазы они бывают низкорослыми с мелкими листьями и имеют бледную или желто – зеленую окраску, что крайне негативно влияет на формирование урожая [113].

На недостаток азота в почвах могут серьёзно влиять не желательные предшественники, переуплотнение и переувлажнение поля, не правильно принятая система основной или допосевной обработок почвы в севообороте или культивации и посев по неспелой почве, результатами которых являются нарушение газообмена в почве и подавляются процессы нитрификации. В этом случае внесение азотных удобрений позволяет устранить нежелательные явления денитрификации, что даст возможность получить запланированную урожайность [119,125,146].

1.3. Способы обработки почвы. Состояние вопроса

При возделывании любой сельскохозяйственной культуры, в каждой зоне особо важную роль играет рациональная основная обработка почвы с учётом её биологических особенностей. Обработка почвы под кукурузу не является исключением [95,134,142].

В Российской Федерации исторически сложилось так, что главным приемом основной обработки под любую культуру в севообороте была глубокая отвальная вспашка с оборотом пласта. «Улучшение обработок, – отмечал И.А. Стебут, – должно начаться с увеличения глубины вспашки земли под осень для того, чтобы земля могла в течение зимы лучше и глубже проникаться влагой и далее сохранять ее весной на пользу растений» [59,85,143].

Такого же мнения придерживались и некоторые зарубежные авторы подчеркивая, что вспашка более выгодна, чем рыхление дисковыми орудиями [178,185,186].

Однако это кажущееся аксиомой положение принималось далеко не всеми, особенно в части глубокой вспашки. Ряд ученых предлагали отказаться от отвальных орудий обработки и внедрить плоскорезную обработку с сохранением на поверхности поля стерни, соломы и других органических

остатков, предотвращающих эрозию почв. Минимализация обработки также снижала энергозатраты и повышала производительность труда. Повсеместное применение минимализации приемов основной обработки почвы во многих зонах страны привело к ряду неблагоприятных последствий, таких как: резкое увеличение засоренности, распространение болезней и вредителей, ухудшение физических свойств суглинистых и глинистых почв, угнетение почвенной микрофлоры, дифференциация пахотного слоя и ухудшение пищевого режима. Но не исключалась необходимость новых исследований приемов обработки в различных зонах, на разных почвах и под определенные сельскохозяйственные культуры [26,36,47,98].

В результате анализа проведенных исследований ряд ученых [27,60] пришли к выводу, что приемы обработки почвы должны меняться в зависимости от климатических и почвенных условий, характера засоренности полей, особенностей возделываемой культуры, наличия вредителей и болезней и других свойственных зоне конкретных условий.

На отыскание возможностей замены вспашки рыхлениями, оптимизацию и минимализацию обработки почвы в Российской Федерации были направлены исследования [39,102,153,160].Тем не менее, их результаты не привели к однозначным выводам, которые бы позволили ставить вопрос о крупных изменениях в системе отвальной обработки и тем более полного или частичного отказа от нее. Кроме того, поверхностные и безотвальные обработки приводили к высокой засоренности, накоплению патогенного начала в почве и пораженности посевов болезнями, что приводило к необходимости интенсивного использования пестицидов во время вегетации растений.

К настоящему времени накопилась огромная масса экспериментального материала и публикаций по вопросам обработки различных типов почв под десятки сельскохозяйственных культур в разных зонах нашей страны и за рубежом [51,52,60,99].

«Вспашка с полным оборотом пахотного слоя, рыхление плоскорезом или чизельным орудием оказывают на почву и протекающие в ней процессы

разное влияние, так если почву только рыхлитель без оборота пласта, то начиная с глубины 10 см она становится менее аэрированной, в ней затухают биологические процессы, снижается аммонификация и нитрификация, этот слой почвы как бы оцелинивается, в ней падает эффективное плодородие. Такое явление назвали, дифференциацией пахотного слоя по плодородию». Приведённый эффект отмечают в своих трудах и другие ученые [53,66].

Считается, что одна из причин снижения урожайности яровой пшеницы после плоскорезной обработки почвы – снижение мобилизации азота и ухудшение обеспеченности растений азотным питанием. Стерня и пожнивные остатки на поверхности почвы при плоскорезной обработке отражают больше солнечного тепла, почва прогревается медленно и сдерживается темпы накопления нитратного азота, дополнительные запасы влаги по плоскорезной обработке часто не реализуются урожаем [76,82,84].

Результаты исследований проведенные в Ульяновском НИИСХ свидетельствуют о том, что при замене вспашки безотвальной обработкой под все культуры и минимальной – под яровые зерновые, увеличивается накопление органического сухого вещества почвы на 18 ц/га, гумуса на 0,1-0,2%, гидролизуемого азота на 0,2%, фосфора и калия соответственно на 3-4,9 и 2,5-3,9 мг на 100 г почвы. Такие преимущества безотвальных обработок при оптимальном уровне питания и плодородия почвы, как: благоприятный азотный режим с преобладанием нитратного азота; улучшение фосфорно-калийного питания; урожайность, не уступающая вариантам со вспашкой, отмечают также ряд учёных [55,107,117].

Ряд авторов считает, что технологии, связанные с многократными обработками и углублением вспашки за счет вовлечения элювиального и аллювиального горизонтов, ведут к ухудшению физико-химических свойств почвы и снижению содержания гумуса. При этом происходит снижение урожайности сельскохозяйственных культур, возрастание кислотности почвы, уменьшение суммы поглощенных оснований [121,126].

При внесении удобрений под вспашку плугами с предплужниками удобрения не перемешиваются с почвой, а локализуются в лентах, расположенных под гребнем и прилегающих ко дну борозды. Оборачивание пахотного слоя при вспашке без предплужника приводит к перемещению удобрений в среднюю и нижнюю части почвы. В верхнюю часть пахотного слоя (0-10 см) попадает незначительное количество удобрении и мелиорантов, утверждают некоторые учёные [135].

Отмечается, что рыхление без отвала, не зависимо от степени крошения и вспушенности обрабатываемого слоя, не способствует улучшению его агрофизических свойств. Размещение пожнивных остатков в обрабатываемом слое оказывает большое влияние на ее биологические и физические свойства, что приводит к различиям в продуктивности возделываемых культур. Безотвальные способы обработки почвы при любом характере воздействия на обрабатываемый слой не способствуют улучшению водного режима, как и физических свойств почвы, по сравнению со вспашкой на ту же глубину. «Безотвальный способ обработки проводит к более крупноглыбистому крошению и меньшей вспушенности верхнего слоя по сравнению с отвальной обработкой» [134].

Важным элементом повышения продуктивности растений являются показатели физических свойств почвы, которые влияют на водный, воздушный тепловой режим почвы, на развитие корневой системы и тяговое сопротивление почвообрабатывающих машин и орудий. Исследованиями, проведенными в различных регионах России и на различных типах почвы, установлено, что оптимальная плотность сложения для зерновых культур находятся в пределах 1,10-1,30 г/см^3 [164,169].

В исследованиях проведенных на черноземной почве под посевами озимой пшеницы была выявлена зависимость содержания элементов питания от плотности сложения почвы: при плотности сложения пахотного слоя 0-10 см 1,05 и 10-20см – 1,20 г/см^3, нитратного азота и P_2O_5 содержалось соответственно 26,9 и 74,5 мг/кг, а при плотности сложения почвы 0,85-0,88 г/см^3 на

те же глубины – содержание элементов питания снизилось до 12,5 и 68,8 мг/кг почвы [163].

На изменение агрофизических и агрохимических элементов почвенного плодородия и в результате на продуктивность растений оказывает комплекс биологических процессов в почве.

В исследованиях проведенных на черноземе, в слое 0-30 см по безотвальной обработке насчитывалось 4,4 тыс. клеток азотобактера, по мелкой – 2,9 , по вспашке 2,7 тыс.шт. на 1 г сухой почвы; бактерий (БПА) на фоне отвальной обработки насчитывалось 96,3 млн. шт., по мелкой и безотвальной соответственно 69,5 и 70,8 млн. шт. Биологическая активность находится в тесной взаимосвязи с приемами и способами обработки почвы. По данным некоторых исследователей, при поверхностной и плоскорезной обработке нижние горизонты пахотного слоя теряют биологическую активность, в верхних же слоях она возрастает. Но, в то же время, они отмечают, что суммарная биологическая активность пахотного слоя по поверхностным и плоскорезным обработкам не снижается по сравнению со вспашкой. По данным изменение численности микроорганизмов связано не только с наличием органического вещества и азота в почве, но и водно-физическими свойствами пахотных слоев [81,174,176,177].

Ряд авторов в своих трудах ссылаясь на проведённые учёты и наблюдения в опытах показывают, что в принципе различные способы обработки почвы под кукурузой, возделываемой на силос, не вносят существенных различий на количество продуктивной влаги в пахотном слое почвы во время вегетации [67,84,165,186].

Универсальной системы основной обработки почвы, одинаково эффективной для всех зон возделывания кукурузы, такого государства как Российская Федерация, в принципе быть не может. В условиях современного земледелия, для поддержания и повышения эффективного плодородия почвы, улучшения ее агрофизических и агробиологических свойств необходима

научно-обоснованная система обработки почвы в сочетании с соблюдением чередования культур в севооборотах и системой удобрений [61,63,87,168].

Таким образом, возникла необходимость в изучении возделывания кукурузы на силос по различным способам основной обработки почвы и фонам минерального питания на выщелоченном чернозёме Республики Татарстан.

Глава 2. УСЛОВИЯИ МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Природно-климатические условия

Республика Татарстан расположена в лесостепной части Поволжья, на востоке Европейской равнины. Территория ее занимает 6784,7 тыс. га, из них сельскохозяйственные угодья составляют 4452,8 тыс. га, пашня – 3662 тыс. га, а распаханность доходит до 82 %.

Географическое положение республики Татарстан характеризуется координатами от 54° 01 до 56° 19 северной широты от 47° 19 до 54° 12 восточной долготы, по среднему течению реки Волги и нижнему – реки Камы. Протяженность территории с севера на юг составляет более 250, а с запада на восток около 450 километров. Соотношение площади лесов к площади пашни составляет 1:6.

Земледелие в республике ведется в достаточно сложных климатических условиях, что в первую очередь определяется засушливостью климата [144].

В связи с тем, что Республика Татарстан располагается в глубине европейского континента, где сталкиваются различные направления атмосферно-циркуляционных процессов, ее климат отличается неоднородностью, что обуславливает разнообразие сочетания погодных условий по годам, сезонам и отдельным зонам. По данным П.Т. Смолякова (1947), погода в Татарстане на 30 % обязана местным типично-континентальным явлениям. Реки Волга, Кама, Вятка и крупное водохранилище «Куйбышевское море» оказывают некоторое смягчающее влияние на климат.

Вегетационный период со среднесуточными температурами воздуха выше 5°С колеблется от 163 до 178 дней. Начало его приходится на 20 апреля, средняя дата окончания 5-10 октября. Средняя годовая температура равна 2,6°С и изменяется в приделах 2,0°С до 3,1°С. Среднесуточная температура воздуха выше 10°С равна 120-139 дням (Таблица 1).

Таблица 1 – Основные климатические показатели РТ (Среднемноголетние данные за 1934- 2000 гг.)

Месяцы	Среднесуточная температура, °С		Относительная влажность воздуха, %	Сумма осадков, мм	Продолжительность солнечного сияния, час	Высота снежного покрова, см
	воздуха	почвы на глубине 10 см				
Январь	-13,7	-4,6	84	25	38	22-28
Февраль	-13,7	-5,3	82	23	88	28-32
Март	-7,4	-3,3	80	27	148	33-25
Апрель	2,7	2,5	71	30	210	14-00
Май	12,7	12,2	58	39	300	-
Июнь	16,1	18,1	63	56	305	-
Июль	19,0	20,7	62	59	299	-
Август	17,0	17,9	67	53	250	-
Сентябрь	10,6	11,6	74	50	153	-
Октябрь	3,2	3,8	79	43	87	0-1
Ноябрь	-4,5	-13	85	35	32	2,7
Декабрь	-11,2	-3,2	86	31	28	10-18
Средняя за год	2,6	5,8	74	472	1943	-

Сумма активных температур составляет 2020-2150 °С. Самым теплым месяцем является июль со среднемесячной температурой воздуха 18-20 °С, холодным – январь со средней месячной температурой – 13-14 °С. Осенние заморозки обычно начинаются в первой декаде сентября, а весенние заканчиваются в конце мая. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 120-140 дней.

Средняя абсолютная влажность воздуха 7,2 мб., но летом возрастает до 14 мб., зимой часто превышает 2 мб. Относительная влажность воздуха летом составляет 60-70 %, а зимой – 80-85 % . Годовая сумма осадков составля-

ет 430-500 мм. Острый дефицит влаги часто наблюдается в месяцы активной вегетации растений. Частая повторяемость засух, особенно майских и июньских, обуславливает резкие колебания урожаев сельскохозяйственных культур, в первую очередь ранних яровых.

В среднем по многолетним значениям влагообеспеченность посевов по республике крайне недостаточна, всего 70-75 % от оптимальной.

Для характеристики условий увлажнения вегетационного периода можно использовать условный показатель увлажнения ГТК (гидротермический коэффициент), равный отношению суммы осадков за период с температурой выше 10^0С, к сумме температур за тот же период, уменьшенной в 10 раз. Он показывает, что при одном и том же количестве осадков степень влагообеспеченности растений зависит от температуры воздуха. Для различных зон Республики Татарстан он приведен в таблице 2.

Максимальное количество осадков приходится на июль (51-65 мм), а минимальное – на февраль (21-27 мм).

Приход ФАР (фотосинтетически активной радиации) в РТ за вегетационный период составляет около 3 млрд. ккал (за период роста яровых культур – 1,7): май – 0,66; июнь 0,71; июль – 0,69; август – 0,56; сентябрь – 0,3 млрд. ккал [48].

Таблица 2 – Гидротермические коэффициенты за период вегетации растений по природным зонам РТ (средние за 1946-1990 гг.)

Природные зоны	Май	Июнь	Июль	Август	В среднем
Предкамье	0,98	1,05	1,10	1,15	1,08
Предволжье	1,00	1,00	1,10	1,25	1,09
Закамье	0,97	1,08	1,13	1,13	1,08
По РТ	0,96	1,05	1,11	1,15	1,07

Зима начинается с перехода средней суточной температуры через 0°С в среднем 20 октября: устойчивая зимняя погода устанавливается с переходом средней суточной температуры через минус 5°С, в среднем 17 ноября.

Зимний период продолжается около 5 месяцев: снег лежит 150 дней. За этот период выпадает осадков 120-140 мм.

Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова за зиму составляет 35-45 см. Плотность снега 0,26-0,32, а содержание воды в снеге к началу таяния весной составляет 107 мм. С понижением температуры происходит промерзание почвы. Глубина промерзания почв возрастает от 25 см в ноябре до 60-80 см в январе и 80-110 см в феврале.

С 5 по 10 апреля Средняя суточная температура переходит через 0°С с 5 по 10 апреля и начинается весна. В первой декаде апреля высота снежного покрова уменьшается до 25-35 см, а концу второй декады апреля снег сходит почти на всей территории Татарстана. Весны бывают ранними и сухими, когда почва созревает для обработки в начале третьей декады апреля, и поздними, влажными, когда полевые работы начинаются только 10-15 мая.

В конце мая с последними заморозками уходит весна и в начале июня среднесуточные температуры переходит через 15°С, устанавливается теплая летняя погода. Лето продолжается до середины сентября, после этого начинаются заморозки, а средняя суточная температура переходит 10°С.

В геологическом отношении Татарстан входит в Западное Приуралье. Поэтому и почвенный покров республики образовался большей частью на отложениях Пермской системы в виде известняков, доломитов, мергелей, глин и песчаников, нередко выходящих на поверхность.

Почвенный покров республики представлен дерново-подзолистыми, серыми лесными и черноземными почвами. В общей площади сельхозугодий на долю черноземов приходится 39,3%, серых лесных – 39,0%, и дерново-подзолистых – 6,2% почв.

Черноземы в Республике Татарстан являются преобладающим типом почв. Они богаты перегноем, содержание которого достигает 10-12 %, более насыщены основаниями, чем дерново-подзолистые и серые лесные почвы, имеют хорошую структуру и отличаются высоким естественным плодородием.

Из черноземных почв наибольший удельный вес занимают выщелоченные черноземы. Содержание гумуса в них 8-10 %, мощность гумусового горизонта 50-60 см, pH солевой вытяжки 5,5-6,0. Степень насыщенности основаниями – 91-97 %.

Лимитирующими урожайность факторами являются недостаточная обеспеченность растений влагой и питательными элементами. Поэтому, для полной реализации потенциальных возможностей сельскохозяйственных культур большое значение будут иметь приемы, направленные на накопление и бережное расходование питательных элементов, влаги и широкое внедрение в производство новых более адаптированных к почвенно-климатическим условиям республики сортов зерновых и других культур.

2.2. Погодные условия в годы проведения исследований

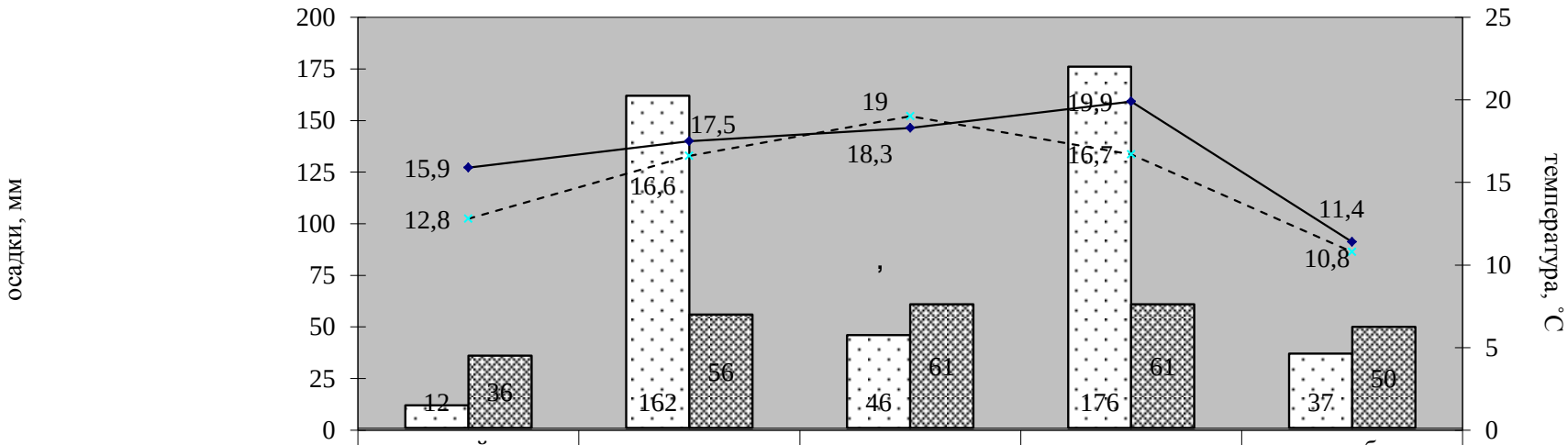
Метеорологические условия в годы опытов (2014-2016 гг.) отличались по количеству выпавших осадков и температурному режиму (Рисунок 1, 2, 3).

Погодные условия 2014 г. в летние месяцы складывались по-разному. В мае стояла теплая погода. Среднесуточная температура воздуха на 3,1 °С была выше нормы. При норме осадков 36 мм выпало всего 12 мм (или 33 % от нормы).

Июнь характеризовался не равномерным температурным режимом и большим количеством осадков. Первая декада месяца была на 5,1 °С выше многолетних значений и составила 20,9 °С. Вторая декада месяца была более прохладной (на 2 °С ниже нормы). При среднемноголетней (56 мм) норме осадков за месяц, выпало почти три нормы.

Июль месяц по сравнению с многолетними значениями был значительно прохладнее. За месяц выпало 46 мм осадков, что составило 75 % от нормы. Наибольшее количество осадков выпало в третьей декаде.

Август был дождливым, особенно вторая и третья декады. Осадков выпало 176 мм, при норме осадков 61 мм. Среднесуточная температура воздуха за месяц превышала норму на 3,2 °С.



	май	июнь	июль	август	сентябрь
осадки, мм 2014 г	12	162	46	176	37
осадки, мм ср. мн.	36	56	61	61	50
температура ˚С 2014 г	15,9	17,5	18,3	19,9	11,4
температура ˚С ср. мн	12,8	16,6	19	16,7	10,8

Рисунок 1– Метеорологические условия, 2014 г.

Однако, несмотря на не равномерное выпадения осадков и колебания температур в целом вегетационный период 2014 г. можно оценить как благоприятный для роста и развития сорго.

Весна 2015 г. наступила в обычные сроки. Май месяц был теплый. Среднемесячная температура воздуха оставила 15,9°С, что на 2,6 °С выше нормы. Осадки в течение месяца выпадали не равномерно. Больше всех осадков выпало во вторую декаду (29 мм при норме 13 мм). За месяц выпало всего лишь 30 мм. Июнь был жарким. При норме 56 мм, за месяц выпало 23 мм осадков. Июль был прохладным, среднемесячная температура была на 1,5°С ниже нормы.

За месяц выпало 99 мм при норме 61 мм. Август был прохладным и сухим, осадков выпало 49 % от нормы, а температура во все декады была ниже нормы.

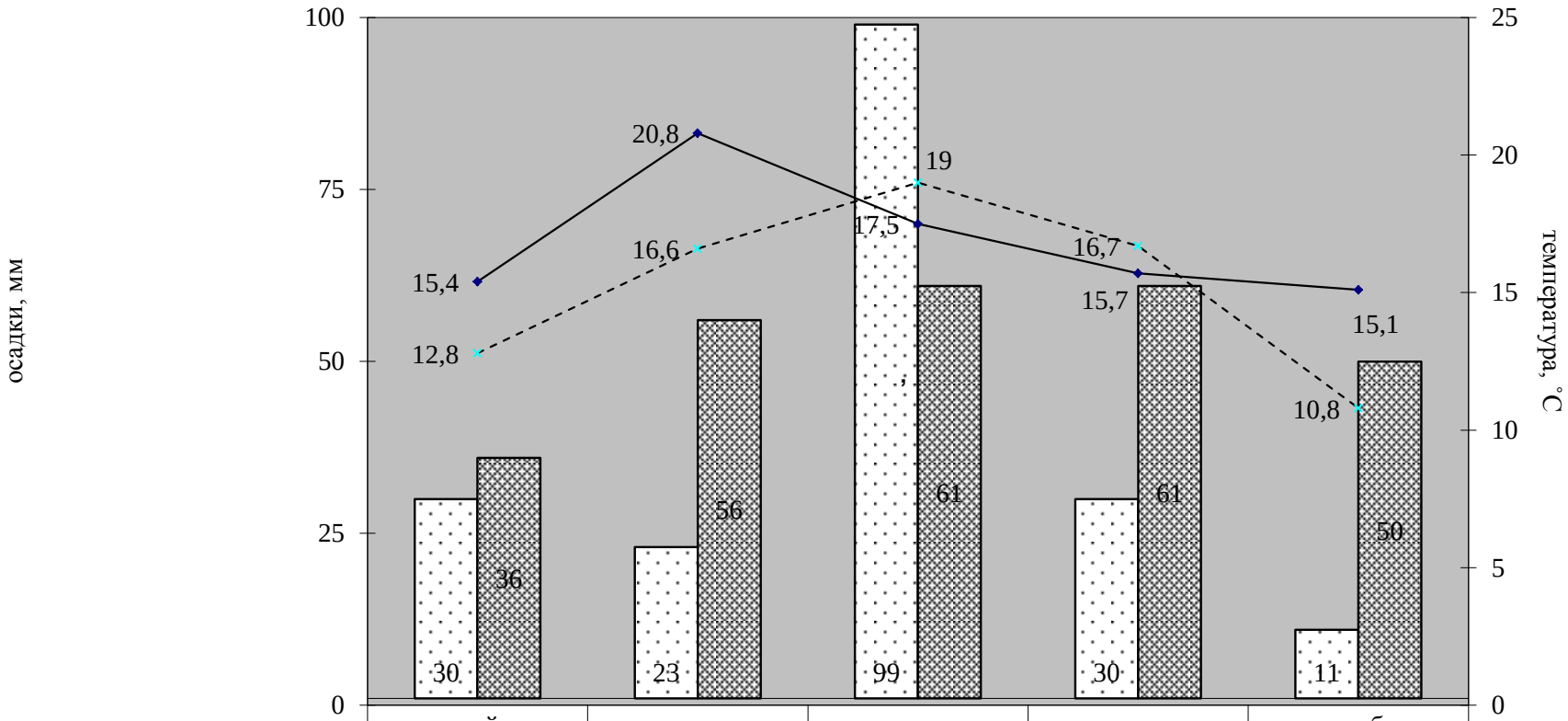
Весна в 2016 году наступила в обычные сроки. Май характеризовался теплой погодой (14,6 ºС), что на 4,2ºС выше нормы. Осадков выпало 17 % от нормы, за исключением второй декады мая (18 мм, что составило 150 % от нормы).

Среднесуточная температура июня составила 17,6 ºС, что на 1 ºС выше нормы. Осадков за месяц выпало 50 мм (91 % от нормы).

Июль был теплым и сухим. Среднесуточная температура воздуха была на 2,2 ºС выше нормы. Осадков выпало 24 мм, или 39 % от нормы.

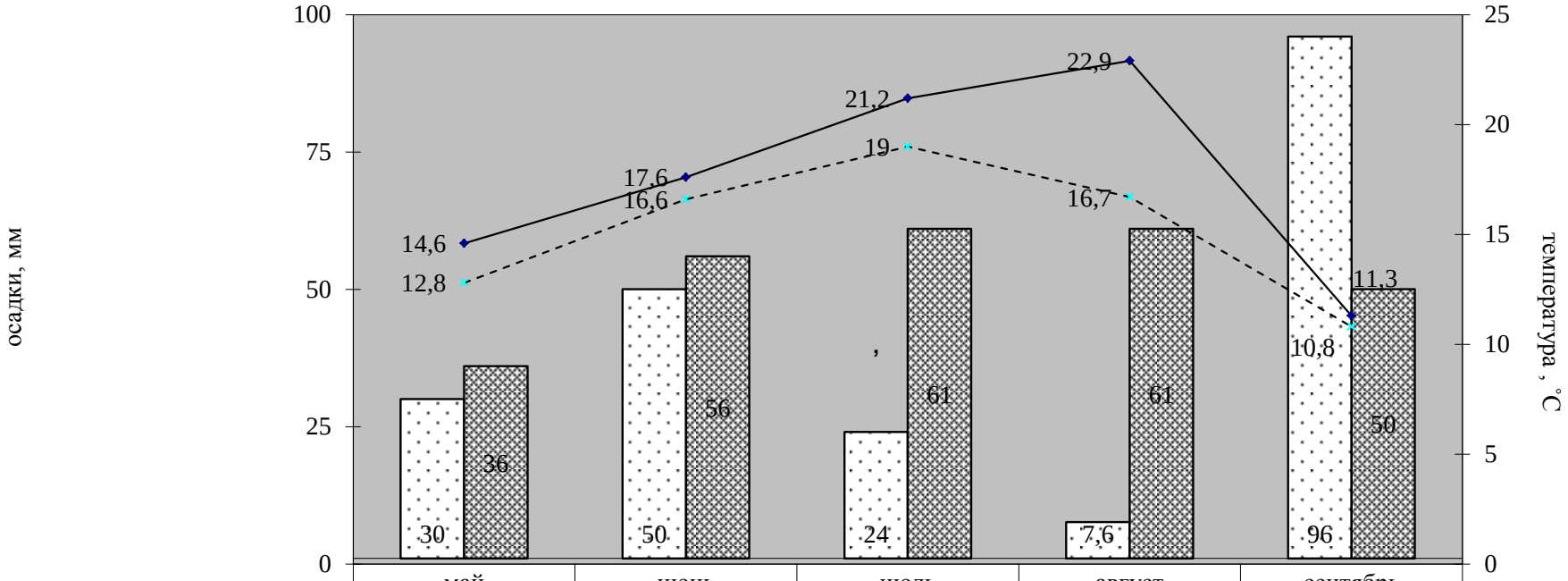
Август был жарким и сухим. Среднесуточная температура воздуха составила 22,9 ºС, что на 6,2 ºС выше нормы. Осадков выпало всего лишь 7,6 мм, или 13 % от нормы. Из трех лет исследований более благоприятный был 2015г., менее благоприятный – 2014 г.

Анализ метеорологических условий в годы исследований показал, что из факторов жизни растений в условиях Республики Татарстан, первостепенное значение имеет накопление и сохранение влаги в почве, так как в зоне осадки выпадают неравномерно и часто бывают засухи.



	май	июнь	июль	август	сентябрь
осадки, мм 2015 г	30	23	99	30	11
осадки, мм ср. мн.	36	56	61	61	50
температура ˚С 2015 г	15,4	20,8	17,5	15,7	15,1
температура ˚С ср. мн	12,8	16,6	19	16,7	10,8

Рисунок 2 – Метеорологические условия, 2015 г.



	май	июнь	июль	август	сентябрь
осадки, мм 2016 г	30	50	24	7,6	96
осадки, мм ср. мн.	36	56	61	61	50
температура ˚С 2016 г	14,6	17,6	21,2	22,9	11,3
температура ˚С ср. мн	12,8	16,6	19	16,7	10,8

Рисунок 3 – Метеорологические условия, 2016 г.

2.3. Характеристика почвы опытного участка

Исследования проводили в 2014-2016 гг. на выщелоченном черноземе Закамья Алексеевского муниципального района Республики Татарстан.

Почва опытного поля – выщелоченный чернозем. В пахотном слоев разные годы содержалось: гумуса по Тюрину – 5,8-6,2%, щелочно-гидролизуемого азота по Корнфилду – 85-90 мг/кг, подвижного фосфора – 162-165, обменного калия (по Чирикову) – 185-190 мг/кг почвы, pH сол. – 5,7-5,9. Расположение делянок систематическое. Повторность опыта трехкратная. Общая площадь делянки – 263 $м^2$, учетная – 200 $м^2$.

Схема опыта:

Фактор (А) – способ обработки почвы: 1. Вспашка (контроль); 2. Безотвальная обработка.

Фактор (В) – фон минерального питания: 1. Без удобрения (контроль); 2. NPK на 400 ц/га з/м; 3. PK – фон; 4. Фон + N_{40} (безвод. аммиак);5. Фон + N_{60} (безвод. аммиак); 6. Фон + N_{80} (безвод. аммиак); 7. Фон + N_{100} (безвод. аммиак); 8. Фон + N_{120} (безвод. аммиак).

Расчет доз минеральных удобрений на 400 ц/га зеленой массы осуществляли расчетно-балансовым методом, в 2014 г. она была равна $N_{82}K_{62}$; в 2015 г. – $N_{88}K_{68}$; в 2016 г. – $N_{92}K_{67}$.

2.4. Агротехника в опытах

В опыте за исключением изучаемых агроприемов соблюдали общепринятую технологию. Предшественник – однолетние травы. Удобрения на втором и третьем вариантах определяли расчетным методом с учетом местных коэффициентов выноса и использования элементов питания из почвы и удобрений, предложенных для нашей зоны А.А. Зиганшиным [48].

Безводный аммиак был внесен осенью на глубину 16-18 см. Вспашка и безотвальная обработка были проведены на 23-25 см. Посев проводили на глубину 6-7 см. Уход состоял из двух междурядных рыхлений. Уборка кукурузы на силос была проведена в фазу молочной спелости зерна.

2.5. Объекты исследований, методика наблюдений учетов и анализов

Объект исследований: гибрид кукурузы Машук 250 СВ. Оригинатор: ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы». Происхождение: трёхлинейный гибрид. Внешнее описание гибрида: Растение высокое, лист средней ширины, початок слабо конический, средней длины-длинный, толстый, ножка короткая-средняя, рядов зёрен-среднее количество, стержень окрашен средне. Зерно промежуточное, ближе к зубовидному, в верхней части жёлтое. Лист изогнутый, угол между пластинкой листа и стеблем средний. Антоциановая окраска шёлка слабая, влагалища листа - отсутствует или очень слабая. Время цветения метёлки раннее -среднее. Растение средней высоты, лист средней ширины. Початок средней длины – длинный, средней толщины, слабо конический, ножка короткая, рядов зерен среднее количество, стержень окрашен средне. Зерно промежуточное, ближе к зубовидному, в верхней части желтое.

Главная ось метёлки выше верхней боковой, ветви, средняя – длинная.

Срок созревания: Среднеранний. Вегетационный период 116 дней.

Устойчивость к заболеваниям и вредителям: устойчив к южному гельминтоспориозу, слабо поражается пузырчатой головней, сильно-бактериозом и фузариозом початков. Сильно повреждается стеблевым кукурузным мотыльком.

Основные особенности гибрида: Гибрид кукурузы «Машук 250 СВ» силосного и зернового направления использования. Среднее содержание сухого вещества в силосе 36,7 %.

Полевые эксперименты в годы проведения исследований сопровождались всеми необходимыми наблюдениями, учётами и анализами в соответствии с современными методиками проведения полевых опытов:

1. Фенологические наблюдения за ходом прохождения основных фенологических фаз кукурузы велись по методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [92].

В процессе вегетации отмечались следующие фенологические фазы: всходы, кущение, выход в трубку, вымётывание. Начало фазы отмечалось, когда в нее вступило не менее 10 % растений; полная фаза – не менее 75 % растений.

2. Учет густоты стояния растений проводили по всходам и перед уборкой по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [170].

На основании подсчета определяется полнота всходов как процент от числа высеянных лабораторно-всхожих семян и сохранность растений в процентах к уборке от числа растений в фазе всходов.

3. Учет динамики накопления сухой биомассы учитывали высушиванием растительных проб в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянного веса по А. А. Ничипоровичу [133].

4. Определение влажности в метровом слое почвы термостатно-весовым методом. Высушивание выполнялось в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течении шести часов с последующим охлаждением в эксикаторе [40].

5. Определение в почве щелочно-гидролизуемого азота по Корнфилду, подвижного фосфора и обменного калия на выщелоченных черноземах по Чирикову.

6. Определение плотности сложения почвы с помощью патронов объемом 500 см^3.

7. Учет засоренности посевов путем подсчета сорняков на площадках по 0,33 м² в трех местах делянки в фазу кущения и перед уборкой урожая по Б.А. Доспехову [40].

8. Определение суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления по А.Н. Костякову [68].

9. Определение показателей фотосинтетической деятельности посевов по методике А.А. Ничипоровича [133].

10. Химический анализ растений проводили из растительного образца по общепринятым лабораторным методам анализа качества кормов. Выход кормовых единиц и переваримого протеина определяется на основе коэффициентов переваримости М.Ф. Томмэ [148].

11. Учет урожая вели по делянкам. Урожайность зеленой массы приводили к стандартной влажности (80 %). Структура урожая определялась по всем вариантам опыта методом снопового анализа.

12. Расчет экономической эффективности проводили по технологическим картам на основе фактического объема выполненных работ и прямых энергозатрат, а биоэнергетической по методике ВНИИ кормов [92,118].

13. Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову [40].

14. Корреляционно-регрессионный анализ с помощью программы Statistika ver. 5.5. for Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и кормовые достоинства кукурузы при выращивании на силос

3.1. Динамика влажности почвы

Среди факторов окружающей среды, влияющих на развитие кукурузы, важную роль играют тепло и влага, которые часто лимитируют продуктивность культуры. Для прорастания кукурузы необходимо около 44 % воды от массы семян. На каждый миллиметр воды растения кукурузы производят около 20 кг зерна на 1 га. Недостаток влаги в критический период резко снижает урожай кукурузы. На содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, как показали наши исследования, большое влияние оказали погодные условия года, способы обработки почвы и минеральные удобрения (рис. 4-6).

В 2014 г. запас продуктивной влаги перед посевом был удовлетворительным. Удобрения не оказывали существенного влияния на величину этого показателя. В вариантах с отвальной вспашкой в зависимости от фона питания она варьировала в пределах 120-124 мм. При безотвальной обработке содержание влаги перед посевом было на3-5 мм выше, чем по вспашке. К середине вегетации (фаза выметывания) в связи с максимальным потреблением влаги растениями кукурузы запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см уменьшались, однако закономерность по способам обработки осталась та же. Наибольшее содержание влаги в метровом слое почвы, как при вспашке, так и при безотвальной обработке было на неудобренных вариантах и составило соответственно 89 и 91 мм. В зависимости от фона питания, при вспашке запасы влаги в метровом слое почвы в фазе выметывания колебались от 78 до 89 мм и при безотвальной обработке – 80-91 мм. К уборке запасы влаги на контроле при вспашке составили 115 мм, а в варианте Фон + N_{120} – 104 мм (или на 11 мм ниже).

При безотвальной обработке на аналогичных вариантах они равнялись 124 и 106 мм. С увеличением уровня питания запасы влаги в слое почвы 0-100 см уменьшались.

В 2015 г. запас продуктивной влаги перед посевом был выше, чем в 2014 г. На вариантах отвальной вспашки в зависимости от фона питания он составлял 133-137 мм. При безотвальной обработке содержание влаги перед посевом было несколько выше, чем при вспашке и варьировало от 136 до 141 мм.

К фазе выметывания запасы продуктивной влаги падали, однако закономерность осталась та же. На вариантах вспашки они в зависимости от уровня питания составляли 85-97 мм, а при безотвальной обработке 86-98 мм. На запасы продуктивной влаги в почве большее влияние оказали удобрения. Если при вспашке на не удобренном контроле в метровом слое почвы в слое 0-100 см содержалось 97 мм, то в варианте Фон + N_{120} – 85 мм (т.е. на 12 мм меньше). При расчете норм минеральных удобрений на получение 40 т/га зеленой массы кукурузы при вспашке запас влаги составлял 90 мм, то при безотвальной обработке – 92 мм.

К уборке содержание влаги уменьшилось и составляло на вариантах вспашки 76-87 мм, а при безотвальной обработке – 78-89 мм. В зависимости от удобрений закономерность осталась та же.

Аналогичная закономерность по запасам продуктивной влаги сохранилась и в 2016 г. От посева к уборке запасы влаги в метровом слое почвы падали.

В ходе проведенных исследований установлено, что чем выше урожайность, тем меньше запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см. С увеличением уровня питания возрастает урожайность и уменьшаются запасы влаги в почве.

Содержание влаги перед посевом на вариантах отвальной вспашки в зависимости от фона питания колебалось от 132 до 136 мм, а при безотвальной обработке от 134 до 139 мм.

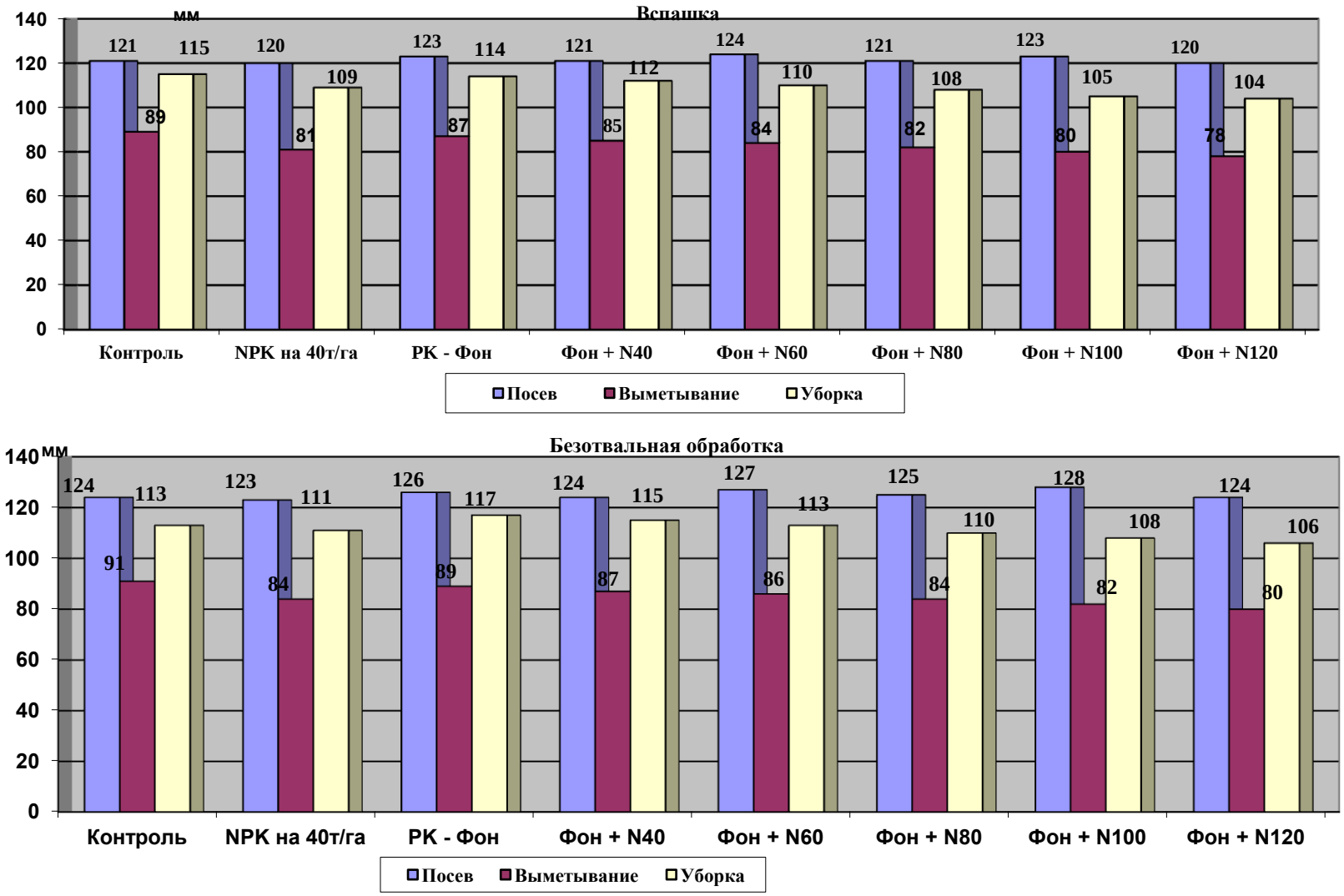


Рисунок 4 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см по фазам развития кукурузы, 2014 г.

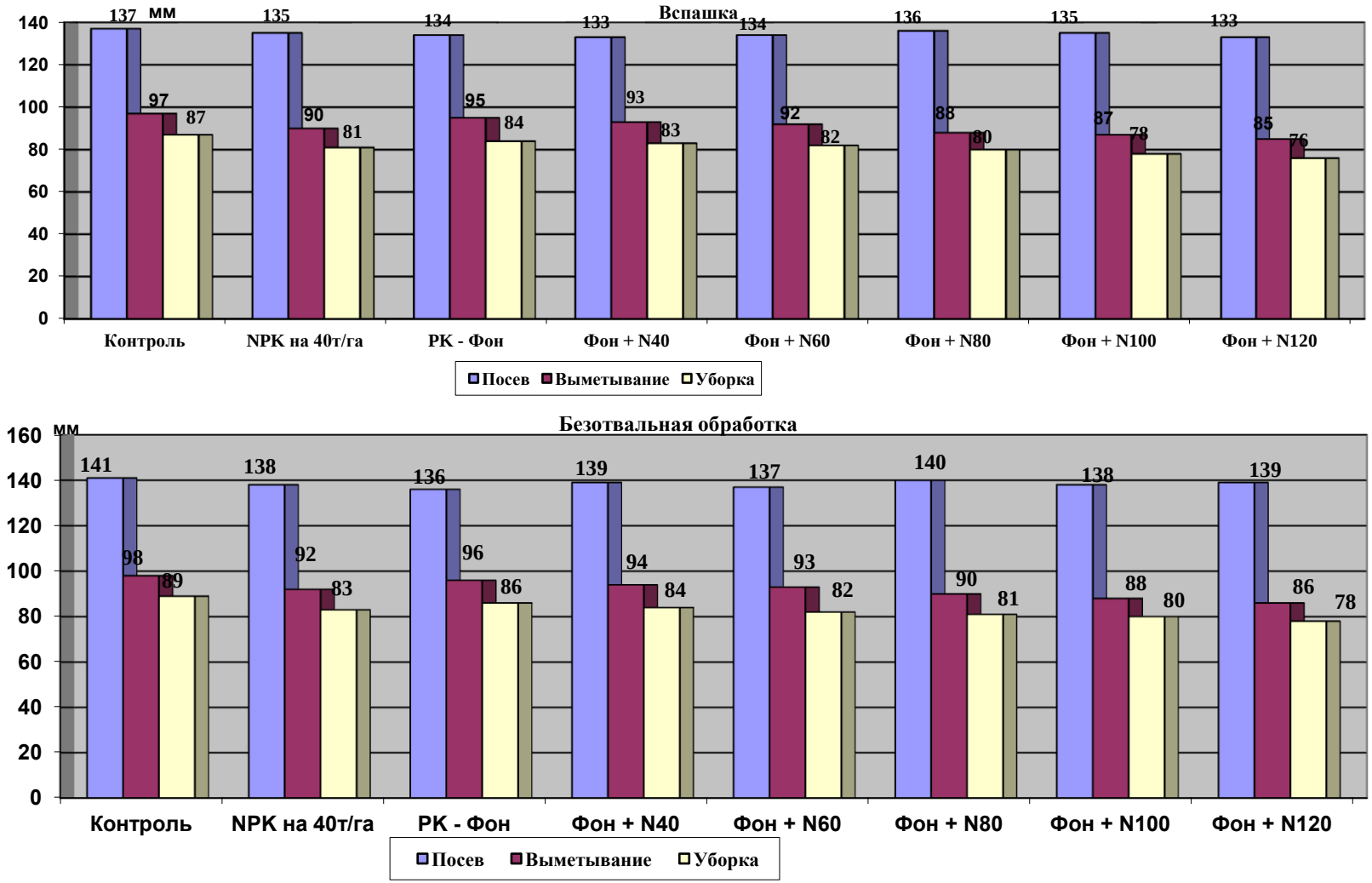


Рисунок 5 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см по фазам развития кукурузы, 2015 г.

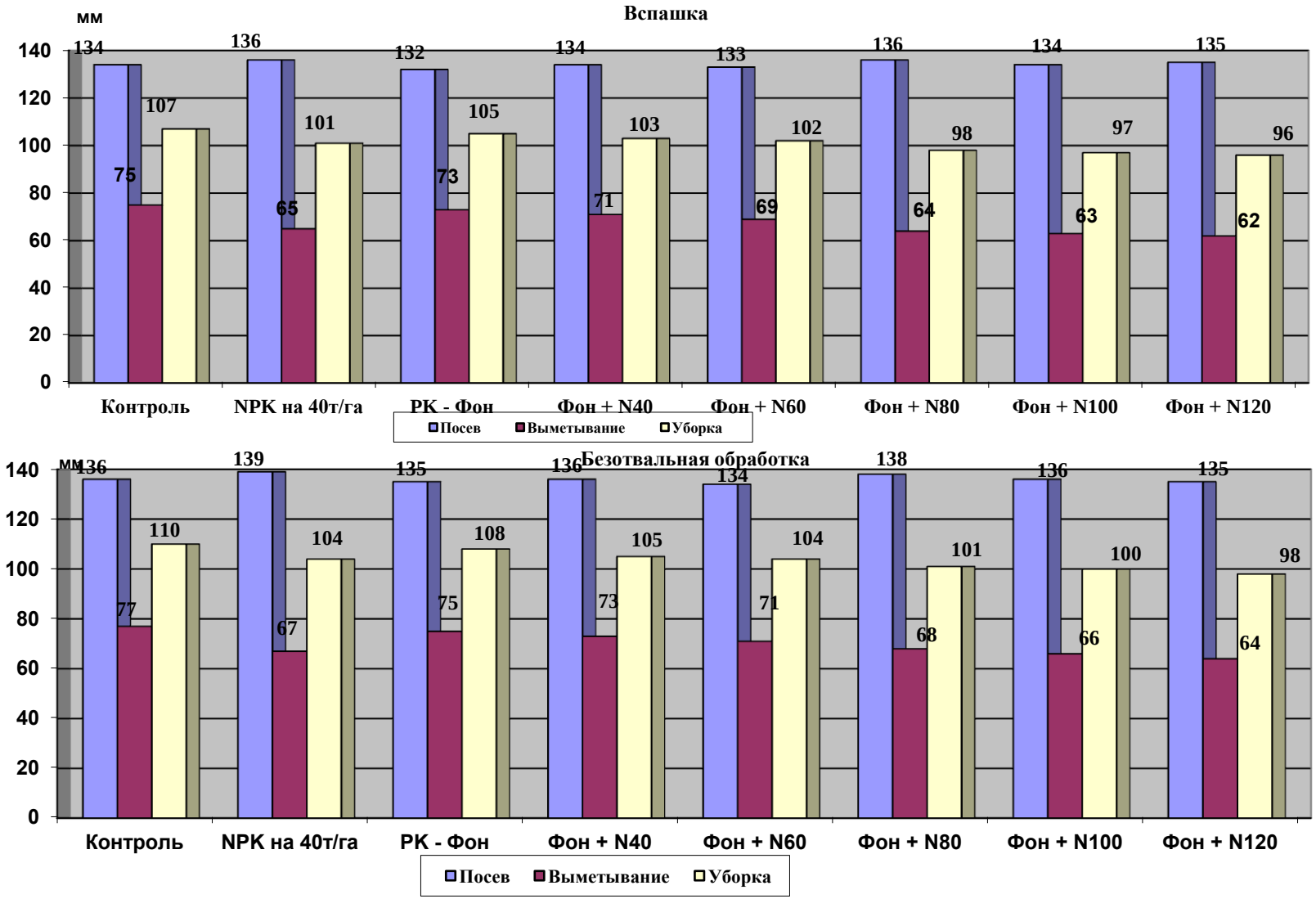


Рисунок 6 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см по фазам развития кукурузы, 2016 г.

К фазе выметывания на вариантах вспашки они в зависимости от уровня питания составляли 62-75 мм, а при безотвальной обработке 64-77мм. На запасы продуктивной влаги в почве большее влияние оказали удобрения. Если при вспашке на не удобренном контроле в метровом слое почвы в слое 0-100 см содержалось 75 мм, то в варианте Фон + N_{120} – 62 мм (т.е. на 13 мм меньше). При расчете норм минеральных удобрений на получение 40 т/га зеленой массы кукурузы при вспашке запас влаги составлял 65 мм, то при безотвальной обработке – 67 мм.

К уборке в связи с выпавшими осадками содержание влаги увеличилось и составляло на вариантах вспашки 96-107 мм, а при безотвальной обработке – 98-110 мм. В зависимости от удобрений закономерность осталась та же.

3.2. Фенологические наблюдения

Изучаемые агротехнические приемы, оказали влияние и на сроки наступления фенологических фаз (таблица 3,4,5).

От посева до всходов по способам обработки почвы и фонам питания они различались на 1-2 дня. Фенологические фазы наступали раньше на контроле (без удобрений). Внесение безводного аммиака на фоне РК при дозе N_{120} удлиняло наступление фенологических фаз развития растений кукурузы на 4 дня по вспашке, по сравнению с без удобренным ариантом в фазе 7-8 листьев, а при безотвальной обработке на три дня. Такая же тенденция в развитии растений сохранилась и к уборке.

Посев в 2014 г. был проведен 16 мая. Всходы появились в зависимости от уровня питания при отвальной вспашке 26-27 мая, а при безотвальной обработке 27-28 мая. Фаза 7-8 листьев была отмечена при вспашке 24-28 июня, а при безотвальной обработке 25-28 июня. Фаза выметывания при вспашке была отмечена 22-26 июля, а при безотвальной обработке 21-26 июля. Через месяц наступала фаза молочной спелости. Удобрения удлиняли вегетационный период как при вспашке, так и при безотвальной обработке на 4 дня.

Посев в 2015 г. был проведен 15 мая. Всходы появились в зависимости от уровня питания при отвальной вспашке 23-26 мая, а при безотвальной обработке 25-27 мая. Фаз 7-8 листьев была отмечена при вспашке 20-23 июня, а при безотвальной обработке 19-22 июня. Фаза выметывания при вспашке была отмечена 19-26 июля, а при безотвальной обработке 18-24 июля. Через месяц наступала фаза молочной спелости. Удобрения удлиняли вегетационный период при вспашке на 9 дней, а при безотвальной обработке на 7 дней.

В 2016 г. весна наступила рано. Посев был проведен 9 мая, всходы при вспашке появились 22-25 мая, а при безотвальной обработке 21-24 мая. Удобрения наступление фазы всходов в зависимости от уровня питания удлиняли на 1-3 дня. Фаза 7-8 листьев при вспашке на без удобренном фоне наступила 16 июня, а варианте Фон N_{120} 20 июня. При безотвальной обработ-

ке она наступала на 1-2 дня раньше. Аналогичная закономерность сохранилась и в фазе выметывания.

Таблица 3 – Даты наступления фенологических фаз развития кукурузы, 2014г.

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Фазы развития				
		посев	всходы	7-8 листьев	выметывание	молочная спелость
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	16.05	26.05	24.06	22.07	16.08
	NPK на 40 т/га з/м	16.05	26.05	26.06	24.07	18.08
	PK – Фон	16.05	26.05	25.06	23.07	17.08
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	16.05	26.05	26.06	24.07	18.08
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	16.05	26.05	26.06	24.07	18.08
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	16.05	27.05	27.06	25.07	19.08
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	16.05	27.05	27.06	26.07	19.08
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	16.05	27.05	28.06	26.07	20.08
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	16.05	27.05	25.06	21.07	15.08
	NPK на 40 т/га з/м	16.05	27.05	26.06	22.07	17.08
	PK – Фон	16.05	27.05	25.06	21.07	16.08
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	16.05	27.05	26.06	23.07	17.08
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	16.05	28.05	26.06	23.07	17.08
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	16.05	28.05	27.06	24.07	18.08
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	16.05	28.05	27.06	25.07	18.08
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	16.05	28.05	28.06	26.07	19.08

Таблица 4 – Даты наступления фенологических фаз развития кукурузы, 2015 г.

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Фазы развития				
		посев	всходы	7-8 листьев	выметывание	молочная спелость
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	15.05	23.05	20.06	19.07	20.08
	NPK на 40 т/га з/м	15.05	25.05	22.06	23.07	27.08
	PK – Фон	15.05	24.05	21.06	22.07	26.08
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	15.05	25.05	22.06	23.07	26.08
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	15.05	25.05	22.06	23.07	26.08
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	15.05	26.05	22.06	24.07	27.08
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	15.05	26.05	23.06	25.07	328.08
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	15.05	26.05	23.06	26.07	29.08
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	15.05	25.05	19.06	18.07	20.08
	NPK на 40 т/га з/м	15.05	26.05	21.06	21.07	25.08
	PK – Фон	15.05	25.05	20.06	19.07	24.08
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	15.05	25.05	21.06	20.07	24.08
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	15.05	25.05	21.06	20.07	25.08
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	15.05	26.05	22.06	22.07	25.08
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	15.05	26.05	22.06	23.07	26.08
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	15.05	27.05	22.06	24.07	27.08

Таблица 5 – Даты наступления фенологических фаз развития кукурузы, 2016г.

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Фазы развития				
		посев	всходы	7-8 листьев	выметывание	молочная спелость
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	9.05	22.05	16.06	15.07	12.08
	NPK на 40 т/га з/м	9.05	24.05	18.06	17.07	14.08
	PK – Фон	9.05	23.05	17.06	16.07	13.08
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	9.05	23.05	18.06	16.07	13.08
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	9.05	23.05	18.06	17.07	13.08
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	9.05	24.05	18.06	17.07	13.08
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	9.05	25.05	19.06	19.07	14.08
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	9.05	25.05	20.06	20.07	14.08
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	9.05	21.05	15.06	14.07	11.08
	NPK на 40 т/га з/м	9.05	23.05	17.06	16.07	13.08
	PK – Фон	9.05	22.05	16.06	15.07	12.08
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	9.05	22.05	17.06	16.07	13.08
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	9.05	22.05	17.06	16.07	13.08
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	9.05	23.05	17.06	17.07	13.08
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	9.05	24.05	18.06	18.07	14.08
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	9.05	24.05	19.06	19.07	14.08

На наступление фенологических фаз кукурузы оказали влияние фон питания и способы обработки почвы (табл. 6-8).

В 2014 г. продолжительность межфазного периода посев-всходы составила 11 дней, всходы – 7-8 лист при отвальной обработке почвы в зависимости от уровня питания были 29-31, 7-8 лист – выметывание – 27-30 и выметывание-молочная спелость – 23-27 дней. Продолжительность вегетационного периода на контроле при отвальной вспашке составила 90, а в варианте – 99 дней (т.е. на 9 дней больше).

При безотвальной обработке продолжительность межфазных периодов составляла соответственно 11, 29-30, 26-29, 23-26 дней. Продолжительность вегетационного периода колебалась от 89 до 96 дней.

В 2015 г. при отвальной вспашке продолжительность межфазного периода в зависимости от уровня питания составляла: посев-всходы 8-11 дней, всходы – 7-8 лист – 27-29, 7-8 лист-выметывание – 29-34, выметывание-молочная спелость -29-34 дней. Удобрения удлиняли вегетационный период. На фоне без удобрений при вспашке он составил – 93 дня, а варианте NPK на 40 т/га зеленой массы – 100 дней. Аналогичная закономерность сохранилась и при безотвальной обработке, хотя здесь он был на 4-5 дней короче, чем при вспашке. Продолжительность вегетационного периода была выше в вариантах с внесением азота. Если на контроле он составил 89 дней, то на фоне РК он был 91 день и варианте Фон + N_{120} (безвод. аммиак) – 103 дня.

В 2016 г. продолжительность межфазного периода при отвальной вспашке в зависимости от уровня питания составляла: посев-всходы 13-16 дней, всходы – 7-8 лист – 24-27, 7-8 лист-выметывание – 29-30, выметывание-молочная спелость – 27-29 дней. Удобрения удлиняли вегетационный период на 11 дней (Фон + N_{120}). На фоне без удобрений при вспашке он составил – 93 дня, в варианте NPK на 40 т/га зеленой массы – 98 и варианте Фон + N_{100} – 103 дня.

Аналогичная закономерность сохранилась и при безотвальной обработке.

Таблица 6 – Продолжительность межфазных периодов кукурузы в зависимости от способа обработки почвы и удобрений, 2014 г., дней

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Продолжительность межфазных периодов				Вегетационный период
		посев - всходы	всходы - 7-8 листьев	7-8 листьев-выметывание	выметывание-молочная спелость	
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	11	29	27	23	90
	NPK на 40 т/га з/м	11	31	28	24	94
	PK – Фон	11	31	27	24	93
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	11	31	28	24	94
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	11	31	28	24	94
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	11	31	28	25	95
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	11	31	29	26	97
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11	31	30	27	99
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	11	29	26	23	89
	NPK на 40 т/га з/м	11	29	27	24	91
	PK – Фон	11	29	26	23	89
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	11	29	27	24	91
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	11	30	27	24	92
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	11	30	28	24	93
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	11	30	29	25	95
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11	30	29	26	96

Таблица 7 – Продолжительность межфазных периодов кукурузы в зависимости от способа обработки почвы и удобрений, 2015 г., дней

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Продолжительность межфазных периодов				Вегетационный период
		посев - всходы	всходы - 7-8 листьев	7-8 листьев-выметывание	выметывание-молочная спелость	
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	8	27	29	29	93
	NPK на 40 т/га з/м	10	28	31	31	100
	PK – Фон	9	27	30	30	96
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	10	28	31	31	100
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	10	28	31	31	100
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	11	28	32	32	102
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	11	29	33	33	106
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11	29	34	34	108
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	10	26	26	27	89
	NPK на 40 т/га з/м	11	27	29	29	96
	PK – Фон	10	26	27	28	91
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	10	27	29	29	95
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	10	27	30	29	96
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	11	27	30	30	98
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	11	27	31	32	99
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11	28	32	32	103

Таблица 8 – Продолжительность межфазных периодов кукурузы в зависимости от способа обработки почвы и удобрений, 2016 г., дней

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Продолжительность межфазных периодов				Вегетационный период
		посев - всходы	всходы - 7-8 листьев	7-8 листьев-выметывание	выметывание-молочная спелость	
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	13	24	29	27	93
	NPK на 40 т/га з/м	15	26	29	28	98
	PK – Фон	14	25	29	28	96
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	14	26	29	28	97
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	14	26	29	28	97
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	15	26	29	28	97
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	16	27	30	29	102
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	16	27	30	29	102
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	12	24	29	28	93
	NPK на 40 т/га з/м	15	25	29	29	98
	PK – Фон	13	25	29	28	95
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	13	26	29	28	96
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	13	26	30	28	97
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	14	26	30	29	99
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	15	26	30	29	100
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	15	27	30	29	101

3.3. Густота стояния растений и полевая всхожесть семян

Основным признаком получения хорошего урожая является высокая всхожесть семян растений, которая обеспечит оптимальную густоту стояния растений, обеспечивающую достижение поставленной цели.

На результаты полевой всхожести, как показали наши исследования большее влияние оказали климатические условия в годы проведения исследований, меньшее удобрения и способ обработки почвы (табл. 9).

В среднем за три года при отвальной вспашке на без удобренном фоне полевая всхожесть составила 95,0 % (7,6 шт./м^2.), а на фоне NPK на 40 т/га зеленой массы 96,2 % (7,6 шт./м^2). При увеличении норм внесения азота до 100 и 120 кг. д.в./га (6 и 7 варианты) полевая всхожесть составила соответственно 93,8 и 92,5 %, что ниже по сравнению с без удобренным фоном на 1,2 и 2,5 %.

При безотвальной обработке на контроле на 1 кв.м. насчитывалось 7,5 растений, в варианте NPK на 40 т/га зеленой массы – 7,6, на фоне РК – 7,5, в четвертом варианте (Фон + N_{40}) – 7,5, в пятом (Фон + N_{60}) и в шестом (Фон + N_{80}) – 7,6, в седьмом – (Фон + N_{40}) – 7,5 и восьмом варианте – 7,4 шт.м^2.

Полевая всхожесть на аналогичных вариантах составила соответственно – 93,8; 95,0; 93,8; 93,8; 95,0; 95,0; 93,8 и 92,5 %.

Способы основной обработки почвы большого влияния на густоту стояния растений и полевую всхожесть не оказали.

Таблица 9 – Густота стояния растений и полевая всхожесть семян в зависимости от способа обработки почвы и удобрений

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	2014 год		2015 год		2016 год		Средняя	
		шт./м^2	%	шт./м^2	%	шт./м^2	%	шт./м^2	%
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	7,6	95,0	7,7	96,3	7,6	95,0	7,6	95,0
	NPK на 40 т/га з/м	7,7	96,2	7,7	96,3	7,6	95,5	7,7	96,2
	PK – Фон	7,6	95,0	7,6	95,0	7,7	96,3	7,6	95,0
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	7,6	95,0	7,7	96,3	7,6	96,3	7,6	95,0
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	7,7	96,2	7,7	96,3	7,6	96,3	7,7	96,2
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	7,7	96,2	7,7	96,395,0	7,6	96,3	7,7	96,2
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	7,5	93,8	7,6	93,8	7,5	93,8	7,5	93,8
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	7,4	92,5	7,5	95,0	7,4	92,5	7,4	92,5
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	7,5	93,8	7,6	95,0	7,5	938	7,5	93,8
	NPK на 40 т/га з/м	7,6	95,0	7,6	95,0	7,6	96,3	7,6	95,0
	PK – Фон	7,5	93,8	7,6	95,0	7,4	92,5	7,5	93,8
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	7,5	93,8	7,6	95,0	7,5	93,8	7,5	93,8
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	7,6	95,0	7,7	96,3	7,5	93,8	7,6	95,0
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	7,6	95,0	7,7	96,3	7,6	96,3	7,6	95,0
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	7,5	93,8	7,5	93,8	7,4	92,5	7,5	93,8
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	7,4	92,5	7,4	92,5	7,3	91,3	7,4	92,5

3.4. Засоренность посевов

Изучаемые агроприемы и метеорологические условия оказали влияние, как на засоренность посевов, так и сухую массу сорняков (таблица 10-11, Рисунок 7).

Посевы кукурузы в годы проведения опытов были в основном засорены куриным просом, овсюгом, щирицей запрокинутой, щетинником сизым, марью белой и осотом полевым.

Низкой засоренностью отличались варианты без внесения удобрений как по всходам (27-33 шт./м^2), так и вовремя уборки (19-25 шт./м^2) по отвальной вспашке. При безотвальной обработке почвы наблюдалась та же закономерность, но засоренность посевов кукурузы была на 16-18 шт./м^2 больше, чем по отвальной вспашке.

На фонах внесения удобрений засоренность была выше, чем на контроле, как по отвальной вспашке, так и при безотвальной обработке.

Из трех лет исследований наибольшая засоренность посевов по вспашке отмечалась в 2016 году на варианте Фон + N_{120} (безводный аммиак) – 44 шт./м^2, что выше чем на контроле на 33,3 %. С увеличением доз внесения безводного аммиака засоренность посевов возрастала как по вспашке, так и безотвальной обработке.

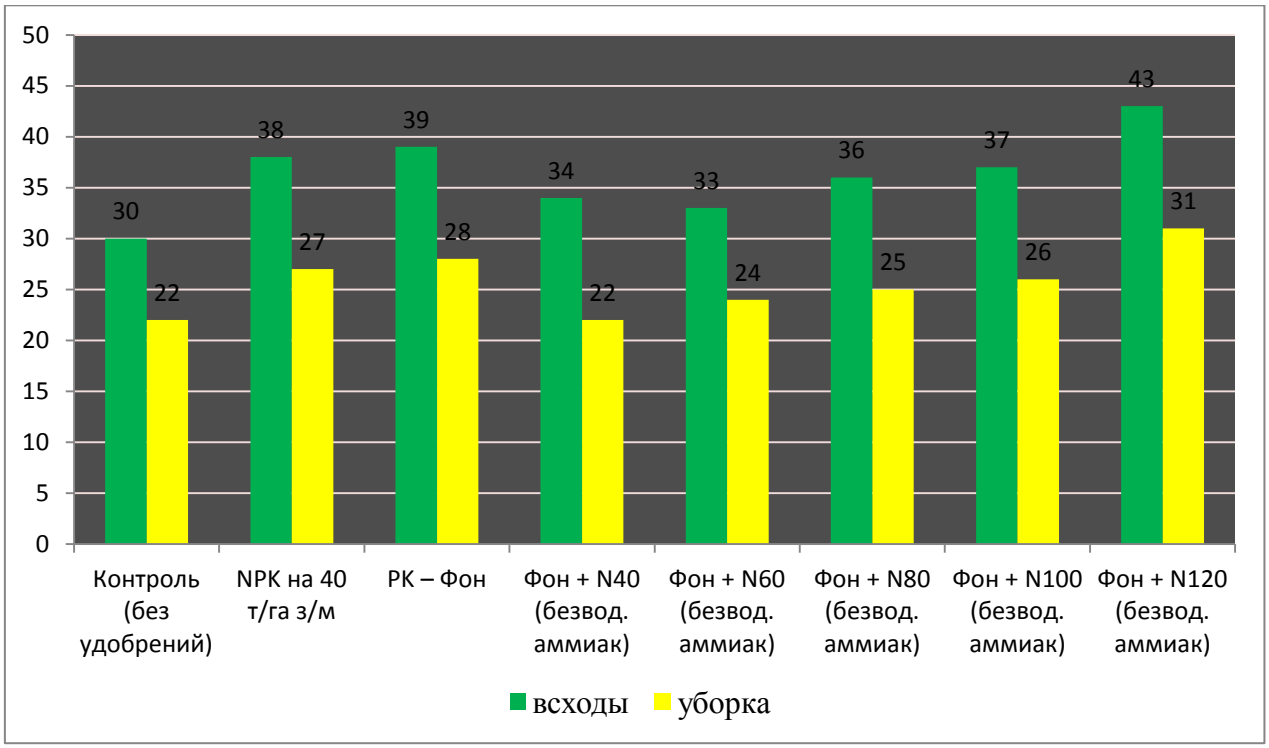
Изучаемые способы основной обработки почвы и фон питания оказали влияние и на воздушно-сухую массу сорных растений. Во все годы исследований наименьшей она была на не удобренном фоне. По вспашке она составляла в среднем три года 22,8 г/м^2, а по безотвальной обработке 33,6 г/м^2, что на 47,4 % выше.

Наибольшей масса сорных растений по отвальной вспашке была на варианте Фон + N_{120} (безводный аммиак) и составила 34,6 г/м^2, при безотвальной обработке на варианте Фон + N_{80} (безвод. аммиак) - 46,6 г/м^2.

Таблица 10 – Засоренность посевов кукурузы в годы исследований, шт./м^2

Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	2014г.		2015г.		2016г.		Средняя	
		Всходы	Уборка	Всходы	Уборка	Всходы	Уборка	Всходы	Уборка
Вспашка (к)	1. Контроль (без удобрений)	27	19	31	23	33	25	30	22
	2. NPK на 40 т/га з/м	36	25	38	27	39	28	38	27
	3. PK – Фон	38	27	39	28	41	30	39	28
	4. Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	29	21	35	26	31	20	34	22
	5. Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	31	24	33	23	36	25	33	24
	6. Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	34	25	36	22	37	27	36	25
	7. Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	36	27	37	23	39	28	37	26
	8. Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	41	30	43	31	44	33	43	31
Безотвальная обработка	1. Контроль (без удобрений)	45	36	47	34	49	36	47	35
	2. NPK на 40 т/га з/м	47	38	49	37	50	35	49	37
	3. PK – Фон	49	38	52	39	50	37	50	38
	4. Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	50	42	53	41	52	38	52	40
	5. Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	54	40	56	45	54	42	55	42
	6. Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	55	43	58	40	56	44	56	42
	7. Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	52	40	54	38	51	40	52	40
	8. Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	54	38	56	35	53	37	54	37

Вспашка



Безотвальная обработка

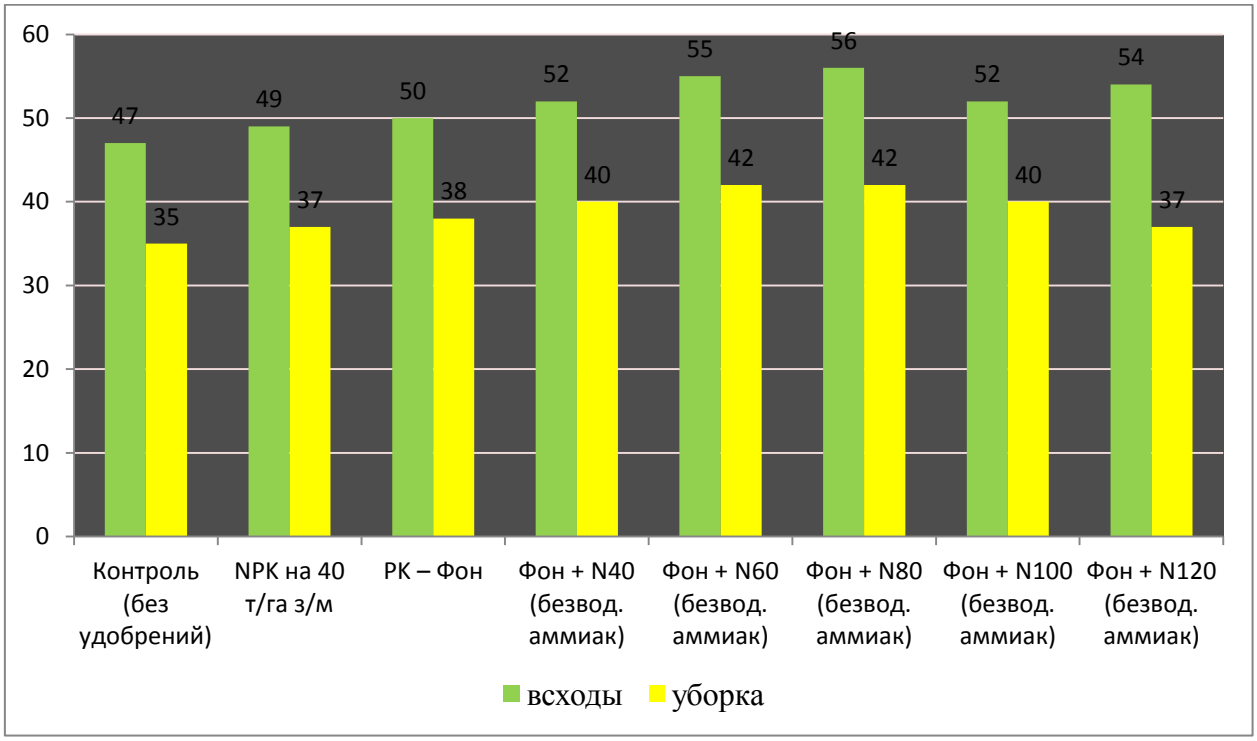


Рисунок 7 – Засоренность посевов кукурузы в среднем за 2014-2016 гг., шт./м^2

Таблица 11 – Масса сорных растений в зависимости от способов обработки почвы и удобрений к уборке, г/м^2

Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	2014г.	2015г.	2016г.	Средняя
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	19,1	23,6	25,6	22,8
	2.NPK на 40 т/га з/м	28,2	29,7	30,7	29,5
	3.PK – Фон	27,4	28,5	30,2	28,7
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	22,0	27,4	21,4	23,6
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	26,3	25,3	27,7	26,4
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	28,6	24,2	30,4	27,7
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	30,8	25,1	31,5	29,1
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	34,2	33,2	36,4	34,6
Безотвальная обработка	1. Контроль (без удобрений)	34,1	32,1	34,5	33,6
	2. NPK на 40 т/га з/м	40,3	39,3	37,2	38,9
	3. PK – Фон	37,6	39,5	37,4	38,2
	4. Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	42,4	41,6	38,1	40,7
	5. Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	42,0	47,8	47,2	44,7
	6. Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	47,1	44,2	48,4	46,6
	7. Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	44,2	42,4	41,5	42,7
	8. Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	43,3	39,2	40,7	41,1

3.5. Влияние агротехнических приемов на физические свойства почвы

Основной обработке почве в земледелии придается большое значение, так как от нее в значительной степени зависят водно-физические, биологические и химические свойства почвы, что в сочетании с другими приемами в конечном итого определяет величину урожая сельскохозяйственных культур.

При проведении основной обработки почвы улучшается строение пахотного слоя, увеличивается общая пористость и уменьшается объем капиллярных пор, что снижает капиллярное и повышает конвекционно-диффузное испарение влаги, а также улучшает прогревание почвы. При уплотнении же почвы общая пористость почвы уменьшается, а капиллярность увеличивается, что создает благоприятные условия для подтока влаги из нижних слоев к верхним и снижения аэрации, что в свою очередь сказывается на интенсивности аэробных процессов.

Таким образом, регулируется степень уплотнения почвы посредством обработки, можно возделывать на сохранение и накопление влаги, а также на условия жизни деятельности почвенной микрофлоры.

Плотность сложения пахотного слоя почвы – важнейший показатель физического состояния почвы, который в значительной степени изменяется при основной обработке, оптимальный интервал соответствует 1,10-1,30 г/см^3.

В наших исследованиях плотность сложения пахотного слоя почвы в период вегетации кукурузы в большей степени изменялась в зависимости от приемов основной обработки почвы, в меньшей – от уровня питания. Так плотность почвы перед посевом и перед уборкой была выше на варианте с безотвальной обработкой по всем слоям пахотного слоя почвы (таблица12), однако она находилась в приделах оптимального уровня, необходимого для роста и развития кукурузы. Если перед посевом плотность сложения почвы в

слое 0-10 см при безотвальной обработке почвы на не удобренном фоне составила 1,07 г/см^3, в слое 10-20 см – 1,15 и в слое 20-30 см – 1,20 г/см^3.

Превышение относительно вариантов вспашки по слоям почвы составило соответственно 0,01; 0,04; 0,03 г/см^3. Перед уборкой кукурузы плотность пахотного слоя составила 1,18; 1,25; 1,32 г/см^3, что превышало контроль соответственно на 0,02; 0,03 и 0,03 г/см^3. С увеличением глубины обработки почвы плотность почвы увеличилась при всех способах обработки почвы. Если при вспашке на контроле плотность почвы в слое 0-10 см была равна 1,06 г/см^3, то в слое 10-20 см она составляла 1, 11 г/см^3 и в слое 20-30 см – 1,17 г/см^3. Фон питания на плотность почвы большого влияния не оказал.

В прямой зависимости от плотности почвы находилось и твердость почвы. Увеличение твердости почвы по всем слоям пахотного слоя отмечалось во все годы исследований (таблица 13).

На не удобренном фоне на глубине 0-10 см твердость почвы по вспашке (в среднем за 3 года) в фазе всходов составила 8,6 кг/см^2, по безотвальной обработке – 12,4 кг/см^2. На глубине 10-20 см эти показатели составили соответственно 22,4 и 24,3 кг/см^2. С углублением пахотного слоя ее показатели увеличивались, а разница между вариантами обработок была более значительной. Так на глубине 30 см эти показатели составили соответственно 26,3 и 28,3 кг/см^2.

К уборке урожая общая тенденция твердости почвы по вариантам опыта сохранилась. По вспашке на не удобренном фоне в слое 0-10 см она составила 15,1кг/см^2, 10-20 см – 24,9 и слое 20-30 см – 36,7 кг/см^2. На вариантах безотвальной обработки на аналогичных вариантах она была равна соответственно – 17,3, 28,3 и 39,3 кг/см^2. Превышение составило по сравнению со вспашкой 2,2, 3,40 и 2,60 кг/см^2.

Самой высокой твердость почвы была при вспашке в варианте Фон + N_{100} (безводный аммиак) и составила 38,9 кг/см^2, а по безотвальной обработке в варианте Фон + N_{120}и составила – 41,8 кг/см^2.

Таблица 12 – Плотность сложения почвы в годы проведения опытов, 2014-2016 гг., г/см^3

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Перед посевом			Перед уборкой		
		0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см	10-20 см	20-30 см
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	1,06	1,11	1,17	1,16	1,22	1,29
	NPK на 40 т/га з/м	1,07	1,12	1,18	1,17	1,23	1,31
	PK – Фон	1,07	1,12	1,18	1,18	1,26	1,37
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1,07	1,11	1,17	1,17	1,23	1,30
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1,07	1,10	1,7	1,18	1,24	1,31
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1,06	1,10	1,17	1,18	1,26	1,30
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1,06	1,10	1,18	1,19	1,26	1,33
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1,06	1,10	1,18	1,19	1,26	1,34
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	1,07	1,15	1,20	1,18	1,25	1,32
	NPK на 40 т/га з/м	1,08	1,14	1,21	1,19	1,27	1,34
	PK – Фон	1,08	1,14	1,21	1,19	1,27	1,34
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1,07	1,13	1,22	1,19	1,29	1,35
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1,07	1,15	1,22	1,20	1,29	1,35
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1,07	1,15	1,22	1,20	1,30	1,36
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1,07	1,15	1,23	1,21	1,30	1,36
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1,07	1,15	1,23	1,21	1,33	1,36

Таблица 13 – Твердость почвы в зависимости от изучаемых агроприемов, 2014-2016 гг., кг/см^2

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Перед посевом			Перед уборкой		
		0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см	10-20 см	20-30 см
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	8,6	22,4	26,3	15,1	24,9	36,7
	NPK на 40 т/га з/м	8,8	23,1	26,8	15,4	25,2	37,5
	PK – Фон	8,7	23,8	27,4	15,9	26,5	37,9
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	8,5	23,5	26,7	15,2	26,2	38,4
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	8,4	23,2	26,4	15,4	26,8	38,6
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	8,4	23,4	27,6	15,8	27,1	38,5
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	8,3	23,4	27,1	15,3	27,6	38,9
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	8,0	23,9	27,4	15,5	27,6	38,8
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	12,4	24,3	28,3	17,3	28,3	39,3
	NPK на 40 т/га з/м	12,6	24,9	29,5	17,9	28,6	39,6
	PK – Фон	12,9	24,9	29,3	18,5	28,2	39,7
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	12,6	25,2	28,4	18,7	29,3	39,4
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	12,9	25,6	28,8	18,9	28,6	40,5
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	13,3	26,1	28,1	18,8	29,1	40,7
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	13,0	26,4	29,3	18,9	29,7	41,3
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	13,6	26,9	29,6	18,9	29,9	41,8

Суммарным показателем, характеризующим деятельности почвенных микроорганизмов по вариантам обработки почвы, является интенсивность распада льняной ткани (таблица 14).

За 30 дней в слое 0-30 см на фоне без удобрений по отвальной вспашке на без удобренном фоне она составила в слое 0-10 см 26,3%, в слое 10-20 см – 21,0 и в слое 20-30 см – 19,1 %.

По безотвальной обработке данный показатель составил соответственно – 36,4; 29,7 и 25,8 %.

При внесении NPK из расчета на 40 т/га зеленой массы разложение льняного полотна по отвальной вспашке в аналогичных вариантах составило 29,7; 25,3 и 21.7%, а по безотвальной обработке – 38,1; 31,4 и 26,3 %.

С увеличением уровня питания при вспашке в варианте Фон + N_{120} разложение льняной ткани составило соответственно – 26,9 %; 23,4 и 19,2 %, а при безотвальном рыхлении – 36,6 %; 29,3 и 25,9 %.

С увеличение экспозиции до 60 дней, разложение льняной ткани на этих вариантах увеличилось. На контроле (без удобрений) по отвальной вспашке оно составляло в слое 0-10 см – 41,2%, в слое 10-20 см – 37,1 и в слое 20-30 см – 32,6%. При безотвальной обработке разложение льняной ткани на аналогичных вариантах было выше, чем при вспашке и составило соответственно – 44,8 %, 38,4 и 32,3 %.

На фоне РК разложение льняного полотна по отвальной вспашке в аналогичных вариантах составило 42,2 %, 38,6 и 33,4 %, а по безотвальной обработке – 46,4 %; 41,1 и 32,5 %.

С увеличением уровня питания при вспашке в варианте Фон + N_{100} разложение льняной ткани составило соответственно – 43,3 %; 35,3 и 31,6 %, а при безотвальной обработке – 47,0 %, 41,5 и 31,9 %.

Таблица 14 – Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на интенсивность распада льняной ткани, %, 2014-2016 гг.-/*эдо

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	30 дней			60 дней		
		0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см	10-20 см	20-30 см
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	26,3	21,0	19,1	41,2	37,1	32,6
	NPK на 40 т/га з/м	29,7	25,3	21,7	45,6	39,5	35,1
	PK – Фон	28,1	23,6	19,5	42,2	38,6	33,4
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	29,1	25,8	22,3	45,2	39,3	35,0
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	28,9	25,7	22,1	45,0	38,8	34,7
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	28,5	25,2	21,8	44,5	37,6	33,1
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	27,3	24,6	20,4	43,3	35,3	31,6
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	26,9	23,4	19,2	42,0	35,7	31,2
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	36,4	29,7	25,8	44,8	38,4	32,3
	NPK на 40 т/га з/м	38,1	31,4	26,3	48,2	42,6	34,0
	PK – Фон	37,5	30,1	26,0	46,4	41,1	32,5
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	38,8	32,6	26,4	48,9	43,8	34,2
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	38,2	32,0	26,8	48,6	43,1	32,7
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	38,1	31,8	26,2	47,2	42,9	32,0
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	37,3	30,9	26,6	47,0	41,5	31,9
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	36,6	29,3	25,9	46,9	41,0	31,4

3.6. Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления

Способы основной обработки почвы и удобрения оказали влияние, как на суммарное водопотребление, так и коэффициент водопотребления (таблица 15).

Таблица 15 – Влияние удобрений и способа основной обработки почвы на суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления кукурузы, 2014-2016 гг.

Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Суммарное водопотребление, т/га	Коэффициент водопотребления, т/т
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	1857	139
	NPK на 40 т/га з/м	1917	55
	PK – Фон	1897	91
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1880	67
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1903	59
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1933	52
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1956	51
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1957	49
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	1897	153
	NPK на 40 т/га з/м	1920	59
	PK – Фон	1867	101
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1903	75
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1910	64
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1947	57
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1963	54
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1970	52

	2014 г.	2015 г.	2016 г.
$НСР_{05}$ А	35,28	2,66	5,20
$НСР_{05}$ В	36,53	7,92	4,87
$НСР_{05}$ АВ	58,72	10,56	7,5

Результаты трехлетних исследований показали, что способы основной обработки почвы большого влияния на суммарное водопотребление не оказали. Если при вспашке на безудобренном фоне суммарное водопотребление составило 1857 т/га, то при безотвальной обработке оно составило 1897 т/га. С внесением удобрений расход влаги на 1 га увеличивался. В варианте NPK на 40 т/га зеленой массы оно составило 1917 т/га (или на 3,45 % выше), а варианте Фон + N_{120} расход составил 1957 т/га, что на 5,4 % выше, чем на контроле.

На аналогичных вариантах при безотвальной обработке почвы он был равен – 1920 и 1970 т/га.

Увеличение доз внесения безводного аммиака с 40 до 120 кг д.в. /га на фоне РК способствовало увеличению суммарного водопотребления, как при вспашке, так и безотвальной обработке. При безотвальной обработке данный показатель составил соответственно – 1903 т/га; 1910; 1947; 1963 и 1970 т/га.

Из таблицы 15 видно, что на фоне без удобрений по отвальной вспашке коэффициент водопотребления у кукурузы в среднем за три года (2014-2016 гг.) составил 139 т/т, а при безотвальной обработке – 153 т/т. Удобрения способствовали более экономному расходу влаги на единицу продукции. При вспашке в варианте Фон + N_{120} коэффициент водопотребления составил 55т/т, а при безотвальной обработке – 59 т/т.

Внесение удобрений способствовало общему снижению потребления продуктивной влаги на формирование единицы урожая по всем вариантам обработки почвы.

В вариантах удобрении, где вносился только фосфор и калий коэффициент водопотребления был выше, по сравнению с вариантами, где вносились наряду с фосфором и калием еще азот.

3.6. Фотосинтетическая деятельность посевов

Для получения высоких урожаев необходимо иметь оптимальную площадь листьев, которая в значительной степени изменяется под воздействием условий влагообеспеченности, минерального питания и других агротехнических приемов. Поэтому любой агроприем, применяемый с целью повышения урожайности, будет эффективен лишь в том случае если он повышает продуктивность фотосинтеза и сохраняет листья в активном состоянии возможно более длительный период времени.

Общая ассимилирующая поверхность и её фотосинтетическая деятельность оказывают решающее влияние на продуктивность растений, так как до 95% сухой массы формируется из органических веществ, первично образущихся в листьях [109].

Листьям принадлежит основная роль в процессе фотосинтеза. При достаточном обеспечении растений влагой и минеральным питанием посевы кукурузы с определенной густотой растений могут развивать площадь листьев до 40 тыс. $м^2$ на один гектар и обеспечить получение 600-700 ц/га зеленой массы.

В своих работах В.Н. Багринцева с соавт. [13] отмечают, что с внесением удобрений значительно повышается ассимиляционная поверхность растений.

Площадь листьев довольно мобильный показатель фотосинтетической деятельности растений. Она зависит от продолжительности вегетационного периода гибридов, количества и размера листьев на главном стебле, обеспеченности растений необходимыми элементами питания и условий освещенности.

На формирование листовой поверхности влияние оказывают многие факторы, среди которых большое значение имеют метеорологические условия, уровень питания.

В наших опытах величина листовой поверхности в большей степени зависела от уровня питания и метеорологических условий в меньшей степени – от способов обработки почвы (таблица 16, 17,18; приложение 1).

Таблица 16 – Листовая поверхность растений кукурузы в зависимости от способов обработки почвы и удобрений, тыс. $м^2$/га, 2014 г.

Факторы		Фаза развития растений			
Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Всходы	7-8 листьев	Выметывание	Молочная спелость
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	4,1	14,8	23,0	19,5
	NPK на 40 т/га з/м	9,5	20,1	34,2	24,8
	PK – Фон	6,7	16,4	27,1	21,1
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	7,8	18,3	31,3	22,5
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	8,6	20,0	32,4	23,4
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	10,3	21,1	34,0	24,1
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	10,8	22,3	35,1	25,0
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11,1	23,1	35,7	26,1
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	4,0	14,2	22,2	18,2
	NPK на 40 т/га з/м	9,2	20,0	33,1	24,3
	PK – Фон	6,4	16,1	26,2	20,1
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	7,8	17,5	30,3	21,0
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	8,3	19,2	31,5	22,4
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	9,7	20,4	33,0	23,1
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	10,3	21,5	34,2	24,2
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	10,5	22,1	35,0	25,3

Таблица 17 – Листовая поверхность растений кукурузы в зависимости от способов обработки почвы и удобрений, тыс. $м^2$/га, 2015 г.

Факторы		Фаза развития растений			
Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Всходы	7-8 листьев	Выметывание	Молочная спелость
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	6,0	17,3	26,2	22,8
	NPK на 40 т/га з/м	11,5	23,4	37,3	28,1
	PK – Фон	8,7	19,6	30,1	24,2
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	9,5	21,6	34,2	25,1
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	10,2	22,8	35,8	26,4
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	11,8	24,1	37,0	27,4
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	12,1	25,2	38,2	28,3
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	12,7	26,0	39,1	29,1
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	5,8	17,0	25,6	21,2
	NPK на 40 т/га з/м	11,2	23,1	36,4	27,0
	PK – Фон	8,4	19,0	29,0	23,1
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	9,3	20,9	33,3	24,2
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	10,0	22,0	34,9	25,3
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	11,4	23,6	36,1	26,1
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	11,8	24,8	37,6	27,2
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	12,2	25,3	38,3	28,0

Таблица 18 – Листовая поверхность растений кукурузы в зависимости от способов обработки почвы и удобрений, тыс. $м^2$/га, 2016 г.

Факторы		Фаза развития растений			
Способ обработки	Фон питания (Б)	Всходы	7-8 листьев	Выметывание	Молочная спелость
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	4,5	15,1	24,1	20,7
	NPK на 40 т/га з/м	10,1	21,3	35,4	26,0
	PK – Фон	7,2	17,5	28,0	22,1
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	8,4	19,4	32,1	23,0
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	9,2	20,7	33,6	24,2
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	10,8	22,0	35,1	25,3
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	11,0	23,1	36,2	26,1
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11,8	24,2	36,9	27,2
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	4,3	15,0	23,4	19,1
	NPK на 40 т/га з/м	9,5	21,1	34,2	25,2
	PK – Фон	6,8	17,1	27,0	21,3
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	8,1	18,7	31,2	22,1
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	8,8	20,1	32,7	23,2
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	10,2	21,4	34,1	24,0
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	10,8	22,6	35,4	25,3
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11,1	23,3	36,2	26,1

Получение запланированных урожаев зерновых культур при максимальной эффективности материально технических средств возможен лишь при обеспечении высоких фотометрических параметров посева [109, 157, 166].

На формирование листовой поверхности влияние оказывают многие факторы, среди которых большое значение имеют метеорологические условия и уровень питания.

В наших опытах величина листовой поверхности в большей степени зависела от уровня питания и метеорологических условий в меньшей степени – от способов обработки почвы.

В среднем за три года листовая поверхность растений кукурузы в фазе всходов при вспашке на фоне без удобрений составила 4,9 тыс. $м^2$/га, а при безотвальной обработке – 4,7тыс. $м^2$/га. Удобрения оказали положительное влияние на площадь листовой поверхности при всех способах обработки почвы. В варианте NPK на 40 т/га зеленой массы по вспашке листовая поверхность увеличилась практически в два раза и составила 10,3 тыс. $м^2$/га. С увеличением норм внесения азота по вспашке с 40 до120 кг д.в./га листовая поверхность увеличилась с 8,6 до 11,9 тыс. $м^2$/га, а по безотвальной обработке с 8,4 до 11,3 тыс. $м^2$/га.

В фазе 7-8листьев листовая поверхность по вспашке в зависимости от фона питания увеличилась с 15,7 до 24,4 тыс. $м^2$/га (или в 1,55 раза). По безотвальной обработке она была несколько ниже.

Максимальная листовая поверхность сформировалась в фазе выметывания по всем вариантам опыта. По вспашке на контроле она составила 24,4 тыс. $м^2$/га, в вариантеNPK на 40 т/га зеленой массы – 35,6, на фоне РК – 28,4 и в варианте Фон + N_{120} она возросла до 37,2 тыс. $м^2$/га (или на 52,5 %. На вариантах безотвальной обработки она составила – 23,8, 34,5, 36,5 37,2 тыс. $м^2$/га.

Наибольшая листовая поверхность в среднем за три года в опыте была по вспашке в варианте Фон + N_{120} и составила 37,2 тыс. $м^2$/га.

Внесение расчетных норм минеральных удобрений способствовало увеличению листовой поверхности во все годы исследований.

Одним из главных показателей фотосинтетической деятельности посевов является листовой фотосинтетический потенциал (ЛФП).

В наших исследованиях ЛФП имел туже самую динамику, что листовая поверхность. Суммарный ЛФП посевов кукурузы за вегетацию в среднем за три года по отвальной вспашке в зависимости от фона питания варьировал от 1471,1 до 2543,7 тыс. $м^2$/га. в сутки, а по безотвальной обработке от 1380,8 до 2390,9 тыс. $м^2$/га. в сутки (таблицы 19-21)

Внесение удобрений увеличивало значение ЛФП. Максимальный ЛФП за вегетацию получен по вспашке в варианте Фон + N_{120} и составил – 2543,7 тыс. $м^2$/га. в сутки. С увеличением норм внесения безводного аммиака с 40 до 120 кг д.в./га листовой фотосинтетический потенциал возрастал, особенно при высоких ($N_{100-120}$) нормах внесения. При внесении только фосфора и калия без азота он значительно снижался, что еще раз подтверждает роль азота в получении высоких урожаев зеленой массы кукурузы. Если на фоне РК по вспашке он составил 1754,1 тыс. $м^2$/га. в сутки, то на фоне NPK на 40 т/га зеленой массы он был равен 2215,3 и варианте Фон+ N_{120} он возрос до 2543,7 тыс. $м^2$/га. в сутки.

Несколько ниже ЛФП сформировался по безотвальной обработке и составил соответственно 1625,8, 2095,5 и 2390,9 тыс. $м^2$/га. в сутки.

Среди трех лет исследований наибольший листовой фотосинтетический потенциал сформировался в 2015 г., несколько ниже он был в 2016 г. Самый низкий ЛФП сформирован в 2014 г.

Таблица19 – Фотосинтетический потенциал посевов кукурузы, тыс. $м^2$ сутки/га, 2014 г.

Факторы		Фаза развития растений				
Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Посев-всходы	Всходы-7-8 листьев	7-8 листьев-выметывание	Выметывание-молочная спелость	Суммарный фотосинтетический потенциал посевов
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	22,5	274,1	510,3	488,8	1295,7
	NPK на 40 т/га з/м	52,3	458,8	760,2	708,0	1979,3
	PK – Фон	36,9	358,1	587,3	578,4	1560,7
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	42,9	404,6	694,4	645,6	1787,5
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	47,3	443,3	733,6	669,6	1893,8
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	56,7	486,7	771,4	726,3	2041,1
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	59,4	513,1	832,3	781,3	2186,1
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	61,1	530,	882,0	834,3	2307,5
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	22,0	263,9	473,2	464,6	1223,7
	NPK на 40 т/га з/м	50,6	423,4	716,9	688,8	1879,7
	PK – Фон	35,2	326,3	549,9	532,4	1443,8
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	42,9	366,9	645,3	615,6	1670,7
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	45,7	398,8	684,4	646,8	175,7
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	53,4	451,5	747,6	673,2	1925,7
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	56,7	477,0	807,7	730,0	2071,4
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	57,8	489,0	828,0	783,9	2158,7

Таблица 20 – Фотосинтетический потенциал посевов кукурузы, тыс. $м^2$ сутки/га, 2015 г.

Факторы		Фаза развития растений				
Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Посев-всходы	Всходы-7-8 листьев	7-8 листьев-выметывание	Выметывание-молочная спелость	Суммарный фотосинтетический потенциал посевов
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	24,0	314,6	630,8	710,5	1679,9
	NPK на 40 т/га з/м	57,5	488,6	940,9	1013,7	2500,7
	PK – Фон	39,2	382,1	745,5	814,5	1981,3
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	47,5	435,4	864,9	919,2	2267,0
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	51,0	462,0	908,3	964,1	2385,4
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	64,9	520,6	977,6	1030,4	2593,5
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	66,6	540,8	1041,1	1097,3	2750,8
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	69,9	561,2	1106,7	1159,4	2897,2
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	29,0	296,4	553,8	631,8	1511,9
	NPK на 40 т/га з/м	61,6	445,9	862,8	919,3	2289,6
	PK – Фон	42,0	356,2	648,0	729,4	1775,6
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	46,5	407,7	785,9	833,8	2073,9
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	50,0	432,0	853,2	872,9	2208,1
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	62,7	472,5	895,5	933,0	2363,7
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	64,9	494,1	967,2	1036,8	2563,0
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	67,1	525,0	1017,6	1060,8	2670,5

Таблица 21 – Фотосинтетический потенциал посевов кукурузы, тыс. $м^2$ сутки/га, 2016 г.

Факторы		Фаза развития растений				
Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Посев- всходы	Всходы-7-8 листьев	7-8 листьев-выметывание	Выметывание-молочная спелость	Суммарный фотосинтетический потенциал посевов
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	29,3	235,2	568,4	604,8	1437,2
	NPK на 40 т/га з/м	75,8	408,2	822,2	859,6	2165,8
	PK – Фон	50,4	308,8	659,8	701,4	1720,4
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	58,8	361,4	746,8	771,4	1938,4
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	64,4	388,7	787,4	809,2	2049,7
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	81,0	426,4	827,8	845,6	2180,8
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	88,0	460,4	889,5	903,4	2341,3
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	94,4	486,0	916,5	929,5	2426,4
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	25,8	231,6	556,8	595,0	1409,2
	NPK на 40 т/га з/м	71,3	382,5	801,9	861,3	2117,0
	PK – Фон	44,2	298,8	639,5	676,3	1658,8
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	52,7	348,4	723,6	746,2	1870,9
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	57,2	375,8	792,0	782,6	2007,6
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	71,4	410,8	832,5	842,5	2152,2
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	81,0	434,2	870,0	880,2	2265,4
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	83,3	464,4	892,5	903,4	2343,6

3.9. Урожайность кукурузы

В среднем за три года исследований на безудобренном фоне урожайность зеленой массы кукурузы по вспашке составила 140,3 ц/га. На фоне, рассчитанном на 40 т/га зеленой массы, собрано по 361,7 ц/га. На третьем варианте (РК – фон) получено 220 ц/га (таблица 22).

При внесении безводного аммиака в дозе 40 кг д.в./га на фоне фосфорных и калийных удобрений урожайность составила 280,6 ц/га, при 60 – 330,6 ц/га, при 80 – 374,6, при 100 – 391,6 и при 120 кг д.в./га – 406,3 ц/га.

Прибавка от удобрений на варианте РК (фон) составила 79,7 ц/га, Фон+N_{40} – 140,3, Фон+N_{60} – 190,3, Фон+N_{80} – 234,3, Фон+N_{100} – 251,6, Фон+N_{120} – 266,0 ц/га.

На вариантах безотвальной обработки урожайность получена ниже, чем по вспашке.

Максимальная урожайность зеленой массы кукурузы в опыте получена при вспашке на варианте фон+N_{120} и составила – 406,3 ц/га. На аналогичном варианте при безотвальной обработке получено 387 ц/га.

Наибольшую отдачу от единицы азота имели делянки, где было внесено на фоне РК по 80 кг д.в. азота в виде безводного аммиака на гектар. Оплата 1 кг д.в. удобрений на данном варианте при вспашке составила 159 кг зеленой массы, а при отвальной обработке151 кг. При дальнейшем повышении дозы азота до 100-120 кг д.в./га она уменьшалась и составила при вспашке на варианте Фон+N_{100} – 151 и Фон+N_{120} – 142 кг. На аналогичных вариантах при безотвальной обработке она составила соответственно 144 и 137 кг. При дальнейшем повышении доз внесения безводного аммиака до 100 и 120 кг д.в./га она снижалась как при вспашке, так и при безотвальной обработке. При внесении минеральных удобрений по расчету на 40 т/га зеленой массы кукурузы при вспашке она была равна 144 и при безотвальной обработке 133 кг.

Таблица 22 – Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от способов обработки почвы и удобрений, ц/га

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средняя	Прибавка от удобрений, ц/га	Оплата 1кг д.в. удобрений, кг
Вспашка (к)	1. Контроль (без удобрений)	121	153	147	140,3	-	-
	2. NPK на 400 ц/га з/м	327	395	363	361,7	221,4	144
	3. PK – Фон	187	267	206	220,	79,7	119
	4. Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	258	300	281	280,6	140,3	131
	5. Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	301	357	334	330,6	190,3	150
	6. Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	347	405	372	374,6	234,3	159
	7. Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	368	416	391	391,6	251,6	151
	8. Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	376	438	405	406,3	266,0	142
Безотвальная обработка	1. Контроль (без удобрений)	111	141	138	130,0	-	-
	2. NPK на 400 ц/га з/м	298	371	337	335,3	205,3	133
	3. PK – Фон	163	243	184	196,6	66,6	99
	4. Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	237	281	264	260,6	130,6	122
	5. Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	278	332	317	309,0	179	141
	6. Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	326	381	350	352,3	222,3	151
	7. Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	354	392	364	370,0	240,0	144
	8. Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	353	417	391	387,0	257,0	137
	$НСР_{05}$ А	6,66	10,24	3,80			
	$НСР_{05}$ В	8,02	7,77	10,43			
	$НСР_{05}$ АВ	7,83	6,14	8,26			

Накопление сухой органической массы посевами кукурузы зависело от площади листовой поверхности и величины фотосинтетического потенциала.

В результате трехлетних проведенных исследований установлено, что интенсивность накопления сухой биомассы имеет аналогичную динамику, что и продуктивность зеленой массы, изменяясь лишь по годам.

Решающее влияние накопление сухой биомассы оказали удобрения, метеорологические условия в годы исследований, в меньшей способы обработки почвы.

С увеличением уровня питания урожайность сухого вещества возрастала.

В среднем за три года исследований на безудобренном фоне урожайность сухого вещества кукурузы по вспашке составила 108,0 ц/га. На фоне, рассчитанном на 40 т/га зеленой массы, собрано по 308,1 ц/га. На третьем варианте (РК – фон) получено 166,3 ц/га (табл. 23).

При внесении безводного аммиака в дозе 40 кг д.в./га на фоне фосфорных и калийных удобрений урожайность составила 213,4 ц/га, при 60 – 251,7 ц/га, при 80 – 282,2, при 100 – 296,4 и при 120 кг д.в./га – 3070,3 ц/га.

На вариантах безотвальной обработки урожайность сухой биомассы была ниже, чем по вспашке и составила соответственно: 100,3 ц/га; 255,3; 151,1; 199,2; 235,9; 268,0; 280,6 и 293,3 ц/га.

Максимальная урожайность сухой биомассы кукурузы в опыте получена при вспашке на варианте фон+N_{120} и составила – 307,3 ц/га. На аналогичном варианте при безотвальной обработке получено 293,3 ц/га.

Наименьшая (100,3 ц/га) сухая биомасса кукурузы в опыте в среднем за три года получена на не удобренном фоне. С увеличением уровня питания она возрастала. Внесение расчетных норм минеральных удобрений и увеличение доз внесения безводного аммиака с 40 до 120 кг д.в./га повышало сбор сухой биомассы не зависимо от способа обработки почвы.

Таблица 23 – Урожайность сухого вещества кукурузы в зависимости от приемов выращивания, ц/га, 2014-2016 гг.

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Урожайность сухого вещества, ц/га			Содержание сухого вещества в зеленой массе, %		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	92,6	118,7	112,8	23,5	22,4	23,3
	2.NPK на 400 ц/га з/м	247,2	302,6	274,5	24,4	23,4	24,2
	3.PK – Фон	142,5	199,0	157,6	23,8	22,8	23,5
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	195,8	231,0	213,6	24,1	23,0	24,0
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	227,9	274,2	253,0	24,3	23,2	24,2
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	262,0	309,8	275,0	24,5	23,5	24,4
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	277,1	317,8	294,3	24,7	23,6	24,6
	8. Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	282,8	334,2	305,0	24,8	23,7	24,7
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	85,2	109,6	106,2	23,2	22,3	23,1
	2.NPK на 400 ц/га з/м	225,6	284,6	255,8	24,3	23,3	24,1
	3. PK – Фон						
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	174,5	187,8	141,0	23,6	22,7	23,4
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	181,0	216,7	199,9	24,0	22,9	23,7
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	210,8	255,6	241,3	24,2	23,0	23,9
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	246,5	291,6	266,0	24,4	23,4	24,0
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	267,3	299,5	275,2	24,5	23,6	24,4
		266,2	318,6	295,2	24,6	23,6	24,4

3.10. Химический состав и вынос элементов питания

Зная урожайность сухой биомассы, и определив ее химический состав, нами рассчитывался вынос элементов питания на 1 га посева и на единицу урожая (табл. 24).

Перед уборкой брали образцы растений на определение в них азота, фосфора и калия.

На химический состав зеленой массы кукурузы, как свидетельствуют данные таблицы 24, большее влияние оказали удобрения, меньшее – способы обработки почвы.

В среднем за три года исследований, содержание азота в зеленой массе кукурузы по вспашке, находилось в пределах 3,03-3,85%, фосфора – 0,45-0,71 и калия – 1,71-1,98%, по безотвальной обработке соответственно – 3,01-3,83; 0,43-0,69 и 1,69-1,97 %.

С увеличением фона питания содержание элементов питания в зеленой массе кукурузы возрастало.

В среднем за три года исследований на безудобренном фоне в зеленой массе кукурузы по вспашке содержалось азота 3,03 % .На фоне, рассчитанном на 40 т/га зеленой массы 3,41, на третьем варианте (РК – фон) оно составляло 3,14 %.

При внесении безводного аммиака в дозе 40 кг д.в./га на фоне фосфорных и калийных удобрений в зеленой массе азота содержалось – 3,34 %, при 60 - 3,41, при 80 – 3,43, при 100 – 3,76 и при 120 кг д.в./га – 3,85 % (превышение относительно без удобренного фона составило – 0,82 %).

На вариантах безотвальной обработки содержание азота было несколько ниже, чем по вспашке и составило соответственно: 3,01; 3,38; 3,10; 3,32; 3,39; 3,40; 3,70 и 3,83 %.

В содержании фосфора и калия сохранилась та же закономерность.

Таблица 24 – Химический состав, % на абсолютно-сухое вещество

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	2014 г.			2015 г.			2016 г.			В среднем за три года		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	3,03	0,45	1,71	30,5	0,46	1,72	3,02	0,44	1,70	3,03	0,45	1,71
	NPK на 40 т/га з/м	3,41	0,67	1,94	3,42	0,68	1,95	3,40	0,65	1,92	3,41	067	1,94
	PK – Фон	3,14	0,57	1,80	3,16	0,59	1,51	3,12	0,56	1,78	3,14	0,57	1,80
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	3,34	0,62	1,88	3,35	0,68	1,59	3,32	0,61	1,86	3,34	0,64	1,88
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	3,41	0,63	1,94	3,43	0,64	1,95	3,40	0,62	1,92	3,41	0,62	1,93
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	3,43	0,67	1,95	3,45	0,68	1,96	3,42	0,65	1,93	3,43	0,67	1,95
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	3,76	0,70	1,97	3,78	0,71	1,99	3,75	0,68	1,95	3,76	0,70	1,97
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	3,85	0,71	1,98	3,86	0,72	2,00	3,84	0,70	1,96	3,85	0,71	1,98
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	3,01	0,43	1,69	3,03	0,44	1,70	3,00	0,42	1,67	3,01	0,43	1,69
	NPK на 40 т/га з/м	3,38	0,65	1,93	3040	0,66	1,94	3,37	0,63	1,92	3,38	0,65	1,93
	PK – Фон	3,10	0,55	1,78	3,11	0,56	1,79	3,09	0,53	1,77	3,1	0,55	1,78
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	3,32	0,60	1,86	3,34	0,61	1,87	3,30	0,58	1,84	3,32	0,60	1,86
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	3,39	0,62	1,92	3,41	0,63	1,93	3,38	0,61	1,90	3,39	0,62	1,91
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	3,41	0,66	1,93	3,42	0,67	1,94	3,38	0,65	1,92	3,40	0,66	1,93
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	3,70	0,68	1,95	3,72	0,69	1,96	3,69	0,67	1,94	3,70	0,68	1,95
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	3,83	0,69	1,97	3,84	0,70	1,98	3,81	0,68	1,96	3,83	0,69	1,97

Определив химический состав растений кукурузы и сухую биомассу нами рассчитывался вынос элементов питания на 1 га и на единицу продукции. Результаты трехлетних (2014-2016 гг.) исследований показали, что вынос элементов питания оказали влияние удобрения, способы обработки почвы и метеорологические условия в годы проведения опытов (таблица 25).

С улучшением фона питания, который лучше складывается при внесении расчетных норм минеральных удобрений (2 вариант) и внесении наряду с фосфором и калием различных доз безводного аммиака изменяется химический состав зеленой массы кукурузы, увеличивалась биомасса и урожайность. И как следствие вынос NPK с 1 га посева.

Самый максимальный вынос NPK был по вспашке в варианте Фон + N_{120}, на втором месте среди удобренных вариантов стоял вариант Фон + N_{100} и на третьем NPK на 40 т/га зеленой массы. С увеличением доз внесения безводного аммиака с 40до 120 кг д.в./га вынос элементов питания возрастал.

Несколько ниже показатели выноса элементов питания были в вариантах безотвальной обработки.

Наименьший (азота – 302, фосфора – 41 и калия – 169 кг/га был по безотвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

Однако в отношении от общего выноса NPK, вынос элементов питания на единицу продукции оказался довольно стабильным для культуры кукурузы (табл. 26).

Большее влияние на вынос элементов питания единицей урожая оказали удобрения, меньшее – способы обработки почвы.

С увеличением фона питания он увеличивался. Так, по вспашке на фоне без удобрений он составил (азота – 2,33 кг/ц, фосфора – 0,34 и калия – 1,31 кг/ц). Максимальным он был в варианте Фон + N_{120} и составил соответственно – азота – 2,91, фосфора – 0,54 и калия – 1,50 кг/ц. С увеличением доз внесения аммиака с 40 до120 кг д.в./га (3, 4, 5,6,7 и 8 варианты) вынос NPK единицей урожая повышался

Таблица 25 – Хозяйственный вынос элементов питания с урожаем кукурузы, кг/га, 2014-2016 гг.

Способ обработки	Фон питания	N	P	K
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	327	49	185
	NPK на 40 т/га з/м	1051	206	598
	PK – Фон	522	95	299
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	713	136	401
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	858	156	485
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	968	189	550
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1114	207	584
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1183	218	608
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	302	41	169
	NPK на 40 т/га з/м	863	166	493
	PK – Фон	455	83	269
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	661	119	370
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	800	146	450
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	911	177	517
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1038	191	547
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1123	202	578

Таблица 26 – Вынос элементов питания на единицу урожая, кг/ ц

Способ обработки	Фон питания	N	P	K
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	2,33	0,34	1,31
	NPK на 40 т/га з/м	2,91	0,57	1,65
	PK – Фон	2,37	0,43	1,36
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	2,54	0,48	1,43
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	2,60	0,47	1,47
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	2,58	0,50	1,47
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	2,84	0,53	1,49
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	2,91	0,54	1,50
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	2,32	0,32	1,30
	NPK на 40 т/га з/м	2,57	0,50	1,47
	PK – Фон	2,31	0,42	1,37
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	2,54	0,46	1,42
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	2,59	0,47	1,46
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	2,59	0,50	1,47
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	2,81	0,52	1,48
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	2,90	0,52	1,49

Глава 4. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В условиях рыночной экономики, возделывание сельскохозяйственных культур с наименьшими затратами труда и топлива – энергетических ресурсов и получением высоких и стабильных урожаев с хорошим качествам, меньшей себестоимостью производимой продукции становится главным и необходимым условием производства продукции растениеводства.

Для выживания сельскохозяйственным предприятиям республики, необходимо выпускать качественную конкурентоспособную продукцию с меньшими затратами.

Критерием целесообразности тех или иных агротехнических приемов является их экономическая эффективность. В наших трех летних опытах (2014-2016 гг.) она определялась на основе анализа затрат производимой продукции с учетом всех видов выполненных работ предусмотренных технологической картой (таблица 27).

Сумма чистого дохода в расчете на 1 гектар посева определяли, как разницу между стоимостью урожая и производственными затратами на его производство. А уровень рентабельности, как отношение суммы чистого дохода с гектара к издержкам, выраженное в процентах.

Затраты на заработную плату определяли исходя из запланированного объема каждого вида работ, норм выработки и тарифных ставок по данным технологических карт по каждому варианту.

При расчетах использовались цены на растениеводческую продукцию, семена, удобрения, пестициды, ТСМ, оплату труда, которые сложились в годы проведения опытов.

Стоимость произведенной продукции была на прямую связана с урожайностью зеленой массы.

Таблица 27 – Экономическая эффективность возделывания кукурузы на силос, 2014-2016 гг.

Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Стоимость продукции тыс. руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условно-чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость, 1 ц , руб.
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	7296	4306	2990	69,4	30,7
	NPK на 40 т/га з/м	18808	9050	9758	107,8	25,0
	PK – Фон	11440	6500	4940	76,0	29,5
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	14591	7500	7091	94,5	26,7
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	17191	8200	8991	109,6	24,8
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	19479	9200	10279	111,7	24,5
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	20363	10150	10213	100,6	25,9
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	21127	10964	10163	93,0	27,0
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	6760	4050	2710	66,9	31,1
	NPK на 40 т/га з/м	17436	8450	8986	106,3	25,2
	PK – Фон	10223	6000	4223	70,4	30,5
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	13551	7050	6501	92,2	27,0
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	16068	7700	8368	108,7	24,9
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	18320	8700	9620	110,5	24,7
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	19240	9700	9540	98,4	26,2
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	20124	10600	9524	90,0	27,4

Самый высокий чистый доход и уровень рентабельности в опыте в среднем за три года получены по вспашке в варианте Фон + N_{80} и составили соответственно 10279 руб./га, при рентабельности 111,7 % и себестоимости 24,5 руб./ц. На втором месте был вариант NPK на 40 т/га зеленой массы, где эти показатели составили – 9620 руб./га; 107,8 % и 25,0 руб./ц.

На аналогичных вариантах без отвальной обработки эти показатели были ниже и составили соответственно 9758 руб./га; 110,5 % и 24.7 руб./ц.; 8986 руб./га, 106,3 % и 25,2 руб./ц. С увеличением доз внесения безводного аммиака свыше 100-120 кг д.в.га, снижались чистый доход, уровень рентабельности и повышалась себестоимость единицы продукции.

Самый низкий чистый доход (2710 руб./га) и уровень рентабельности 66,9% получены при без отвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

При определении энергетической эффективности определялись: содержание энергии в хозяйственно ценно части урожая (МДж./га); затраты совокупной энергии (МДж./га) и коэффициент энергетической эффективности (табл. 28).

Наибольший в (опыте коэффициент энергетической эффективности был получен по вспашке в варианте Фон + N_{80} и составили соответственно 3,70. Несколько ниже – 3,57 он был в варианте NPK на 40 т/га зеленой массы. С увеличением норм внесения безводного аммиака до 100-120 кг д.в./га он составил 3,53 и 3,50. Самый низкий коэффициент энергетической эффективности был по безотвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

Таблица 28 – Энергетическая эффективность возделывания кукурузы на силос в зависимости от способов обработки почвы и удобрений 2014-2016 гг.

Способ обработки (А)	Фон питания (В)	Энергия в урожае, ГДж/га	Совокупные энергозатраты, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	57,5	24,03	2,39
	NPK на 40 т/га з/м	148,3	41,59	3,57
	PK – Фон	90,2	29,10	3,10
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	115,0	33,71	3,41
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	135,5	37,62	3,60
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	153,6	41,50	3,70
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	160,6	45,43	3,53
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	166,5	47,54	3,50
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	53,3	23,0	2,32
	NPK на 40 т/га з/м	137,4	40,22	3,42
	PK – Фон	80,6	27,45	2,94
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	106,8	32,30	3,31
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	126,7	36,20	3,50
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	144,4	40,16	3,60
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	151,7	44,20	3,43
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	158,7	46,81	3,29

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В условиях Среднего Поволжья можно получить запланированные урожаи зеленой массы кукурузы до 400 ц/га, для чего необходимо внести сбалансированные нормы удобрений и правильно выбрать способ обработки почвы.

2. Установлена прямая зависимость суммарного водопотребления от количества выпавших осадков в период вегетации и уровнем питания. Чем больше осадков выпадает в период вегетации и выше уровень питания, тем выше расход влаги с 1 га. Внесение минеральных удобрений и безводного аммиака способствует экономному расходованию влаги и снижению коэффициента водопотребления.

3. Физические свойства почвы в большей степени зависели от способа обработки почвы, в меньшей – от удобрений. По всем вариантам опыта с увеличением глубины взятия проб, начиная от посева до уборки кукурузы прослеживалось увеличение плотности сложения почвы.

Если перед посевом плотность сложения почвы в слое 0-10 см при безотвальной обработке почвы на не удобренном фоне составила 1,07 г/см^3, в слое 10-20 см – 1,15 и в слое 20-30 см – 1,20 г/см^3. Превышение относительно вариантов вспашки по слоям почвы составило соответственно 0,01; 0,04; 0,03 г/см^3. Перед уборкой кукурузы плотность пахотного слоя составила 1,18; 1,25; 1,32 г/см^3, что превышало контроль соответственно на 0,02; 0,03 и 0,03 г/см^3.

Фон питания на плотность почвы большого влияния не оказал. Твердость сложения почвы имела ту же динамику, что и плотность сложения почвы.

4. Внесение минеральных удобрений способствует увеличению фотометрических параметров посевов кукурузы. Наименьшими они были на контроле независимо от способа обработки почвы. Максимальная листовая поверхность сформировалась в фазе выметывания по всем вариантам опыта. По вспашке на контроле она составила 24,4 тыс. м^2/га, в вариантеNPK на 400

ц/га зеленой массы – 35,6, на фоне РК – 28,4 и в варианте Фон + N_{120} она возросла до 37,2 тыс. $м^2$/га (или на 52,5 %. На вариантах безотвальной обработки она составила – 23,8, 34,5, 36,5 37,2 тыс. $м^2$/га.

Наибольшая листовая поверхность в среднем за три года в опыте была по вспашке в варианте Фон + N_{120} и составила 37,2 тыс. $м^2$/га.

5. Самая низкая засоренность посевов кукурузы отмечена в вариантах вспашки, наибольшая – при безотвальной обработке. Внесение удобрений повышало численность и массу сорных растений.

6. В среднем за три года исследований на без удобренном фоне урожайность зеленой массы кукурузы по вспашке составила 140,3 ц/га. На фоне, рассчитанном на 400 ц/га зеленой массы, собрано по 361,7 ц/га. На третьем варианте (РК – фон) получено 220 ц/га. При внесении безводного аммиака в дозе 40 кг д.в./га на фоне фосфорных и калийных удобрений урожайность составила 280,6 ц/га, при 60 – 330,6 ц/га, при 80 – 374,6, при 100 – 391,6 и при 120 кг д.в./га – 406,3 ц/га. На вариантах безотвальной обработки урожайность получена ниже, чем по вспашке.

Наибольшую отдачу от единицы вносимого азота имели делянки, где было внесено на фоне РК по 80 кг д.в. N в виде безводного аммиака на гектар.

7. На химический состав зеленой массы кукурузы большее влияние оказали удобрения, меньшее – способы обработки почвы.

В среднем за три года исследований, содержание азота в зеленой массе кукурузы по вспашке, находилось в пределах 3,03-3,85%, фосфора – 0,45-0,71 и калия – 1,71-1,98%, по безотвальной обработке соответственно – 3,01-3,83; 0,43-0,69 и 1,69-1,97 %. С увеличением удобренного фона содержание элементов питания в зеленой массе кукурузы возрастало.

В среднем за три года исследований на без удобренном фоне в зеленой массе кукурузы по вспашке содержалось азота 3,03 % .На фоне, рассчитанном на 400 ц/га зеленой массы 3,41, на третьем варианте (РК – фон) оно составляло 3,14 %.

При внесении безводного аммиака в дозе 40 кг д.в./га на фоне фосфорных и калийных удобрений в зеленой массе азота содержалось – 3,34 %, при 60- 3,41, при 80 – 3,43, при 100 – 3,76 и при 120 кг д.в./га – 3,85 % (превышение относительно без удобренного фона составило – 0,82 %).

8. Максимальный вынос NPK наблюдался по вспашке в варианте Фон + N_{120}, на втором месте среди удобренных фонов был вариант Фон + N_{100} и на третьем NPK на 400 ц/га зеленой массы. С увеличением доз внесения безводного аммиака с 40до 120 кг д.в./га вынос элементов питания возрастал. Несколько ниже показатели выноса элементов питания были в вариантах безотвальной обработки.

9. Наибольший чистый доход и уровень рентабельности в опыте в среднем за три года получены по вспашке в варианте Фон + N_{80} и составили соответственно 10279 руб./га, при рентабельности 111,7 % и себестоимости 24,5 руб./ц. На втором месте был вариант NPK на 400 ц/га зеленой массы, где эти показатели составили – 9620 руб./га; 107,8 % и 25,0 руб./ц.

На аналогичных вариантах без отвальной обработки эти показатели были ниже и составили соответственно 9758 руб./га; 110,5 % и 24.7 руб./ц.; 8986 руб./га, 106,3 % и 25,2 руб./ц. С увеличением доз внесения безводного аммиака свыше 100-120 кг д.в./га, снижались чистый доход, уровень рентабельности и повышалась себестоимость единицы продукции.

Относительно низкий чистый доход (2710 руб./га) и уровень рентабельности 66,9% получены при без отвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

Сравнительно высокий в опыте коэффициент энергетической эффективности был получен по вспашке в варианте Фон + N_{80} и составили соответственно 3,70. Несколько ниже – 3,57 он был в варианте NPK на 400 ц/га зеленой массы. С увеличением норм внесения безводного аммиака до 100-120 кг д.в./га он составил 3,53 и 3,50. Самый низкий коэффициент энергетической эффективности наблюдался по безотвальной обработке почвы на без удобренном фоне.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Из способов основной обработки почвы под кукурузу предпочтение следует отдавать отвальной вспашке,

2. В условиях Среднего Поволжья на выщелоченных черноземах при планировании урожаев 400 ц/га зеленой массы кукурузы на фоне расченых норм фосфора и калия необходимо вносить безводный аммиак в дозах 60-80 кг д.в./га, при повышении доз внесения свыше 100-120 кг, применение его экономически не оправдано.

Список литературы

1. Авдонин, Н.С. Свойства почвы и урожай / Н. С. Авдонин. – М.: Колос,1965. – 281 с.

2. Азаров, В.Б. Выбор технологии возделывания кукурузы на силос в ЦЧЗ / В.Б. Азаров и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2004. -№ 1. – С. 19-21.

3. Азубеков, Л. Х. Современные методы возделывания кукурузы / Л.Х.Азубеков, А.З. Кушхабиев, А.К. Урусов, А.М. Кагермазов // Земледелие. 2014. № 5. – С. 31- 32.

4. Акинчин, А.В. Формирование урожая и качества силоса кукурузы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений / А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков // Кукуруза и сорго. – 2012. - № 3. – С. 18-20.

5. Алабушев, В.А Растениеводство: Учебное пособие/ В.А. Алабушев - Ростов н/Д: Издательский центр «Март», 2001. – 384 с.

6. Алиев, Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений / Д.А. Алиев- Баку, 1974. – 334 с.

7. Аликадиев, А.А. Эффективность управления формированием урожая зерна и зеленной массы при программированном возделывании кукурузы / А.А. Аликадиев, К.С. Сергеев // Управление процессами формирования урожаев в полевых условиях: сб. науч. тр./ Волгоградский СХИ. – Волгоград, 1984.- Т. 88. – С.80-95.

8. Алтунин Д. А. Технология возделывания кукурузы на силос на постоянных участках в условиях Нечерноземной зоны России / Д. А. Алтунин // Кукуруза и сорго. 2001. -№ 2. – С. 2

9. Бабаян, Л. А. Отвальная и плоскорезная обработки почвы на склонах Южного Поволжья / Л.А.Бабаян, В.А. Склямин и др. // Земледелие. 2013. -№ 1. – С. 15-18.

10. Багринцева В.Н. Эффективность применения удобрений под ку-ку-рузу / В.Н. Багринцева, В.В. Букарев, В.С. Варданян // Кукуруза и сорго. –

2009. -№ 3. – С. 9-11.

11. Багринцева, В. Н. Кукуруза – прошлое и настоящее /В. Н. Багринцева //Кукуруза и сорго. – 2014. -№3. – С. 28-32.

12. Багринцева, В. Н. Отзывчивость на азотное удобрение современных гибридов кукурузы в условиях Ставропольского края/ В. Н. Багринцева, И. Н. Ивашененко // Агрохимия. – 2015.– № 11. – С. 45-50.

13. Багринцева, В. Н. Урожайность гибридов кукурузы при разной густоте стояния растений / В. Н. Багринцева, Т. И. Борщ, И. А. Шарапова // Кукуруза и сорго. - 2001. - № 5. – С. 3.

14. Беленков А.И. Оценка севооборотов и основной обработки почвы в Волгоградской области //Земледелие. – 2006. - № 4. – С. 22-23.

15. Борин, А.А. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность культур севооборота/ А.А. Борин, А.Э. Лощинина // Земледелие. – 2015. - № 7. – С. 17-20.

16. Вавилов, П.П. Растениеводство. Изд.4е, доп. и перераб./ В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др. - М.: Колос, 1979. – 519 с.

17. Ван дер Вин Р. Свет и рост растений / Р. Ван дер Вин, Г. Мейер. – М.: Россельхозиздат, 1962. – 200 с.

18. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев, А.В. Захаренко. – М.: КолосС, 2004. – 424 с.

19. Васин, В. Г. Растениеводство. / В. Г. Васин, А. В. Васин, Н. Н. Ельчанинова // Самара: РИЦ СГСХА. – 2009. – 528 с.

20. Васин, В. Г. Технология возделывания полевых культур в Среднем Поволжье. Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 110201 "Агрономия" / В. Г. Васин, А. В. Васин // Самара: [РИЦ СГСХА]. – 2009. – 172 с.

21. Васин, В. Г. Энергетическая эффективность полевых агрофитоценозов в Среднем Поволжье / В. Г.Васин, А. А. Толпекин, С. Н. Зудилин, А. В. Зорин, О. П. Кожевникова //Учебное пособие. – Самара, 2005. – 124 с.

22. Винтуар, П.А. Влияние удобрений обработки почвы на урожай-

ность и качество зерна кукурузы на светло-каштановых почвах Волгоградской области: автореф. дис…канд. с.-х. наук /П.А. Винтуар – Волгоград,2005. – 24 с.

23. Власов, П.Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность гибридов кукурузы в лесостепи Среднего Поволжья / П.Н. Власов, А.А. Моисеев, А.Г. Шляпников // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве». – Саранск, 2015. – С. 51–55.

24. Власов, П.Н. Эффективность удобрений при возделывании кукурузы на зерно в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис… канд. с.-х. наук / П.Н. Власов. – Саратов, 2016. – 22 с.

25. Водянов, В. А. Пути повышения экономики хозяйств и устойчивого производства зерна кукурузы в Волгоградской области / В. А. Водянов // Кукуруза и сорго. - 2000. - № 6. – С. 3.

26. Волков, А.И. Минимальная обработка почвы под кукурузу на зерно / А.И. Волков, Н.А. Кириллов // Аграрная Россия. – 2012. – № 11. – С. 16-18.

27. Волков, А.И. Перспективы «нулевой» обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в Волго-Вятском регионе / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, Л.Н. Прохорова, Л.А. Куликов // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 3-5.

28. Володарский, Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы/ Н.И. Володарский // М.: Агропромиздат, 1986. – 189 с.

29. Вороков Х. Х. Величина и качество урожая кукурузы в зависимости от обеспеченности влагой и элементами минерального питания: автореф… канд. с.-х. наук / Х. Х. Вороков. Нальчик, 1996. – 19 с.

30. Глушина З. М. Кукуруза / З. М. Глушина // Справочник по зерновым культурам. Минск: Ураджай, 1986. – С. 107-109.

31. Гольцов, А. А. Индустриальная технология возделывания кукурузы на зерно: (из опыта внедрения) / А. А. Гольцов, Е. П. Каленик, И. И.

Арнаут //Москва: Колос. – 1980. – 77 с.

32. Горбачева А. Г. Реакция гибридов кукурузы на температурный режим в период прорастания / А. Г. Горбачева, А. Э. Панфилов, И. А. Ветошкина, Е. С. Иванова // Кукуруза и сорго. 2014. -№ 2. – С. 20-24.

33. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Стандартинформ, 2011. – 30 с.

34. ГОСТ 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общиетехнические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 30 с.

35. Давлетшин, Т.З. Конвейерное производство кормов / Т.З. Давлетшин., А.И. Демидов., М.Н Худенко. Аткарск. Изд. Саратовского госуниверситета. 1993. – 109 с.

36. Даниленко, Ю.Л. Совершенствование технологий возделывания кукурузы - основной путь повышения урожайности / Ю.Л. Даниленко, Т.А. Любименко // Кукуруза и сорго. – 2003. - № 6. – С.2-3.

37. Диканев, Г.Р. Адаптивная технология воздел. кукурузы на зерно на неорошаемых. почвах Нижн. Поволжья / Г.Р. Диканев., Д.В Ёфанов. - 2007. – С.8-12.

38. Докучаев, В.В. Наши степи прежде и теперь / В.В. Докучаев // Классики русской агрономии в борьбе с засухой. – М., 1951. – С. 36-109.

39. Долотин, И. И. Проблемы системы обработки почвы в Татарстане : (Новое в обработке и удобрении полей) / И.И. Долотин. - Казань : Матбугатйорты, 2001. – 164 с.

40. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А .Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

41. Дояренко, А. Г. Факторы жизни растений / А. Г. Дояренко. - М. : Колос, 1965. – 279 с.

42. Дроздова, В. В. Влияние норм и сочетаний минеральных удобрений на урожайность кукурузы и агрохимические показатели плодородия чер-

нозема выщелоченного западного Предкавказья / В. В. Дроздова, Н.Е. Редина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121.–С. 1732-1748.

43. Дружкин, А. Ф. Совершенствование приемов возделывания кукурузы на зерно в Саратовском правобережье / А. Ф. Дружкин, А. А. Беляева //Аграрный научный журнал. – 2015.– №4. – С. 8-13.

44. Дьёрффи, Б. Влияние засухи, удобрений и густоты стояния растений на урожайность кукурузы / Б. Дьёрффи, З. Бержени // Кукуруза и сорго. – 1996. – № 4. – С.11-12.

45. Жеруков Б. Х. Технология производства кукурузы: биологические и экологические особенности роста и развития растений / Жеруков Б. Х.– Нальчик: Изд-во КБГСХА, 2000. – 21 с.

46. Жужукин В. И. Биохимическая оценка сортообразцов кукурузы / В. И. Жужукин, Л. А. Гудова, С. А. Зайцев // Кукуруза и сорго. № 3 2012. – С. 3-8.

47. Зенина, Е.А. Ресурсосберегающая технология возделывания кукурузы на зерно в зоне черноземных почв Волгоградской области: автореф. дис… канд. с.-х. наук / Е.А. Зенина. – Астрахань, 2009. – 22 с.

48. Зиганшин А.А. Современные технологии и программирование урожайности / А.А.Зиганшин // Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2001. – 109 с.

49. Золотов, В.И. Фотосинтез и водный режим растений // В.И. Золотов, А.К. Пономаренко, Н.Ф. Несенов, Н.И., Цыкаленко, А.И. Разуваев, Ю.М. Пащенко // Кукуруза и сорго. – 1994. – № 1. – С. 5-7.

50. Ишин, А. Г Селекция, семеноводство и технология возделывания кормовых культур в Поволжье: сб. науч. тр. / А. Г. Ишин. (гл. ред.) [и др.] // Саратов: НИИСХ Юго-Востока. – 1985. – 156 с.

51. Казаков, Г. И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / Г. И. Казаков // Самара: Самвен. – 1997. – 196 с.

52. Каличкин В.К. Минимальная обработка почвы в Сибири: про-

блемы и перспективы//Земледелие,2008. - № 5. – С. 24-26.

53. Карабутов А.П. Изменение свойств чернозема типичного при длительном применении способов обработки почвы и удобрений в Центрально-Черноземном регионе/Автореф. дисс. . канд. с.-х. наук. - Курск, 2012. – 19 с.

54. Карпилов Ю. С. Фотосинтез кукурузы / Ю. С. Карпилов. Особенности структуры и функций фотосинтетического аппарата. Пущино-на-Оке, 1974. – 170 с.

55. Карпович К.И., Якунин А.И. Совершенствование обработки почвы в Лесостепи Поволжья//Земледелие, 2006. - № 4. – С. 21-22.

56. Каюмов, М.С. Справочник по программированию продуктивности полевых культур / М.С. Каюмов- М.: Россельхозиздат, 1982. – 288 с.

57. Кильдюшкин В.М., Сидоркин А.Ф. Способы обработки, удобрения и агрофизические свойства почвы//Земледелие, 2010. - № 1. – С. 23-24.

58. Кириллов Н.А., Волков А.И. Эффективность ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур//Вестник Алтайского ГАУ, 2008. - № 9. – С. 12-14.

59. Кирюшин В.И. Т.С. Мальцев и развитие теории обработки почвы// Земледелие, 2005. - № 6. – С. 6-9.

60. Кирюшин, В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов / В.И. Кирюшин. – М.: Колос С, 2011. – 443 с.

61. Кирюшин, В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин. – М.: МСХА, 2000. – 473 с.

62. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367 с.

63. Кореньков, Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений / Д.А. Кореньков- М.: Росагропромиздат, 1985. – 213 с.

64. Коростылёв, С.А. Отзывчивость кукурузы на силос на современные удобрения на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенно-

сти/ С.А. Коростылёв, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида, Е.В. Голосной, Н.В. Громова, И.А. Лысенко // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

65. Корчагин, В. А. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области: [учебное пособие для подготовки магистров по направлению 35.03.04 "Агрономия"] / Корчагин В. А. [и др.] // М-во сел. хоз-ва РФ, Самар. гос. с.-х. акад., Самар. НИИ сел. хоз-ва им. Н. М. Тулайкова. – Кинель : [РИЦ СГСХА]. – 2014. – 191 с.

66. Коршиков, А.А. О глубоком рыхлении почвы / А.А. Коршиков, А.А. Михайлин // Вестник РАСХН. – 2003. – № 4. – С. 28-30.

67. Костров, К.А. Влияние влажности почвы на эффективность различных доз удобрений / К.А. Костров, Э.П. Буланенкова // Кукуруза. – 1971.– №1. – С.15 - 16.

68. Костяков, А.Н. Основы мелиорации / А.А. Костяков -М.: Сельхозгиз, 1960. – 62с.

69. Кравченко, Р.В. Влияние минеральных удобрений и минимальной основной обработки почвы на урожайность гибридов кукурузы в условиях неустойчивого увлажнения в Центральном Предкавказье / Р.В.Кравченко, О.В.Тронева // Агрохимия. – 2012. – № 7. – С. 21-31.

70. Кравчук, А.В. Зависимость биоклиматических коэффициентов от роста надземной массы и корневой системы кукурузы и суданской травы / А.В. Кравчук, Ш.А. Халимов, Г.С. Донгузов // Агроэкологическое состояние АПК: опыт, поиски, решения: материалы науч.- практ. конф. / Саратов, 2005.- С. 125-130.

71. Крамарёв, С.М. Повышение содержания белка в зерне кукурузы путем оптимизации азотного питания растений / С.М. Крамарёв, Л.Н. Скрипник, Л.Ю. Хорсева, В.Н. Шевченко, В.В. Васильева // Кукуруза и сорго. – 2000. – № 1. – С. 13-16.

72. Кукуруза на корм. Производство и использование / Пер. с англ. Е.Н. Фолькман. М.: Колос, 1983. – 343 с.

73. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар, К. Гинапп, Д. Дрегер, А. Захаренко и др.; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLVАГРОДЕЛО», 2009. – 390 с.

74. Кукуруза. Современная технология возделывания / А.П. Шиндин [и др.]; Под общ.ред. академика РАСХН В.С. Сотченко. – 2-ое изд. доп. – М.: Изд-во ООО НПО «РосАгроХим, 2012. – 152 с.

75. Кукуруза. Современная технология возделывания / Под общ. ред. В. С. Сотченко. – М.: РосАгроХим, 2009. – 127 с.

76. Кульбиба В.В., Бородань В.А. Альтернативное земледелие: его возможности и перспективы//Земледелие, 1994. - № 5. – С. 16-18.

77. Куперман Ф. М. Биология развития культурных растений: учеб. пособие / Ф. М. Куперман. М.: Высшая школа, 1982. – 343 с.

78. Куперман, Ф.М. Особенности развития, роста и органогенеза кукурузы / Ф.М. Куперман/ / Физиология сельскохозяйственных растений. / МГУ.-М., 1969.- Т.5. – С. 51-111.

79. Кушенов, Б.М. Продуктивность фотосинтеза и урожай кукурузы / Б.М. Кушенов / Кукуруза и сорго. – 1998. -№4. – С. 3-5.

80. Кшникаткина, А.Н. Применение силипланта в технологии возделывания зерновых и кормовых культур / А.Н.Кшникаткина, Л.А.Дорожкина // Агрохимический вестник. – 2014. –-№ 5. – С. 41-44.

81. Листопадов И.Н. Минимизация, а не упрощение//Земледелие, 2007. - № 1. – С. 25-27.

82. Лобков, В. Т. Оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в зависимости от способов основной обработки почвы в Центрально-Черноземном регионе / В. Т. Лобков, Н. К. Кружков, А. А. Забродкин // Вестник Орловского ГАУ. – 2003 – Т.40, №1. – С. 8-11.

83. Майсурян, Н. А. Практикум по растениеводству: [для аграрных специальностей сельскохозяйственных вузов] / Н. А. Майсурян // Москва: Колос. – 1970. – 446 с.

84. Максютов Н.А., Жданов В.М., Захаров В.П. и др. Ресурсосбере-

гающие приемы в земледелии//Земледелие, 2006. - № 6. – С. 33-34.

85. Мальцев, Т.С. Новая система обработки почвы и посева / Т.С. Мальцев. – М., 1955.

86. Мамсиров, Н.И. Кукуруза в севооборотах короткой ротации и рациональное применение удобрений при её монокультуре / Н.И. Мамсиров, Р.К. Тугуз, М.Р. Тимов // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 35-37.

87. Мареев В.Ф., Манюкова И.Г. Ресурсосберегающие способы основной обработки почвы//Агрохимический вестник, 2007. - № 4. - С. 4-6.

88. Матюк, Н.С. Принципы ресурсосберегающей обработки почвы и современной системе земледелия / Н.С. Матюк, А.Я. Рассадин, В.А. Шевченко // МЭСХ. – 2003. - №7. – С. 2-4.

89. Матюшин, М.С. Обработка почвы и удобрения / М.С.Матюшин, И.П.Таланов // Кукуруза и сорго. – 1994. -№ 1. – С. 5-6.

90. Медведев В.В., Фомин В.Н., Нафиков М.М. Продуктивность кукурузы в зависимости от видов и доз азотных удобрений, сроков их внесения / В.В. Медведев, В.Н. Фомин, М.М. Нафиков // Проблемы инновационного развития АПК: кадры, технологии, эффективность. Сборник научных статей. Выпуск 11. – Казань: изд-во «Бриг», 2017. – С. 290-295.

91. Мелихов, В.В. Руководство по возделыванию кукурузы на зерно / В.В Мелихов, И.П.Кружин, Н.В.Кузнецова и др. – Волгоград: Государственное учреждение «Издатель», 2003. – 88 с.

92. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. / сост. Ю. К. Новоселов, В.Н.Киреев, Г.П.Кутузов и др. М.: РАСХН, 1997. - 155 с.

93. Мигунов, И.В. Как повысить урожайность и питательность кормов из кукурузы / И.В. Мигунов. Главный агроном, 2011.- №1. – С. 50-53

94. Мингалев С. К. Влияние сроков посева на формирование урожайности зеленой массы и продуктивности гибридов кукурузы в условиях Среднего Урала / С. К. Мингалев, В. Р. Лаптев, И. В. Сурин // Аграрный вестник Урала. – 2014.- № 1. – С. 20-23.

95. Мингалев С.К. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в системах земледелия Среднего Урала/ Ав- тореф. дисс. докт. с-х наук. - Тюмень, 2004. – 42 с.

96. Минеев, В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В.Г.Минеев, Е.Х.Ремпе. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.

97. Минеев, В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В.Г.Минеев, Б.Дебрецени, Т.Мазур. – М.: Колос, 1993. – 415 с.

98. Михайлин, А.А. Глубокое рыхление почвы надёжный приём влагонакопления / А.А. Михайлин, А.А. Коршиков // Земледелие.- 2000.- № 5.- С. 10-11.

99. Михайлов В.В., Богомазов С.В. Обработка почвы в Пензенской области //Земледелие, 2005. - № 4. – С. 12-13.

100. Михайлова, М. Ю. Формирование высокопродуктивных посевов на основе внесения расчетных доз минеральных удобрений и применения адаптивных гибридов кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан: автореф. дис…канд. с.-х. наук / М.Ю. Михайлова – Казань, 2016. – 16 с.

101. Моисеев, А. А. Эффективность удобрений под кукурузу на зерно в лесостепи среднего Поволжья/ А. А. Моисеев, П. Н. Власов, А. В. Ивойлов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. - № 4 (138). – С. 28-33.

102. Москвичев, А.Ю. Опыт выращивания кукурузы на зерно по технологии No-Till на чернозёмных почвах Волгоградской области / А.Ю. Москвичев, С.В. Еремин, К.П. Рябухин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015.- № 3. – С. 69-74.

103. Надежкин, С.Н. Зелёный конвейер в летний пастбищный период. С.Н. Надежкин., И.Ю Кузнецов. // Кормопроизводство. – 2011. – №3. – С. 36-39.

104. Нафиков М.М. Возделывание одновидовых и смешанных посевов сорговых культур/ М.М. Нафиков, Н.М. Якушкин, В.Н. Фомин, И.П. Тала-

нов. М., 2015. – 248 с.

105. Нафиков, М. М. Оценка продуктивности кормовых культур в одновидовых и бинарных посевах в Республике Татарстан / М. М. Нафиков, А. Р. Нигматзянов // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: Междунар. науч. экол. конф. / под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар. – КубГАУ, 2016. – С. 166-170 .

106. Нафиков, М.М. Возделывание кормовых культур в одновидовых и смешанных посевах в Западном Закамье РТ. М.М.Нафиков., А.Р.Хафизова. //Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2010. Т. 5. - № 2 (16). – С. 138-142.

107. Немцев Н.С.Разработка и освоение систем ландшафтного земледелия в Ульяновкой области // Земледелие. 2002. № 4. С. 4-5.

108. Никитишен, В.И. Минеральное питание кукурузы при взаимодействии азотного и фосфорного удобрений / В.И.Никитишен, В.И.Личко // Агрохимия. – 2012. -№ 11. – С.

109. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, М.П. Власова // М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 133 с.

110. Оказова, З.П. О путях повышения урожайности кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-Алания // З.П. Оказова, Д.М. Мамиев, А.А. Тедеева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. - № 5. – С. 695.

111. Орлянский, Н.А. Биоэнергетическая эффективность выращивания кукурузы на зерно / Н.А.Орлянский, Н.А.Орлянская // Зерновые культуры. 2005. - № 1. – С. 20.

112. Панфилов, А. Э. Эффективность использования атмосферных факторов при различных сроках посева кукурузы в лесостепи Зауралья / А. Э. Панфилов, Н. И. Казакова // Кукуруза и сорго. 2010. -№ 3. С. 7-10.

113. Петров, Н.Ю. Оценка продуктивности сортов и гибридов кукурузы в условиях Волгоградской области / Н.Ю. Петров, Д.А. Котельников // Проблемы научного обеспечения экономической эффективности орошаемого

земледелия в рыночных условиях: материалы межд. науч.- практ. конф. / ВГСХА. – Волгоград, 2001.- С. 148-149.

114. Петров, Н.Ю. Влияние ресурсосберегающей технологии на продуктивность кукурузы в зоне черноземных почв Волгоградской области/ Н.Ю. Петров, Е.А. Карпачева// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2010. - № 4. – С. 47-51.

115. Петров, Н.Ю. Густота стояния кукурузы и условия питания при программированном возделывании на силос / Н.Ю. Петров // Сб. «Интенсивное земледелие и программирование урожаев». – Йошкар-Ола: Гос. ун-т,1984. – С. 77-78.

116. Пироговская, Г.В. Эффективность новых форм комплексных удобрений для основного внесения в почву при возделывании кукурузы на зерно на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Г.В.Пироговская, С.С.Хмелевский, В.И.Сороко, О.И.Исаева // Агрохимия. – 2015. -№ 4. – С. 34-43.

117. Плескачёв, Ю.Н. Обработка почвы как составная часть системы земледелия / Ю.Н. Плескачёв, И.Б. Борисенко // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Актуальные инновационные разработки по оптимизации агроландшафтов» / Вестн. РАСХН. – М., 2004. – С. 270-274.

118. Посыпанов, Г.С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур / Г.С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов // М.: Изд-во МСХА. – 1995. – 21 с.

119. Потапов, А.П. Реализация потенциала продуктивности гибридов кукурузы в ЦЧЗ / А.П. Потапов // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2014. - № 5(1). – С. 207-210.

120. Пронько, В. В. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в различных гидротермических условиях степного Поволжья/ В. В. Пронько, М. П. Чуб, Т. М. Ярошенко, Н. Ф. Климова, Д. Ю. Журавлев. // Аграрный научный журнал. – 2017. - № 9. – С. 27-32.

121. Пындак, В.И. Совершенствование системы основной обработки почвы в засушливых условиях / В.И. Пындак, И.Б. Борисенко, А.Е. Новиков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.- 2013.- № 2.- С. 199-204.

122. Руководство по возделыванию кукурузы на зерно /Сост. В.В. Мелихов, И.П. Кружилин, Н.В. Кузнецова и др.; Под ред. В.В. Мелихова. – Волгоград: Государственное учреждение «Издатель», 2003. – 88 с.

123. Садеков Б. С. Кормовая ценность силоса / Б. С. Садеков, Ш. К. Шакиров, Ф. С. Гибадулина // Кукуруза и сорго. 1990. -№ 6. – С. 16-18.

124. Саленков С.Н. Современные энергосберегающие технологии//Земледелие, 2001. - № 5. – С. 8-9.

125. Семененко, Н.Н. Влияние способов основной обработки на водно-физические свойства антропогенно-преобразованной торфяной почвы, засоренность посевов и урожайность кукурузы на зеленую массу / Н.Н. Семененко, Е.В. Каранкевич, Н.М. Авраменко // Мелиорация. - 2014. - № 1(71). - С. 59-66.

126. Семешкина П.С. Способы основной обработки серой лесной почвы//Земледелие, 1994. - № 5. - С. 24-25.

127. Семина С. А., Иняхин А. Г. Продуктивность кукурузы в зависимости от приёмов возделывания / С. А. Семина, А. Г. Иняхин // Кормопроизводство. – 2013. -№ 6. – С. 15-18.

128. Семина С.А. Эффективность систем удобрения при возделывании кукурузы в лесостепи Среднего Поволжья / С.А. Семина // Нива Поволжья. – 2012. - № 1. – С. 39-42.

129. Семина, С.А. Кормовая ценность кукурузы в зависимости от приемов возделывания / С.А. Семина // Нива Поволжья. – 2014. - № 2(31). – С. 39-44.

130. Семина, С.А. Формирование продуктивности агроценоза кукурузы в зависимости от приёмов возделывания / С.А. Семина, Е.К. Анохина // Нива Поволжья. – 2013. -№ 3 (28) – С.59-64.

131. Симакин, А.И. Удобрения, плодородие почв и урожай, Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1983. – 268 с.

132. Система земледелия Республики Татарстан: ч.2. Агротехнологии производства продукции растениеводства. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014. – 292 с.

133. Соколов, Ю.В. Особенности роста, развития и урожайность гибридов кукурузы на зерно в условиях южной зоны Оренбургской области/ Ю.В. Соколов, С.И. Гридасов, Ю.А. Вархалев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. - № 18(1). – С. 24-26.

134. Соловиченко В.Д. Почвенный покров Центрально-Черноземного региона и воспроизводство плодородия почв/Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. - Курск, 2013. - 42 с.

135. Сорокин, И.Б. Растительное органическое вещество как основа почвенного плодородия / И.Б. Сорокин, Э.В. Титова, Л.В. Касимова // Земледелие. – 2008.- № 1. – С.14-15.

136. Сотченко В. С. «Кукуруза. Современная технология возделывания». // М.: Изд-во ООО НПО «РосАгроХим, 2012 – 152 С.

137. Сотченко В. С. Кукуруза: основные направления в селекции высокопродуктивных гибридов/ В.С. Сотченко // Журнал «НиваТатарстана». – 2012. -№2-3. – С. 10.

138. Сотченко, В. С. Технология возделывания кукурузы / В. С. Сотченко, В. Н. Багринцева // Вестник АПК Ставрополья. – 2015. – спецвыпуск 2. – С. 79–84.

139. Сотченко, В.С. Перспективы возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов / В. С. Сотченко // Кукуруза и сорго. – 2008. -№ 4. – С. 2-5.

140. Сотченко, В.С. Состояние и перспективы производства зерна кукурузы в РФ./ В.С. Сотченко // Главный агроном. – 2005.-№9. – С. 3-11

141. Спиран А.П. Теоретические основы минимальной энергосберегающей обработки почвы//Вестник с.-х. науки, 1988. -№ 7. – С. 101-108.

142. Спирин, А.П. Минимальная обработка почвы: монография / А.П. Спирин; РАСХН, ВИМ. – М.: ВИМ, 2005. – 167 с.

143. Стебут, И. А. Вопросы земледелия, растениеводства и сельскохозяйственного образования / И. А. Стебут. - М. : Сельхозиздат, 1957. - 640 с.

144. Тагиров, М.Ш. Основные параметры развития кормопроизводства и животноводства Республики Татарстан на 2015-2020 годы/ М.Ш.Тагиров, О.Л.Шайтанов, Т.Г. Тагирзянов и др. – Казань: Фолиант, 2013. – 76 с.

145. Тарчевский, И.А. Основы фотосинтеза / И.А. Тарчевский. – М.: Высш. шк., 1977. – 137 с.

146. Толорая, Т. Р. Влияние систем предпосевной обработки почвы на урожайность кукурузы при разных способах основной обработки почвы и применения гербицидов / Т.Р. Толорая, Р.В. Ласкин, В.Ю. Пацкан // Земледелие. – 2018.-№1. – С.23-26.

147. Толорая, Т.Р. Влияние уровня минерального питания, влагообеспеченности и густоты растений на площадь листовой поверхности / Т.Р. Толорая // Кукуруза и сорго. – 1999. - № 6. – С.6-8.

148. Томмэ, М.Ф. Корма СССР. Состав и питательность / М.Ф. Томмэ.– М.: Колос, 1964. – 448 с.

149. Трифунович, В. Направление в селекции кукурузы в институте Земун Поле Югославия / В.Трифунович, К.Россич, Н.Мишкович // Кукуруза. – 1976. – №3 – С. 9-10.

150. Тютюнов С.И. Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья России/Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. - Курск, 2005. - 42 с.

151. Уилкинсон Дж. М. Силосование кукурузы на корм: влияние на со-став и питательную ценность / Дж. М. Уилкинсон // Кукуруза на корм. Производство и использование/ Пер. с англ. Е.Н. Фолькман. М.: Колос, 1983. С. 93-125.

152. Усанова З.И., Влияние расчетных доз удобрений и густоты стояния на продуктивность кукурузы, вынос и хозяйственный баланс основных элементов питания/ З.И. Усанова, И.В. Шальнов, А.С. Васильев // Земледелие. – 2016. - № 3. – С. .23-26.

153. Федоров В.А., Воронцов В.А. Плуг -плоскорез- чизель // Земледелие, 1995.- № 4. – С. 39-40.

154. Филин, В. И. Эффективность индустриальной технологии при программированном возделывании кукурузы на зерно / В. И. Филин, А.Агарков // Оптимизация условий возделывания кукурузы на орошаемых землях : сборник научных трудов. – Волгоград, ВНИИОЗ,1986. – С. 102.

155. Фирсов И. П. Технология растениеводства / И. П. Фирсов, А. М. Соловьев, М. Ф. Трифонова. М.: Колос, 2005. 472 с.

156. Фомин В.Н. Опыт возделывания маржинальных культур в условиях РТ / В.Н. Фомин, И.Х. Габдрахманов, В.В. Медведев // Сборник научных статей. Выпуск 10. – Казань :изд-во «Бриг», 2016. – 348 с.

157. Фомин В.Н. Продуктивность кукурузы в зависимости от приемов обработки почвы и внесения удобрений / В.Н. Фомин, М.М. Нафиков, В.В. Медведев // Точки роста эффективности АПК В условиях нестабильного рынка. Сборникнаучныхстатей. Выпуск 12. – Казань: изд-во «Бриг», 2018.- С. 210-215.

158. Фомин В.Н. Эффективность различных видов азотных удобрений под кукурузу / В.Н. Фомин, В.В. Медведев //Сборник научных статей. Выпуск 10. – Казань: изд-во «Бриг», 2016.

159. Храмцев, И. Ф. Эффективность удобрений при возделывании кукурузы на зерно на черноземных почвах лесостепи Западной Сибири / И. Ф. Храмцев, Н.А. Пунда // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - №3. – С.24-25.

160. Храмцов И.Ф. Совершенствование ресурсосберегающих технологий в земледелии Сибири / Ресурсосбережение и диверсификация как новый этап развития идей А.И. Бараева о почвозащитном земледелии. - Астана,

Шортанды, 2008. – С. 21-26.

161. Чекмарев П.А. Влияние сорта и уровня питания на урожайность кукурузы при возделывании на зерно / П.А. Чекмарев, В.Н. Фомин, С.Л. Турнин // Проблемы инновационного развития АПК: кадры, технологии, эффективность. Сборникнаучныхстатей. Выпуск 11. – Казань: изд-во «Бриг», 2017. – С. 200-206.

162. Чекмарев П.А. Влияние сорта и фона питания на урожайность кукурузы при возделывании на силос и зерно / П.А. Чекмарев, В.Н. Фомин, С.Л. Турнин // Сборник научных статей. Выпуск 10. – Казань: изд-во «Бриг», 2016.

163. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованны //Земледелие, 2006. - № 6. – С. 20-22.

164. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В., Нитченко Л.Б., Плотников В.А., Ильина Г.П., Гапонова Н.П. Теоретические основы формирования агротехнологической политики применения нулевых и поверхностных обработок почвы под зерновые культуры для модернизации земледелия. - Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2012. – 81 с.

165. Шакиров, Р.С. Биологические факторы интенсификации земледелия / Р.С. Шакиров, Х.Г. Асхадуллин // Земледелие. – 2006. -№ 3. – С. 8-9

166. Шатилов, И.С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая / И.С. Шатилов, А.Ф. Чудновский. – Гидрометеоиздат, 1980. – 320 с.

167. Шафран, С.А. Динамика применения удобрений и плодородие почв / С.А. Шафран // Агрохимия. – 2004. - № 1. – С. 9-17.

168. Шептунов В.Н., Галкина М.М., Нестерова А.В. Особенности возделывания культур при минимализации обработки суглинистой почвы//Земледелие, 1995.-№ 5. – С. 18-20.

169. Шмалько И.А. Урожайность кукурузы при отвальной и поверхностной обработке почвы/ И.А. Шмалько, В.Н. Багринцева. Материалы науч-

но-практической конференции. Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы. – Пятигорск: изд-во «Кавказская здравница». – 2012. – С. 220-230.

170. Шмараев, Г.Е. Методические указания по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур (просо, гречиха, рис) /Сост. Г.Е. Шмараев, Т.Я. Ярчук, Е.С. Якушевский и др. – Л.:ВИР, 1968. – 51с.

171. Шпаар Д. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и ис-пользование) / Шпаар Д. [и др.]. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2009. 390 с.

172. Шпаар, Д. Кукуруза: Выращивание, уборка, консервирование и использование / Д. Шпаар. – М.: Книга по Требованию, 2014. – 464 с.

173. Шуравилин, А.В. Ресурсосберегающие технологии в земледелии: учебное пособие.- М.: РУДН, 2010. –198 с.

174. Щербаков А.П., Васенев И.И. Экологические проблемы плодородия почв Центрально-Черноземной области//Почвоведение, 1994. - № 4. - С. 88-96.

175. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко // М.: Мир, 2004. –584 с.

176. Якунин А.И. Ресурсосберегающие способы обработки почвы при возделывании зерновых культур в лесостепи Среднего Поволжья /Автореф. дис. ... канд. с-х наук. - Кинель, 2006. – 18 с.

177. Янбухтина, Р.Н. Биологическая активность почв при различных системах обработки / Р.Н. Янбухтина // Земледелие. – 1989. -№ 10. – С. 47-49.

178. Balasdent, J. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage / J.Balasdent, C.Chenu, M.Balabane // Soil and Tillage Research. – 2000. – № 53. – P. 215-230.

179. Cooper J. P. Photosynthetic efficiency of maize compared with other field crops / J. P. Cooper // Annals of Applied Biology. 1977. № 87. P. 237-242.

180. Coughenour, C.M. Conservation tillage and cropping innovation –

constructing the new culture of agriculture / C.M.Coughenour, S.Chamala. – Ames, Jowa: Jowa State University Press, 2001. – 360 p.

181. Debnath S. C., Sarcar K. R., Singh D. Combining ability estimates in maize (Sea mays) // Am. Arg. Res – 1988. – V. 9. - № 1. – P. 38.

182. Genter, C. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density / C.Genter, H.Camper // Agron. J. - 1973. - 65 (4). -

183. Miedema P. The Effects of Low Temperature on Zea mays / P. Miedema // Advances in Agronomy. 1982. Vol. 35. P. 93-128.

184. Radford, B.J. Conservation tillage increases soil water storage, soil animal populations, grain, yield and response to fertiliser in the semi-arid subtropics / B.J.Radford // Journal of Experimental Agriculture. – 1995. – № 35. – P. 223-232.

185. Zelitch I. The close relationship between net photosynthesis and crop yield / I. Zelitch // Bio-science. 1982. V.32. № 10. P. 796-802.

186. Zscheischler J. Einfluss von Schnittzeit, Sorte und Standweite auf Ertrag und Futterwert von Silomais / J. Zscheischler, F. Gross, L. Hepting // BayerischeslandwirtshaflichesJahrbuch. 1974. № 51. S. 611-636.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Таблица 1– Расчет норм NPK на 40 т зеленой массы кукурузы с 1 га, 2014 год.

Показатели	N	P_2O_5	K_2O
Вынос с урожаем на 1 т зеленой массы, кг	3,6	1,2	4,5
Вынос на весь урожай, кг на 1га	144	48	180
Содержание NPK в почве перед посевом, мг/100г почвы/кг/г	9,0 270	16,5 495	19,0 570
Коэффициент использования NPK из почвы	35,0	14,0	25,0
Возможный вынос из почвы, кг/га	95	69	143
Необходимо внести NPK на планируемую урожайность 40 зеленой массы с 1 га, кг д.в./га	49	-	37
Коэффициент использования NPK из удобрений	60,0	20,0	60,0
Будет внесено NPK с учетом коэффициента использования из удобрений, кг д.в./га	82	-	62

Таблица 2 – Расчет норм NPK на 40 т зеленой массы кукурузы с 1 га, 2015 год.

Показатели	N	P_2O_5	K_2O
Вынос с урожаем на 1 т зеленой массы, кг	3,6	1,2	4,5
Вынос на весь урожай, кг на 1га	144	48	180
Содержание NPK в почве перед посевом, мг/100г почвы/кг/г	8,7 261	16,2 486	18,5 555
Коэффициент использования NPK из почвы	35,0	14,0	25,0
Возможный вынос из почвы, кг/га	91	68	139
Необходимо внести NPK на планируемую урожайность 40 зеленой массы с 1 га, кг д.в./га	53	-	41
Коэффициент использования NPK из удобрений	60,0	20,0	60,0
Будет внесено NPK с учетом коэффициента использования из удобрений, кг д.в./га	88	-	68

Таблица 3 – Расчет норм NPK на 40 т зеленой массы кукурузы с 1 га, 2016 год.

Показатели	N	P_2O_5	K_2O
Вынос с урожаем на 1 т зеленой массы, кг	3,6	1,2	4,5
Вынос на весь урожай, кг на 1га	144	48	180
Содержание NPK в почве перед посевом, мг/100г почвы/кг/г	8,5 255	16,3 489	18,7 561
Коэффициент использования NPK из почвы	35,0	14,0	25,0
Возможный вынос из почвы, кг/га	89	68	140
Необходимо внести NPK на планируемую урожайность 40 зеленой массы с 1 га, кг д.в./га	55	-	40
Коэффициент использования NPK из удобрений	60,0	20,0	60,0
Будет внесено NPK с учетом коэффициента использования из удобрений, кг д.в./га	92	-	67

Таблица 4 – Листовая поверхность растений кукурузы в зависимости от обработки почвы удобрений, тыс. $м^2$/га, 2014-2016 гг.

Факторы		Фаза развития растений			
Способ обра-ботки (А)	Фон питания (Б)	Всходы	7-8 листьев	Выметывание	Молочная спелость
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	4,9	15,7	24,4	21,0
	NPK на 40 т/га з/м	10,3	21,9	35,6	26,3
	PK – Фон	7,5	17,8	28,4	22,4
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	8,6	19,8	32,5	23,5
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	9,3	21,2	33,9	24,6
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	11,0	22,4	35,3	25,6
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	11,3	23,5	36,5	26,4
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11,9	24,4	37,2	27,4
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	4,7	15,4	23,8	19,5
	NPK на 40 т/га з/м	10,0	21,4	34,5	25,5
	PK – Фон	7,2	17,4	27,4	21,8
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	8,4	19,0	31,6	22,4
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	9,0	20,7	33,0	23,6
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	10,4	21,8	34,4	24,4
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	11,0	23,0	35,7	25,5
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	11,3	23,5	36,5	26,4

Таблица 5 – Фотосинтетический потенциал посевов кукурузы, тыс. м^2 сутки/га, 2014-2016 г.

Факторы		Фаза развития растений				
Способ обработки (А)	Фон питания (Б)	Посев-всходы	Всходы-7-8 листьев	7-8 листьев-выметывание	Выметывание-молочная спелость	Суммарный фотосинтетический потенциал посевов
Вспашка (к)	Контроль (без удобрений)	25,3	274,6	569,8	601,4	1471,1
	NPK на 40 т/га з/м	61,9	451,9	841,1	860,4	2215,3
	PK – Фон	42,1	349,7	664,2	698,1	1754,1
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	49,7	400,5	768,7	776,7	1995,6
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	54,2	431,3	809,8	814,3	2109,6
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	67,2	477,9	858,9	867,4	2271,4
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	71,3	504,8	922,6	927,3	2426,0
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	75,1	525,8	968,4	974,4	2543,7
Безотвальная обработка	Контроль (без удобрений)	25,6	263,7	527,7	563,8	1380,8
	NPK на 40 т/га з/м	61,2	417,3	793,9	823,1	2095,5
	PK – Фон	40,5	327,1	612,2	646,0	1625,8
	Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	47,4	374,3	718,3	731,9	1871,9
	Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	51,0	402,2	776,5	767,4	1997,1
	Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	62,5	444,2	825,2	816,2	2148,7
	Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	67,5	468,4	881,6	882,3	2299,8
	Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	69,4	492,8	912,7	916,0	2390,9

Приложение 2

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2014
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	урожайность
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	2	3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	115	126	122	363	121,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	317	290	314	921	307,00
	3.PK – Фон	195	181	185	561	187,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	265	254	255	774	258,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	298	314	291	903	301,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	351	340	350	1041	347,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	369	377	358	1104	368,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	381	377	370	1128	376,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	107	118	108	333	111,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	276	289	278	843	281,00
	3.PK – Фон	154	169	166	489	163,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	244	232	235	711	237,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	276	287	271	834	278,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	331	322	325	978	326,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	351	363	348	1062	354,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	350	355	354	1059	353,00
суммы Р		4380	4394	4330	13104	
					13104	273,00

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
А	51,66	4,17	дост.
В	1023,84	2,34	дост.
АВ	0,95	2,34	недост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	18,83
НСР05 делянок 2 пор.	11,35
НСР05 А	6,66
НСР05 В	8,02
НСР05 АВ	7,83

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2015
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	урожайность
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	2	3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	147	162	150	459	153,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	367	370	388	1125	375,00
	3.PK – Фон	272	260	269	801	267,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	295	309	296	900	300,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	353	365	353	1071	357,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	409	392	414	1215	405,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	421	408	419	1248	416,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	447	432	435	1314	438,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	148	135	140	423	141,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	364	340	358	1062	354,00
	3.PK – Фон	247	233	249	729	243,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	290	273	280	843	281,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	337	321	338	996	332,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	392	374	377	1143	381,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	401	389	386	1176	392,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	421	402	428	1251	417,00
суммы Р		5311	5165	5280	15756	
					15756	328,25

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
А	24,06	4,17	дост.
В	1194,55	2,34	дост.
АВ	0,62	2,34	недост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	28,95
НСР05 делянок 2 пор.	10,99
НСР05 А	10,24
НСР05 В	7,77
НСР05 АВ	6,14

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2016
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	урожайность
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	2	3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	152	141	148	441	147,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	350	337	342	1029	343,00
	3.PK – Фон	211	205	202	618	206,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	274	287	282	843	281,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	338	324	340	1002	334,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	381	365	370	1116	372,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	397	380	396	1173	391,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	401	392	422	1215	405,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	131	143	140	414	138,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	333	318	309	960	320,00
	3.PK – Фон	191	186	175	552	184,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	272	258	262	792	264,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	307	302	342	951	317,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	342	360	348	1050	350,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	372	359	361	1092	364,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	401	378	394	1173	391,00
суммы Р		4853	4735	4833	14421	
					14421	300,44

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
А	137,91	4,17	дост.
В	625,31	2,34	дост.
АВ	0,63	2,34	недост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	10,74
НСР05 делянок 2 пор.	14,75
НСР05 А	3,80
НСР05 В	10,43
НСР05 АВ	8,26

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2014
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	водопотр
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	2	3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	1797	1780	1784	5361	1787,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	1853	1841	1841	5535	1845,00
	3.PK – Фон	1829	1820	1820	5469	1823,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1794	1805	1810	5409	1803,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1839	1824	1827	5490	1830,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1851	1863	1860	5574	1858,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1872	1890	1884	5646	1882,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1887	1795	1967	5649	1883,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	1817	1830	1819	5466	1822,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	1845	1852	1853	5550	1850,00
	3.PK – Фон	1794	1807	1799	5400	1800,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1805	1784	1781	5370	1790,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1809	1821	1815	5445	1815,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1845	1961	1747	5553	1851,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1773	1781	1780	5334	1778,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1902	1889	1894	5685	1895,00
суммы Р		29312	29343	29281	87936	
					87936	1832,00

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
А	0,85	4,17	недост.
В	5,78	2,34	дост.
АВ	2,58	2,34	дост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	99,78
НСР05 делянок 2 пор.	51,66
НСР05 А	35,28
НСР05 В	36,53
НСР05 АВ	58,72

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2015
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	водопотр
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	2	3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	1885	1902	1874	5661	1887,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	1954	1941	1952	5847	1949,00
	3.PK – Фон	1928	1931	1916	5775	1925,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1908	1902	1920	5730	1910,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1942	1932	1934	5808	1936,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1978	1961	1971	5910	1970,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	2011	2020	2017	6048	2016,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	2016	2024	2014	6054	2018,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	1895	1910	1898	5703	1901,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	1948	1959	1949	5856	1952,00
	3.PK – Фон	1925	1931	1928	5784	1928,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1911	1901	1903	5715	1905,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1928	1934	1931	5793	1931,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1965	1951	1964	5880	1960,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	2005	2018	2016	6039	2013,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	2021	2013	2011	6045	2015,00
суммы P		31220	31230	31198	93648	
					93648	1951,00

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
A	0,44	4,17	недост.
B	274,15	2,34	дост.
AB	1,78	2,34	недост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	7,53
НСР05 делянок 2 пор.	11,21
НСР05 A	2,66
НСР05 B	7,92
НСР05 AB	10,56

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОР-НОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2016
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	водопотр
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	2	3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	153	140	145	438	146,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	66	58	56	180	60,00
	3.PK – Фон	111	99	102	312	104,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	74	65	62	201	67,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	58	65	63	186	62,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	55	49	55	159	53,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	51	59	52	162	54,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	55	48	50	153	51,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	164	158	158	480	160,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	54	65	67	186	62,00
	3.PK – Фон	109	119	114	342	114,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	84	76	83	243	81,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	64	72	71	207	69,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	63	71	70	204	68,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	64	57	62	183	61,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	57	50	52	159	53,00
суммы Р		1282	1251	1262	3795	
					3795	79,06

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
А	16,24	4,17	дост.
В	420,11	2,34	дост.
АВ	2,40	2,34	дост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	14,72
НСР05 делянок 2 пор.	6,89
НСР05 А	5,20
НСР05 В	4,87
НСР05 АВ	7,55

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2014
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	Коэф вод.
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	Повторность 2	Повторность 3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	141	154	149	444	148,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	64	59	45	168	56,00
	3.PK – Фон	94	101	96	291	97,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	67	75	68	210	70,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	67	58	58	183	61,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	59	51	52	162	54,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	56	48	49	153	51,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	47	55	48	150	50,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	161	170	161	492	164,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	56	68	62	186	62,00
	3.PK – Фон	104	113	113	330	110,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	71	79	78	228	76,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	59	69	67	195	65,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	57	50	49	156	52,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	56	46	48	150	50,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	48	61	53	162	54,00
суммы Р		1207	1257	1196	3660	
					3660	76,25

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
А	9,60	4,17	дост.
В	374,50	2,34	дост.
АВ	2,69	2,34	дост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	12,40
НСР05 делянок 2 пор.	7,69
НСР05 А	4,38
НСР05 В	5,44
НСР05 АВ	8,92

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2015
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	Коэф вод.
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	2	3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	118	129	122	369	123,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	57	43	47	147	49,00
	3.PK – Фон	76	70	70	216	72,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	68	60	64	192	64,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	51	58	53	162	54,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	54	43	50	147	49,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	53	45	46	144	48,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	51	42	45	138	46,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	128	139	138	405	135,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	57	48	54	159	53,00
	3.PK – Фон	74	82	81	237	79,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	66	72	66	204	68,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	63	59	52	174	58,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	56	48	49	153	51,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	57	49	47	153	51,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	54	43	50	147	49,00
суммы Р		1083	1030	1034	3147	
					3147	65,56

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
А	34,31	4,17	дост.
В	238,60	2,34	дост.
АВ	0,83	2,34	недост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	5,56
НСР05 делянок 2 пор.	7,21
НСР05 А	1,97
НСР05 В	5,10
НСР05 АВ	4,64

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	кукуруза	Год исследований:	2016
Фактор А:	обработка почвы	Исследуемый показатель:	Коэф вод.
Фактор В:	фон питания	единицы измерения	т/га
Градация фактора А:	2		
Градация фактора В:	8		
Количество повторностей:	3	Исполнитель:	

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность 1	Повторность 2	Повторность 3	Суммы, V	Средние
Вспашка (к)	1.Контроль (без удобрений)	1890	1902	1899	5691	1897,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	1960	1951	1960	5871	1957,00
	3.PK – Фон	1947	1939	1943	5829	1943,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	1934	1921	1926	5781	1927,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	1937	1948	1944	5829	1943,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	1979	1965	1969	5913	1971,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1968	1973	1969	5910	1970,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	1965	1977	1968	5910	1970,00
Безотвальная обработка	1.Контроль (без удобрений)	1972	1961	1971	5904	1968,00
	2.NPK на 40 т/га з/м	1951	1967	1956	5874	1958,00
	3.PK – Фон	1868	1879	1872	5619	1873,00
	4.Фон + N_{40} (безвод. аммиак)	2009	2017	2016	6042	2014,00
	5.Фон + N_{60} (безвод. аммиак)	2001	1981	1970	5952	1984,00
	6.Фон + N_{80} (безвод. аммиак)	2028	2035	2027	6090	2030,00
	7.Фон + N_{100} (безвод. аммиак)	1940	1961	1943	5844	1948,00
	8.Фон + N_{120} (безвод. аммиак)	2007	1965	2028	6000	2000,00
суммы Р		31356	31342	31361	94059	
					94059	1959,56

Оценка существенности различий			
Фактор	Fфакт	F05	Вывод
А	2042,58	4,17	дост.
В	48,18	2,34	дост.
АВ	39,52	2,34	дост.

НСР	
НСР05 делянок 1 пор.	3,64
НСР05 делянок 2 пор.	16,95
НСР05 А	1,29
НСР05 В	11,98
НСР05 АВ	75,33

СОГЛАСОВАНО
Ректор ФГБОУ ДПО «ТИПКА»
_____
«29» сентября 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель организации
_____
«06» октября 2017 г.
Ахметов И.М.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ
результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ

Заказчик Ахметов Ильгизар Муртазиевич
(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что результаты работы „Оптимизация способов основной обработки почвы и удобрений при выращивании кукурузы на силос в условиях Среднего Поволжья"
(наименование темы, № гос .регистрации)

выполненной аспирантом ФГБОУ ДПО „ТИПКА" Медведевым В.В.
(наименование учебного вуза, НИИ)

стоимостью 1 млн. 357 тыс. (один миллион триста пятьдесят семь тысяч)
(цифрами и прописью)

выполняемой 27.04.2017г. до 25.09.2017г.
(сроки выполнения)

внедрены в колхозе „Родина" Алексеевского района Республики Татарстан
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных работ технологии возделывания кукурузы
(технологии)
2. Характеристика масштаба внедрения массовое
3. Форма внедрения:
Метод производственный
4. Новизна результатов научно-исследовательских работ
качественно-новые
(принципиально-новые, качественно-новые)
5. Внедрены:
в сельскохозяйственное производство в колхозе „Родина" Алексеевского района РТ
(бригада)
6. Годовой экономический эффект
ожидаемый один миллион триста пятьдесят семь тысяч
(от внедрения)
фактический один миллион триста пятьдесят семь тысяч
7. Объем внедрения 270 га, что составляет 100 % от объема внедрения положенного в основу расчета гарантированного экономического эффекта, рассчитанного по окончании НИР (1357 тыс.руб.). При заключении договора:

От ФГБОУ ДПО ТИПКА:

Проректор по НИР:
_____

От организации:
_____
Кадыров Ш.Г.
Главный агроном
Колхоз „Родина"