

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

Кафедра агрохимии и почвоведения

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

на тему: «ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА  
«МЕГАМИКС» НА ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ СОРТА  
«КРОКОДИЛ» В УСЛОВИЯХ КФХ «БАДРЕТДИНОВ»  
БУГУЛЬМИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА РТ»

Магистрант



Бадретдинов Айдар Рамизович

Научный руководитель –  
д.с.-х.н., профессор



Миникаев Р.В.

Допущена к защите:

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

Заведующий кафедрой –

д.с.-х.н., профессор



Гилязов М.Ю.



Миникаев Р.В.

Казань – 2020

## Содержание

	Стр
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	5
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	
2.1. Цель и задачи исследования	23
2.2. Методика проведения полевого опыта	23
2.3. Схема опыта	25
2.4. Наблюдения, анализы и учет	28
2.5. Метеорологические условия вегетационного периода	29
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	
3.1. Пищевой режим почвы	38
3.2. Фотосинтетическая деятельность растений сахарной свеклы	35
Урожайность корнеплодов сахарной свеклы сорта	
3.3. “Крокодил”	40
3.4. Химический состав урожая сахарной свеклы	42
3.5. Использование азота, фосфора и калия урожаем сахарной свеклы	43
3.6. Качество корнеплодов сахарной свеклы	46
3.7. Экономическая эффективность листовых подкормок на посевах сахарной свеклы	49
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	51
ПРИЛОЖЕНИЯ	59

## ВВЕДЕНИЕ

В середине 18 века Андреас Маргграф сделал научное открытие, которое изменило мир. Он выяснил, что свекла содержит сахар. В результате работы селекционеров появилась сахарная свекла.

На территории Российской Федерации сахарная свекла появилась в первой половине 18 века и на сегодняшний день занимает примерно 1200 тыс. гектар.

Еще в середине ученые отмечали, что «сахарная свекла – важнейшая сельскохозяйственная культура во многих регионах мира. В странах Европы она возделывается на больших площадях. Культура является основным источником получения ценнейшего продукта питания – сахара, поэтому имеет важное народнохозяйственное и экономическое значение» [Карпенко, 1960].

Из-за биологических особенностей сахарная свекла имеет важное агротехническое значение в сельскохозяйственном производстве. Из-за особенностей технологий возделывания сахарная свекла повышает культуру земледелия, а также урожайность культур, возделываемых в севообороте после нее.

Сахарная свекла относится к культурам умеренного климата, которая отличается высокой солевыносливостью, но для получения высоких урожаев ее необходимо возделывать на нейтральных или слабощелочных почвах, лучше всего на различных видах чернозема. Лучшими предшественниками являются озимые зерновые культуры, такие как пшеница или рожь возделываемые после чистого пара. Сахарная свекла может быть возделываться на орошении [Шпаар, 2006].

В результате многолетних наблюдений было выявлено: «Сахарная свекла — культура, требовательная к почвенным условиям. В начале роста сахарная свекла поглощает относительно небольшое количество азота, фосфора и калия, однако в этот период она очень чувствительна к недостатку фосфора. В период интенсивного роста листьев свекла

потребляет много азота и калия. Для формирования корнеплодов растениям требуются умеренное азотное и усиленное фосфорное и калийное питание. Максимальное потребление элементов питания сахарной свеклой отмечается в июле-августе» [Шпаар, 2003].

« На 100 ц корнеплодов с соответствующим количеством ботвы сахарная свекла выносит в среднем 60 кг азота, 26 кг фосфора, 120 кг калия» [Петров, Зубенко,1981].

На сегодняшний день все больше площадей сахарной свеклы возделываются по интенсивной технологии, в связи с этим все больше приобретает актуальность использование микроэлементов для повышения урожая и качества корнеплодов.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Предком сахарной свеклы является дикая однолетняя свекла, которую возделывали еще 2000-1500 лет до нашей эры в Передней Азии.

«Корнеплодная сахарная свекла появилась в XVIII в. в результате отбора из естественных гибридов листовой свеклы (мангольда) и низко сахаристой корнеплодной свеклы кормового типа. Как предполагает И.А. Минкевич, листовая свекла была введена в культуру в долине рек Тигра и Евфрата примерно за 2000 лет до н.э. Она и теперь встречается на побережьях Средиземного, Каспийского и Черного морей, в Закавказье и Малой Азии.

Сахарная свекла — относительно молодая культура. До начала IX в. единственным источником получения сахара в мире являлся сахарный тростник. Страны Западной Европы (Англия, Франция, Португалия, Испания, Голландия и др.), владевшие колониями в тропиках и субтропиках, где выращивали сахарный тростник, были основными поставщиками сахара на международном рынке.

В конце XVIII в. войны между отдельными странами Западной Европы нарушили нормальные связи с колониями. Англия прекратила ввоз сахара в Европу. Это заставило искать другие источники сырья для его получения.

В 1747 г. немецкий ученый А. Маркграф в лабораторных условиях получил из корнеплода свеклы белое кристаллическое вещество, аналогичное тростниковому сахару. Однако это сообщение не привлекло к себе достаточного внимания. Лишь в 1797 г. его ученик — немецкий ученый Ф. Ахард предложил способ выработки сахара из свеклы с использованием для очистки сока серной кислоты» [Гатауллина, 2019].

«Культурная сахарная свекла — гибридный организм, получившийся от стихийного скрещивания листовой и корнеплодной форм свеклы и улучшенный длительной селекцией. Она имеет двулетний цикл развития.

В первый год жизни сахарная свекла образует утолщенный корнеплод с розеткой из множества (50–90) прикорневых черешковых листьев, поверхность которых на одном растении достигает 3000 см<sup>2</sup> и более (рис.

1.1).

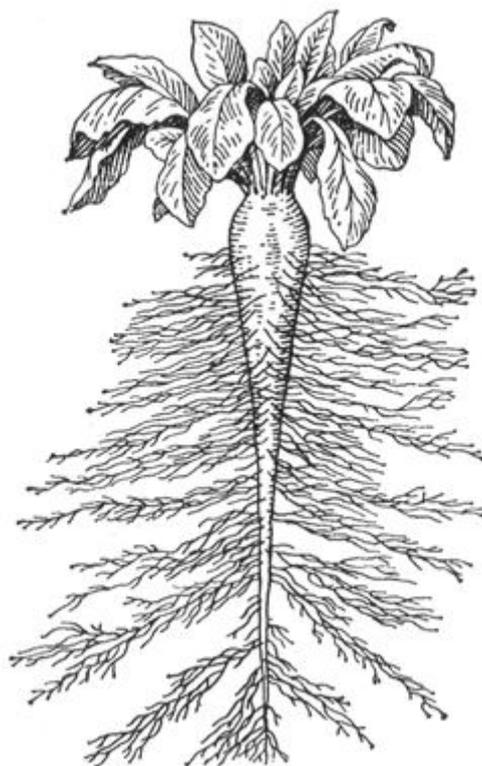


Рис.1.1. Сахарная свекла первого года жизни

Во второй год жизни из прорастающих почек головки корнеплода развиваются облиственные ребристые цветоносные побеги (семенники), достигающие высоты 1,01,5 м. Соцветие культуры — мутовчатая колосовидная кисть. Цветки, формирующиеся в верхней части цветоносов, обоеполые, пятерного типа. Опыление перекрестное при помощи ветра (анемофильное) и отчасти насекомыми. Плод — орешек.

Корни взрослого растения первого года жизни имеют длинные корневые волоски (до 3 мм), достигают глубины 3 м и отходят в стороны на 60 см. В фазе вилочки (всходы с семядолями до образования настоящих листьев) первичный корень сахарной свеклы проникает на глубину 12–15 см, а ко времени появления первой пары настоящих листьев — на глубину до 30 см. С этого времени главный корень начинает утолщаться за счет деления клеток перицикла и паренхимы первичного луба. Первичная кора корня в фазе трех пар листьев дает трещины и сходит (линька корня), заменяясь вторичной корой, одетой слоем пробковой ткани. В дальнейшем наряду с увеличением числа листьев происходит утолщение и разрастание главного корня —

образование корнеплода.

Корнеплод формируется вследствие деятельности нескольких (до 12) последовательно сменяющих друг друга камбиальных колец сосудисто-волокнистых пучков. Между этими кольцами разрастается паренхимная ткань, в клетках которой откладывается основная масса сахара» [Гатауллина, 2019].

На «сегодняшний день сахарная свекла является важнейшей технической культурой. В сортах современной селекции содержится до 22% сахарозы. С 1 гектара посевов сахарной свеклы можно получить до 100 ц сахара» [Ильшенко, 2017].

«Основными показателями качества фабричной сахарной свеклы помимо сахаристости являются доброкачественность сока, т.е. процентное содержание сахара в растворенном сухом веществе, а также содержание инвертного сахара (смеси глюкозы и фруктозы) и «вредного» (небелкового) азота. Распределение сахара в корнеплоде свеклы неравномерно: его наибольшее количество содержится в средней части (шейке), меньше всего сахара находится в головке и самой нижней части («хвостике») корнеплода (рис.1.2.)» [Гатауллина, 2019].

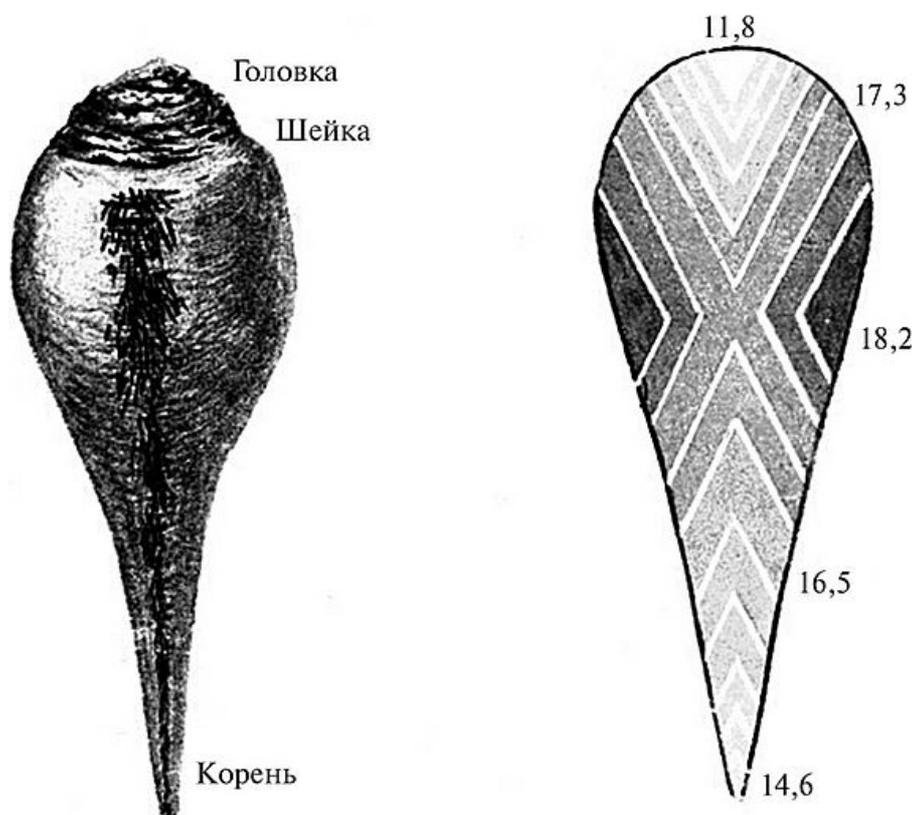


Рис.1.2. Распределение сахара в корнеплоде сахарной свеклы

«Сахарная свекла относится к числу наиболее высокоурожайных растений, занимая по общему сбору продукции с единицы площади одно из первых мест среди полевых культур.

Следует отметить, что повышение урожайности сахарной свеклы должно сопровождаться увеличением выхода сахара с единицы площади» [Вострухин, 2007].

«По кормовому достоинству сахарная свекла значительно превосходит кормовую: в 4100 кг ее корнеплодов содержится 26 кормовых единиц и 1,2 кг переваримого протеина, 0,5 - кальция и 0,5 кг фосфора. В урожае 300 ц/га корнеплодов и 150 ц/га листьев содержится 10500 кормовых единиц».

Сахарная свекла возделывается для получения сахара, а отходы (жом и патока), которые получают при производстве являются ценным кормом для сельскохозяйственных животных. «Общая кормовая ценность всех побочных продуктов, получаемых при переработке урожая сахарной свеклы 250-300 ц/га корнеплодов и 100-150 ц/га листьев, составляет около 5000 кормовых единиц. Листья сахарной свеклы по кормовому достоинству не уступают зеленой массе сеяных трав. 5 кг листьев приравниваются к одной кормовой единице с высокой обеспеченностью белком (110 г). при урожае сахарной свеклы 250-300ц/га только листья дают около 2000 кормовых единиц. Однако необходимо отметить, что ботва сахарной свеклы содержит соли щавелевой кислоты и скармливание животным больших количеств ее в свежем или силосованном виде может вызвать нарушение кальциевого обмена и расстройство пищеварения» [Шпаар, 2003].

«Жом – обессахаренная свекловичная стружка, содержащая до 7% сухих веществ. В одном центре свежего жома содержится 8 кормовых единиц, 0,9 кг переваримого протеина, а в 1 ц. сухого жома - 85 кормовых единиц и 3,9 кг переваримого протеина.

Кормовая патока по кормовой ценности приближается к концентрированному корму (зерну): в 100 кг патоки содержится 77 кормовых единиц и 4,5 кг переваримого протеина» [Никитин, 2014].

«Патока, которая получается при кристаллизации сахара как остаточный паточный раствор, является также ценным кормом. В сухом веществе ее содержится 90,2 – 91,5 % органического вещества и 8,5 – 9,8 зольных веществ» [Демина, 2006].

Агротехническое значение сахарной свеклы заключается в повышении культуры земледелия в целом. Как и все пропашные сельскохозяйственные культуры, «сахарная свекла требует проведение глубокой обработки почвы и качественного ухода за посевами. В связи с этим свекла является ценным предшественником для многих культур». Из-за проведения нескольких междурядных обработок и использования гербицидов поля после сахарной свеклы остаются чистыми от сорной растительности и имеют достаточный запас влаги. На полях после уборки остается большое количество растительных остатков, которые могут быть использованы как органическое удобрение или в кормовых целях, как в свежем, высушенном или силосованном виде.

«Согласно данным Всероссийскому научно-исследовательскому институту сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова (ВНИИСС), или бывшей Рамонской опытной станции, урожайность культур, посеянных после сахарной свеклы, в среднем на 8-19% выше, чем посеянных после озимых» [Электронный ресурс, 2020].

Помимо вышеуказанного сахарная свекла имеет и экологическое значение. Оно заключается в том, что при сравнении с другими сельскохозяйственными культурами поглощает больший объем углекислого газа, высвобождая при этом больше кислорода. С одного гектара посевов сахарной свеклы выделится столько кислорода, сколько будет достаточно для дыхания шестидесяти двух человек в течение года.

Российская Федерация ежегодно увеличивает производительность сахара. Если в 2010-х годах Россия была восьмой в рейтинге стран-производителей сахара, то на сегодняшний день она поднялась до 5-го места. Крупными странами-производителями кроме России являются Украина, США, Франция, Польша, Германия, Чехия, Турция. До 80% всех площадей

сахарной свеклы приходится на страны Европы.

В Российской Федерации сахарную свеклу в основном выращивают в «Центрально-Черноземной зоне и Краснодарском крае. Также сахарную свеклу выращивают в Алтайском и Ставропольском краях, Самарской и Саратовской областях, юге Нечерноземной зоны, Западной Сибири и Дальнем Востоке. Посевы продолжают продвигаться на север (до 60° с.ш.), восток и юг (40° с.ш.) страны, выходя за пределы традиционных районов свеклосеяния. Имеет значение распространение посевов на орошаемых землях Поволжья и Северного Кавказа» [Электронный ресурс, 2020].

«Рекордная урожайность сахарной свеклы (43,8 т/га) была получена в 2013 году. При этом был получен валовой сбор сахарной свеклы в размере 37,7 млн.т., это на 2,2 млн.т. превысило целевой индикатор государственной программы развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы» [Черсова, 2014].

По данным исследований «сахарная свекла является перспективной сельскохозяйственной культурой. Данные Всероссийского Научно-Исследовательского Института показали, что на возделывание 1 га этой культуры по интенсивной технологии затрачивается около 28 тыс. руб. Выход сахара при урожайности 350 ц/га с этой площади равен 4,8 т., стоимостью 83616 руб. за вычетом 40% за переработку и издержек на выращивание (28 тыс.руб.) чистая прибыль составит 22170 руб./га. Чистая прибыль у лучших свекловодческих хозяйств гораздо выше» [Чухраев, 2013].

«В настоящее время в Российской Федерации до 90% площадей посевов свеклы занято односемянными сортами и гибридами. Они так же урожайны, как и многосемянные, но их возделывание позволяет расширить возможности применения механизированного ухода за посевами и сократить затраты ручного труда на 50% и более.

Сорта и гибриды сахарной свеклы по хозяйственным признакам подразделяют на три группы: урожайные, урожайно-сахаристые и сахаристые. Большинство сортов и гибридов относится к группе урожайно-

сахаристых (N. — Normal), сочетающих высокий урожай корнеплодов с их высокой сахаристостью и обеспечивающих наибольший сбор сахара с единицы площади. Сорты и гибриды урожайного направления (E. — Ertrag) дают высокий урожай корнеплодов средней сахаристости, поэтому выход сахара с единицы перерабатываемого сырья у них обычно меньший. Сорты и гибриды сахаристого направления (Z. — Zucker) отличаются высокой сахаристостью, но пониженным урожаем корнеплодов. Выход сахара с единицы сырья зависит от особенностей сорта, уровня агротехники и условий среды.

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, в настоящее время включает более 330 сортов и гибридов сахарной свеклы. Вот некоторые из них (по алфавиту): Алена КВС, Александрия КВС, Батика, Беллини, Вавилов, Гелиос, Ивагра, Каскад 3, Кристалл, Лада, Лемс 65, Льговская односемянная 52, Милорд, Рамоньская односемянная 47, Рамоньская односемянная 99, РМС 70, Селена, Суворов, Шериф, Ярослав, Яшин» [Гатауллина, 2019].

Система удобрений является одним из важных элементов в технологии возделывания сахарной свеклы. Основная роль среди макроэлементов отводится азоту.

Азот входит в состав всех аминокислот и являются составной частью цитоплазмы растительных клеток. Он также входит в состав в хлорофилла, фосфатида, алкалоида, фермента и во многих других органических веществах растительных клеток.

«Для питания растений главным источником азота служат соли аммония и соли азотной кислоты. Минеральные формы азота, которые поступают в растения проходят сложный цикл превращений. Конечным этапом для них является включение азота в состав белковых молекул» [Минеев, 2004].

При оптимальной концентрации азота в растениях повышаются синтез белковых веществ, ускоряется рост листьев, поддерживает и продлевает жизнедеятельность листьев. При нормальном азотном питании растения

образуют мощный габитус, насыщенного интенсивно-зеленого цвета, формируют большее количество репродуктивных органов, что способствует повышению урожайности и качества семенного материала [Ягодин, 1989].

«В почве доступными формами азота для растений является его нитратная и аммонийная формы. Находясь в почвенном растворе, нитраты, не поглощаются коллоидами, поэтому быстро мигрируют по профилю почвы. Возможно, с этим, а также с процессами денитрификации и иммобилизации и связано низкое содержание нитратного азота в почве» [Шеуджен, и др., 2013].

«Известно, что сахарная свекла – весьма требовательная культура к условиям питания. Корнеплоды и ботва сахарной свеклы содержат более 60 элементов минерального питания, главные из которых: азот, фосфор, калий, кальций, натрий, сера, большое количество микроэлементов. Одним из основных элементов питания является азот. Сахарная свекла потребляет его в течении всей вегетации, но максимальное количество азота потребляется в первой половине вегетации» [Аникст, 1998].

Многие ученые, включая Д.С. Пелагина, Н.Г. Мязина (2019) пишут в своих работах: «интенсивность снижения запасов минерального азота к уборке на контрольном и фоновом вариантах была значительно ниже, чем на вариантах с азотными удобрениями. Так, если на контрольном и фоновом вариантах запасы минерального азота перед уборкой составляли 46% от запасов в начале вегетации, то на варианте с аммонийной селитрой – 22%, а с сульфатом аммония – 20%. Это, вероятно, связано с более интенсивным поглощением азота, находящегося в легкодоступной форме в азотных удобрениях, и более высоким выносом его с урожаем».

По исследованиям Е.В. Жерякова (2019), «внесение азотных удобрений под сахарную свеклу оказало влияние на рост массы корнеплодов. Внесение азотных удобрений в дозе  $N_{100}$  способствовало увеличению массы корнеплода на 98 г по сравнению с неудобренным вариантом. При внесении  $N_{150}$  масса корнеплода составила 127 г, что на 27,5%

больше, чем на контрольном варианте и на 5,2 % чем при внесении  $N_{100}$ . Увеличение дозы азота до 200 кг/га д.в. привело к увеличению массы корнеплода на 155 г по сравнению с неудобренным вариантом. Из анализа массы корнеплода перед уборкой свекловичных растений видно, что в вариантах с внесением удобрений массы корнеплода проходили наиболее интенсивно, чем на неудобренном фоне, что положительным образом отразилось на получении более высокого урожая».

Таким образом, азотные удобрения, которые были внесены под сахарную свеклу в рекомендуемых дозах, в форме аммонийной селитры, так и сульфата аммония улучшили азотный режим почвы [Пелагин, Мязин, 2019].

Фосфор необходим для оптимального развития и роста сахарной свеклы в течении всего вегетационного периода. «Растения потребляют фосфор значительно меньше, чем азот и калий. Несмотря на это, фосфор играет важную роль в росте растений и формировании урожая: - ускоряет развитие и созревание растений, - повышает устойчивость к грибным заболеваниям, пониженным температурам и заморозкам, - способствует быстрому развитию корневой системы, особенно в критический период питания, - ускоряет отмирание листьев в конце вегетации, - улучшает качество корнеплодов и уравнивает действие избытка азота. С участием этого элемента происходит синтез сахарозы в листьях, которая сосредотачивается в корнеплодах» [Шеуджен, 2013].

Содержание фосфора в вегетативных частях растений зависит от фазы развития растения. Наибольшее количество фосфора содержится в расениях в начале онтогенеза.

Так, по данным анализа И.А. Булдыковой, А.Х. Шеуджена (2014) в фазу 4 – 6 пар листьев растений увеличивается содержание фосфора по сравнению с контролем на 0,02 – 0,05 %, и на 0,03-0,07 % в фазу смыкания рядков [Гуляев, Патыка, 2004].

«Важным и незаменимым элементом минерального питания

растений, характеризующим плодородие почв, является калий. Большинство почв характеризуются высокими общими запасами данного элемента, которые только в пахотном слое минеральных почв в зависимости от их типа, гранулометрического состава и содержания гумуса могут достигать 21-75 т/га» [Шабаев,2015].

По данным Алиева, Шакирова и Нуриева (2005) «одним из важных источников калийного питания растений является калий почвы. Валовое содержание его намного превышает запасы азота и фосфора в почве и главным образом определяется характером материнской породы и гранулометрическим составом. Основными показателями калийного состояния почв являются валовое содержание и формы соединений калия в почве».

Калий входит в тройку наиболее важнейших элементов, которые влияют на формирование урожая. Он в большом количестве потребляется сельскохозяйственными растениями на протяжении всего вегетационного периода. «Несмотря на значительное содержания валового калия в почве, его недостаточно в доступной для растений форме, что вызывает необходимость применения калийных удобрений» [Беляев, 2005].

Сахарная свекла наряду с кукурузой относится к калиелюбимым культур, поэтому внесение калийных удобрений это необходимый агроприем для получения стабильных урожаев.

При этом соотношения питательных элементов в современных сложных удобрениях не покрывает всех потребностей сахарной свеклы. Поэтому учеными отмечается необходимость дополнительного внесения калия, особенно под калиелюбивые культуры, с целью обеспечения их высокой урожайности и поддержания почвенного плодородия [Иванова, Романенков, Никитина, 2014].

«Калий прежде всего оказывает влияние на усиление гидратации коллоидов цитоплазмы, повышает степень их дисперсности, при этом помогая растению лучше удерживать воду и переносить временные засухи. Под влиянием калия усиливается накопление крахмала, сахарозы и

моносахаридов, кроме того, повышается холодоустойчивость и зимостойкость растений, устойчивость растений к грибковым и бактериальным заболеваниям» [Практикум по агрохимии, 2001].

Все калийные удобрения хорошо растворимы в воде. При внесении в почву калий, входящий в состав калийных удобрений, переходит в ППК. Калий удобрений закрепляется почвенным поглощающим комплексом на глинистых и суглинистых почвах и слабо передвигается в нижние слои почвы. Подвижность калия высокая на легких песчаных почвах, где емкость поглощения невелика. В связи с этим, чтобы обеспечить растения калием в тот или иной период роста, его нужно вносить в те слои, где находится основная масса корней [Прокошева, 1986].

Почвы тяжелого гранулометрического состава содержат калия достаточно много. Часто растения не могут использовать этот запас, в связи с тем, что содержание усвояемого калия недостаточно для получения высоких урожаев. В результате интенсификации сельского хозяйства даже богатые калием почвы стали нуждаться в нем, вследствие чего иногда происходит значительное снижение плодородия почв. Реакция почвенного раствора, при неблагоприятной структуре, очень высокой поглотительной способности или значительном обеднении почв обменным калием, необходимо вносить калийные удобрения в больших дозах [Муха, Картамышев, 2004].

Микроэлементы необходимы для полноценного развития растений. В питании растений особую роль играют медь, молибден, цинк, бор, кобальт и марганец. Микроэлементы повышают активность ферментативных систем в растительном организме, улучшают усвояемость питательных веществ из почвы и удобрений. Качественную продукцию можно получить только при применении микроэлементов, синтезирующее оптимальное количество для данного сорта, аминокислот, сахаров, витаминов [Алексеев, 2006].

Производственный опыт и результаты исследований показывают, что

сбалансированное применение макро- и микроэлементов является необходимым условием получения высоких стабильных урожаев хорошего качества. По результатам обобщения данных полевых опытов агрохимслужбы, микроудобрения обеспечивают повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 10-12%, а окупаемость их применения выше в 3-4 раза, чем на затраты применения. Опыты с микроудобрениями показывают, что их применение под соответствующие культуры наиболее эффективно на почвах с низким и средним содержанием подвижных форм соответствующих микроэлементов [Исаев и др., 2009].

Микроэлементы играют важную физиологическую роль, а также входят в состав жизненно важных соединений. На современном этапе существует много данных об их концентрации и физиологической роли в жизни растений. В работах П.А.Власюка (1965), Б.А.Ягодина (2004), П.И. Анспока (1979) и других авторов упоминаются исследования с ними.

Микроэлементы в растениях служат строительным материалом структурных компонентов – белков, нуклеиновых кислот, а также являются носителями фундаментальных функций, которые определяют ионный баланс. В отличие от азота, фосфора и калия, микроэлементы преимущественно входят в состав ферментов [Шафран, 2004]. Оказывая существенное воздействие на процессы фотосинтеза микроэлементы, участвуют в них от стадии образования хлорофилла до синтеза ферментов, витаминов. Образую комплексы с нуклеиновыми кислотами, микроэлементы оказывают воздействие на структурное состояние и физиологические функции рибосом, улучшают проницаемость клеточных мембран и поглощение минеральной пищи растениями [Анспок 1978].

Одной из культур, положительно отзывающихся на микроэлементы, является сахарная свекла. Их включение в систему удобрения оказывает влияние на ростовые процессы, повышает содержание пластидных пигментов, усиливает интенсивность фотосинтеза, способствует более рациональному использованию азотно-фосфорно-калийных удобрений. Все

это непосредственно воздействует на продуктивность сельскохозяйственных культур, в т.ч. сахарной свеклы [Шеуджен, 2013].

Высокая эффективность микроудобрений проявляется на светло- и темно-серых оподзоленных почвах, выщелоченных и оподзоленных черноземах, дерново-карбонатных, дерново-подзолистых и торфяных почвах. Применение микроудобрений приводит к повышению устойчивости растений, снижая стресс, вызванный засушливыми условиями. Все это напрямую воздействует на продуктивность сахарной свеклы [Булдыкова, 2013].

Основным критерием оценки предпочтительности использования того или иного вида микроудобрений (бор, молибден, цинк, медь, марганец, кобальт) и способов их внесения являются оценка их влияния на общий выход сахара с продукцией (корнеплодами) с единицы посевной площади культуры. Расчетами А.Н.Аристархова, Т.А. Яковлевой (2017) установлено что:

- все виды микроудобрений на почвах с недостаточным содержанием микроэлементов оказывают существенное влияние на дополнительные сборы сахара с урожаями корнеплодов сахарной свеклы. При этом выявлены некоторые приоритеты применения микроудобрений по природно-сельскохозяйственным зонам, обусловленные нормами, способами применения МУ и технологическими особенностями возделывания культуры;

- пределы колебаний прибавок сбора сахара только за счет увеличения урожая от применения микроудобрений колеблются: по бору – от 3,5 до 6,9 ц/га; по молибдену – от 3,7 до 9,9 ц/га; по цинку – от 2,4 до 9,2 ц/га; по меди – от 3,8 до 9,3 ц/га; по марганцу – от 3,2 до 11,7 ц/га и по кобальту – от 2,5 до 7,5 ц/га. При этом эффективность применения борных микроудобрений всеми способами примерно одинакова во всех зонах. В условиях орошения в южных регионах резко возрастает дополнительный выход сахара за счет применения молибдена при некорневых подкормках посевов (до 9,9 ц/га). Аналогичные результаты достигаются при использовании этого способа

применения цинка, меди и марганца (до 9,2 – 11,7 ц/га) в орошаемом земледелии [Аристархов, Яковлева, 2017].

Приоритетность способов применения микроудобрений:

- бор целесообразно использовать в южно-таежно-лесной зоне всеми способами, в лесостепной – лучше вносить его в почву и использовать при обработке семян, в степной и сухостепной зонах – при подкормках и обработке семян;
- молибден эффективен при всех способах его применения, но некоторое преимущество имеет предпосевная обработка семян и основное внесение; цинк наиболее эффективен в южно-таежно-лесной и степной зонах при обработке семян, в лесостепной зоне – при основном (почвенном) внесении, а в сухостепной зоне при орошении – способом некорневых подкормок;
- медь целесообразнее использовать экономичными приемами, но достаточно эффективно ее внесение и в почву в большинстве исследуемых зон;
- марганец характеризуется равносущностью эффекта от применения всех способов в южно-таежно-лесной, лесостепной и преимуществом при почвенном внесении в степной зоне, а в сухостепной – при некорневых подкормках и обработке семян.

Применение борных удобрений под сахарную свеклу является одним из важных факторов интенсификации ее производства [Сычев и др.]. Бор играет важную роль в процессе фотосинтеза, оплодотворения, в плодоношении и роста корнеплодов. Применение бора способствует лучшему усвоению азота, фосфора, калия, увеличивает отток углеводов из листьев в корнеплоды, что приводит к существенному повышению сахаристости и урожайности сахарной свеклы [Сычев, Аристархов, Яковлева, 2017].

Доказано, что сахарная свекла очень требовательна к условиям питания и нуждается во внесении высоких доз удобрений [Апасов, 2013].

Мнения исследователей достаточно противоречивы по вопросу наиболее эффективных способов применения борных удобрений под сахарную свеклу. Полагается, что основной способ внесения бора (в почву) и предпосевная обработка семян бором должны быть наиболее агрохимически эффективными, так как при этих способах применения микроэлемента на почвах с низким содержанием бора растение начинает его потреблять с самого начала роста и развития, а прикорневых подкормках – только после периода острой недостаточности. Это, в конечном итоге, может отрицательно отражаться на урожае и качестве продукции. Вместе с этим считается, что экономичные способы применения борных удобрений (предпосевная обработка семян и некорневые подкормки) наиболее рациональны, так как в этом случае растениями усваивается максимальное количество применяемого бора (до 40–100% от внесенного), а при внесении в почву не исключается закрепление его в нерастворимых формах [Анспок, 1990].

По результатам исследования А.Н. Аристархова, Т.А. Яковлевой (2018) выявлено, что средние прибавки урожайности сахарной свеклы от бора, преимущественно на фоне NPK (90–120) достигали на дерновоподзолистых и серых лесных почвах 29–30 ц/га, на черноземах выщелоченных 24–27 ц/га, на черноземах типичных, северокавказских, североприазовских 34–35 ц/га, на каштановых почвах (при орошении) 44–47 ц/га. Содержание сахара в корнеплодах при этом достаточно устойчиво повышалось на 0,5–0,8%.

Большое значение бора в свекловичном полеводстве связано с тем, что сахарная свекла, в отличие от других культур, за вегетационный период создает огромную массу органического вещества с тем выносит большое количество минеральных веществ из почвы. При благоприятных условиях урожай органической массы сахарной свеклы превосходит в два раза урожай других растений. Высокая синтетическая деятельность должна сопровождаться достаточным и своевременным снабжением свеклы минеральными веществами. Повышенная потребность свеклы выяснена не только к основным элементам питания, но она также сравнительно высока к

микроэлементам, особенно бору [Нурмагамбетов, 1964].

Применение борсодержащих удобрений способствует повышению сахаристости корнеплодов на большинстве типов почв не менее, чем на 0,7%, а на чернозёмах типичных – на 1,4%. Дополнительные сборы сахара с 1 гектара посевов культуры при этом могут составлять на почвах более северных регионов страны (дерново-подзолистые, серые лесные, чернозёмы оподзоленные и выщелоченные) до 5,0-6,9 ц/га, тогда как в более южной зоне возделывания культуры на черноземах типичных, обыкновенных и каштановых почвах еще больше – 8,1 - 10,7 ц/га. Следовательно, при средних ежегодных площадях посева сахарной свеклы порядка одного миллиона гектар в целом по стране возможно получение за счет бора до 700 тыс. т сахара, а при более оптимальных условиях до 1 млн. т, что могло бы существенно снизить дорогие закупки этого продукта за рубежом [Аристархов, Яковлева, 2018].

Медь входит в состав ферментов и молекул белка. При хорошей обеспеченности медью повышается зимостойкость растений. Недостаток меди снижает образование РНК причем прекращается их рост, на листьях появляется выраженная гуттация, светлые пятна и отмирает верхушка побегов [Соловьев, 2006].

В углеводном и белковом обмене в растениях большое участие принимает медь. Медь повышает как активность пероксидазы, так и синтез белков, углеводов и жиров. Недостаток меди вызывает у растений понижение активности синтетических процессов и ведет к накоплению растворимых углеводов, аминокислот и других продуктов распада сложных органических веществ. Большую роль медь играет в процессах фотосинтеза. При ее недостатке разрушение хлорофилла происходит значительно быстрее, чем при нормальном уровне питания растений медью. Характерной особенностью действия меди является то, что этот микроэлемент повышает устойчивость растений против грибковых и бактериальных заболеваний [Каталымов, 1965].

По данным П.А. Власюка (1959), Д.В. Васильевой (1961) и Н.И.

Кузнецова (1964) внесение в почву медьсодержащих удобрений способствовало повышению содержания в листьях сахарной свеклы азота, фосфора и калия.

Медные удобрения не только увеличивают урожайность, но и улучшают качество продукции: увеличивается крахмалистость клубней картофеля, сахаристость корней сахарной свеклы, каротина в клубнях моркови, вырастает содержание белка в зерне злаковых культур, витаминов в овощах, фруктах и ягодах, повышается качество волокна льна и конопли [Кудашкин, 2001]. В исследованиях В.В. Яковлева и Г.А. Данилова (1965) показано, что микроэлемент медь усиливает процессы дыхания, синтез фосфора содержащих органических соединений.

Рядом исследователей, Г.Я. Жизневской (1983), В.И. Симеренко (1983), И.Н. Богданова и Р.С. Бондаря (1989), В.Д. Панникова (1987), Кудашкина (2001) было обнаружено увеличение содержания растворимых сахаров, аскорбиновой кислоты и хлорофила, усиление активности меди содержащей полифенолидазы и снижение активности пероксидазы под влиянием меди.

Медные удобрения оказывают влияние на формообразовательные процессы у сахарной свеклы: повышают скорость появления листьев, увеличивает их размер и продуктивность. Также они являются синергетиками, т.е. взаимно усиливают рост и развитие и, в конечном счете, обеспечивают повышение урожая и сахаристости сахарной свеклы [Акиров, 1969].

Влияние различных способов медных микроудобрений на сахаристость сахарной свеклы наиболее тщательно изучено на почвах лесостепной, степной и сухостепной зон. Установлено, что внесение меди в почву в южно таежно-лесной, лесостепной и степной зонах обеспечивает улучшение сахаристости корнеплодов сахарной свеклы на 0,3-0,8 %, а в сухостепной зоне при орошении – на 0,4 %. Последнее, по-видимому, обусловлено ростовым разбавлением при высоких уровнях урожайности, полученной в опытах. Наиболее высокие прибавки

сахаристости корнеплодов выявлены от некорневых подкормок (увеличение на 1,2 % в лесостепной и на 0,6 % - в сухостепной зонах), а также при обработке семян перед посевом (увеличение на 0,5 – 0,7 % в условиях обеих зон) [Аристархов, Яковлева, 2017].

«Цинк играет важную роль в жизни сельскохозяйственных растений. Он входит в состав 35 ферментов и, кроме того, активизирует работу более 40 ферментов. Цинк является незаменимым элементом питания растений и животных, принимает участие в белковом, углеводном, липидном, азотном и фосфорном обмене, в синтезе ауксинов и других ростовых веществ. Цинк входит в состав фермента карбоксилазы, участвующей в декарбоксилировании органических кислот в процессе дыхания — выделении CO<sub>2</sub> из карбоксильных групп (–COOH).

Недостаток цинка снижает образование сахарозы из моносахаров, синтез белков, образование фосфорорганических соединений, поступление элементов питания через корни.

Дозы цинка для основного внесения составляют 2–4 кг/га, для некорневых подкормок — 100–150 г/га, опудривания или опрыскивания семян — 20–25 г/га. Если в поле вносился навоз, то применять цинковые удобрения не следует из-за высокого содержания цинка в навозе» [Кидин, 2021].

## **2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. Цель и задачи исследования**

Цель исследований – оценить влияние различных доз препарата «Мегамикс» на урожайность и качество сахарной свеклы в условиях КФХ «Бадретдинов А.Р.» Бугульминского муниципального района РТ.

В задачу исследований входят:

- изучить влияние магния и цинка на пищевой режим черноземной почвы;
- изучить действие препарата «Мегамикс», содержащий магний и цинк на фотосинтетическую деятельность, а также на рост и развитие растений;
- изучить химический состав сахарной свеклы;
- рассчитать хозяйственный вынос и коэффициент использования НРК из удобрений;
- изучить влияние различных доз препарата «Мегамикс» на урожай и качество сахарной свеклы;
- дать экономическую оценку эффективности использования различных доз препарата «Мегамикс».

### **2.2. Методика проведения полевого опыта**

Полевые исследования проводились в КФХ «Бадретдинов А.Р.» Бугульминского муниципального района Республики Татарстан в 2019 г.

«Бугульминский район находится на юго-востоке Республики Татарстан в Предуралье на Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Абсолютные высоты на территории района, в границах города Бугульмы и в его ближайших окрестностях местами достигают 350 — 370 метров и выше. На склонах холмов берут начало реки Зай, Ютаза, Лесная Шешма и множество других небольших водотоков. Вблизи посёлка Карабаш в северо-

западной части района на реке Зай в прошлом веке образовано Карабашское водохранилище — искусственный водоём площадью около 8 кв. километров, предназначенный для обеспечения водой нефтедобывающих и производственных предприятий» [Электронный ресурс, 2020].

КФХ “Бадретдинов А.Р.” расположен в Юго-Восточной части второго агроклиматического района Республики Татарстан.

Общая площадь пашни хозяйства составляет 1143 га. Основное направление хозяйства - растениеводство.

В почвенном покрове хозяйства преобладающее место занимают черноземные почвы. В общей площади они составляют – 93,2%. Из них на долю типичных приходится 49,0%, карбонатных – 24,0% и выщелочных – 20,2%. Лесостепные почвы занимают 6,8% площади хозяйства .

Почва опытного участка выщелочный чернозем. Мощность пахотного слоя 25-27 см. Основные агрохимические показатели пахотного слоя почвы даны в таблице 2.1.

Таблица 2.1. – Агрохимические показатели почвы опытного участка

Показатели	
Гумус, %	8,0
pH солевой вытяжки	6,8
Подвижный фосфор почвы по Чирикову, мг/кг	174
Обменный калий почв по Чирикову, мг/кг	230

Почва опытного участка представлена выщелочным черноземом, среднесуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса -среднее, высокое содержание – подвижного фосфора и подвижного калия. Обеспеченность бором - среднее.

Опыт был заложен на фоне внесения основных мародобрений  $N_{115}P_{51}K_{146}$ . Норма удобрений рассчитывалась балансовым методом под урожай корнеплодов сахарной свеклы 35 т/га.

Посев осуществляли дражированными семенами сахарной свеклы сорта Крокодил с применением фунгицида и инсектицида (ТМТД +

фурадан). Высевали 90 тыс. шт./га. Исследования проводились на фон опрыскивания гербицидами с применением следующих агротехнических мероприятий.

Первую обработку против злаковых и однолетних двудольных сорняков осуществляли почвенным гербицидом Дуал-Голд из расчета 1,6 л/га. Второе опрыскивание по всходам – гербицидами фюзелад-форте 1,0 л/га (против овсюга) + бифор-эксперт 2,0 л/га (против двудольных). Третье опрыскивание по всходам - гербицидами фюзелад-форте 1,0 л/га + бифор-эксперт 2,0 л/га + агрон 0,3 л/га (против осотовых) + карибу 30 г/га (против злостных корнеотпрысковых). Расход рабочей жидкости при использовании гербицидов составил 250 л/га.

### 2.3. Схема опыта

Изучение влияние различных доз препарата «Мегамикс-магний-цинк» проводилось в звене зерно-пропашного севооборота. Сахарная свекла возделывалась после озимой пшеницы.

#### Схема опыта

1. Контроль
2.  $N_{115}P_{51}K_{146}$  - ФОН
3. ФОН+ опрыскивание с нормой расхода 1,0 л/га препаратом «Мегамикс-магний-цинк» в фазу 4-6 настоящих листа;
4. ФОН+ опрыскивание с нормой расхода 1,5 л/га препаратом «Мегамикс-магний-цинк» в фазу 4-6 настоящих листа;
5. ФОН+ опрыскивание с нормой расхода 2,0 л/га препаратом «Мегамикс-магний-цинк» в фазу 4-6 настоящих листа;

Повторность опыта 4-х кратная, расположение делянок последовательное. Размер учетной площади 20 м<sup>2</sup>, общая площадь делянки 30 м<sup>2</sup>. Удобрения вносились из средних условий влагообеспеченности расчетно-балансовым методом. Их дозы определялись для получения с 1 га

35,0 т корнеплодов сахарной свеклы.

Под сахарную свеклу в 2019 году было внесено  $N_{115}P_{51}K_{146}$ . В опыте использовались аммиачная селитра, аммофоска, хлористый калий мелкокристаллический. Агротехника возделывания сахарной свеклы в опытах соответствовала зональным рекомендациям. Все удобрения вносились под предпосевную культивацию вручную.

В исследованиях был использован сорт сахарной свеклы «Крокодил».

Сорт «Крокодил» является односемянным диплоидным гибридом на стерильной основе NZ типа. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному, Северо-Кавказскому и СреднеВолжскому регионам в 2004 году. Максимальная производственная урожайность в Краснодарском крае – 820 ц/га – была получена в ООО «Кубанские консервы» Тимашевского района в 2010 году. В Центрально-Черноземной области максимальная урожайность составила 906 ц/га в КХ «Новая жизнь» Аннинского района Воронежской области в 2006 году. Максимальная урожайность в Поволжье была получена на опытно-демонстрационном участке в 2011 году - 613 ц/га (ООО Вертуновское, Бековский район, Пензенской области).

К преимуществам сорта относятся:

1. Дает стабильный урожай даже при возделывании в неблагоприятных условиях внешней среды.
2. Потенциальная урожайность сорта достигает 950 ц/га.
3. Потенциал сахаристости клубней находится в пределах 20-22%.
4. Сорт отзывчив на уровень агротехнологии.

Поражаемость мучнистой росой и церкоспорозу составляет 7 баллов, к ризомании и цветущности – 9 баллов.

Препарат «Мегамикс-Магний-цинк» устраняет дефицит как цинка, так и магния в случае стрессов (особенно погодных) и при избытке доступного кальция, а также при низком содержании или недоступности культуре данных элементов из почвы. Он повышает интенсивность фотосинтеза, усливает устойчивость к засухе. Препарат повышает эффективность фосфорных удобрений, а также повышает урожайность и качество получаемой продукции.

Таблица 2.2. – Характеристика препарата «Мегамикс-Магний-цинк», г/л

Микроэлемент	Содержание
Магний	50
Цинк	50
Азот	12,5
Сера	161,5

Период вегетации сорта составляет 170 дней, средняя масса корнеплода достигает 500-600г. Корнеплод имеет коническую форму, погружен в почву на 70-80%. Имеет промежуточную форму розетки листьев.

Агротехнические мероприятия, проводимые в хозяйстве под сахарную свеклу представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. – Агротехнические мероприятия, проводимые под сахарную свеклу

Дата	Вид работ	Агрегаты для обработки
Осень	Основная обработка: вспашка (25-30см)	ДТ-75, ПЛП-6
Весна	Закрытие влаги	ДТ-75, БЗТС-1
конец мая	Разбрасывание Заделка удобрений (на 5 см)	МТЗ-80 + разбрасыватель «АМАЗОНЕ» «Компактор» (фирма Лемкен) или УСМК-5,4 (2)
май	Внесение почвенного гербицида	МТЗ-80 + ОП-2000 (л), подвоз воды Т-150 + РЖТ (емкость для жидких вещей)
	Заделка (на 5 см)	«Компактор» (фирма Лемкен) или УСМК-5,4 (2)
	Посев на глубину 3 см, с междурядьем – 45 см	ДТ-75 + сеялка «МУЛЬТИКОРН»
июнь	Опрыскивание гербицидами по всходам	МТЗ-80 + ОП-2000 (л), подвоз воды Т-150 + РЖТ
сентябрь	Уборка и отвоз сразу на завод	Комбайн «Рора», срезает, измельчает, разбрасывает ботву и собирает свеклу в бункер

## 2.4. Наблюдения, анализы и учет

На опытах проводились следующие сопутствующие наблюдения и анализы:

1. Фенологические наблюдения.

2. Определение сухого вещества в анализируемом материале (части растений, почвенные пробы) высушиванием в сушильном шкафу при 105<sup>0</sup>С в течение 6 часов до постоянного веса;

3. Определение агрохимических показателей почвы: содержание гумуса по Тюрину; рН обменной кислотности по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483); подвижных форм фосфора и калия по Чирикову (фосфора с использованием фотоэлектроколориметра, калия - пламенного фотометра); цинка – по Крупскому и Александровой в модификации ЦИНАО; нитратного азота – ионометрическим методом.

4. Определение коэффициентов использования основных элементов питания из удобрений разностным методом по формуле:

$$КИ = (A-B) / Д \times 100$$

КИ - коэффициент использования элементов питания растением из удобрений в %.

А - количество элемента, поглощенного культурой на удобренном варианте (общий вынос);

В - вынос элемента урожаем на варианте, где он не вносился, кг/га; Д - количество элемента внесенного в почву с удобрением, кг/га;

5. Учет урожая методом уборки корнеплодов с каждой деланки;

6. Биохимические анализы растительных образцов - определение содержания:

- общего азота по Кьельдалю;

- фосфора по методу Мерфи и Райли с применением аскорбиновой кислоты;

- калия на пламенном фотометре;

7. Анализ экономической эффективности применения макро и

микроудобрения проводился в соответствии с методическими указаниями ВИУА на основе конкретных производственных затрат в условиях сельскохозяйственного предприятия;

8. Статистическая обработка результатов исследований проведена по Доспехову (1985).

## **2.5. Метеорологические условия вегетационного периода**

«Республика Татарстан расположена на восточной части РФ. Территория республики характеризуется умеренно-континентальным климатом. Радиационный режим мало меняется, вследствие небольшой протяженности с севера на юг и с запада на восток.

Для комплексной оценки агроклиматических ресурсов по влагообеспеченности растений с учетом теплового режима воздуха в течение вегетационного периода наиболее распространен гидротермический коэффициент (ГТК), предложенный Г.Т. Селяниновым. Для расчета этого показателя необходима сумма среднесуточных температур (или сумма эффективных температур) и сумма осадков за определяемый промежуток времени». В таблице 2.3. представлены значения суммы среднесуточных температур в течение вегетационного периода сахарной свеклы по метеорологической станции Бугульминского района.

Таблица 2.3. - Сумма среднесуточных температур за период вегетации сахарной свеклы, t°C

Год	Месяц				Сумма за вегетацию
	V	VI	VII	VIII	
2019	563,3	614,0	651,0	530,0	2358,3
Средняя Многолетняя	375,1	501,0	589,0	527,0	1992,1

В среднем за вегетацию 2019 года сумма среднесуточных температур были выше среднемноголетних показателей, в связи с повышением температурного режима по всем месяцам.

Метеорологические условия хозяйства представлены в таблице 2.4.

Как видно из таблицы превышение температуры над средними многолетними значениями были по всем месяцам наблюдения.

При этом количество осадков в мае и июне выпало меньше среднемноголетних значений, что привело к появлению воздушной засухи.

А в июле и августе выпало больше осадков, чем в средней по годам.

Таблица 2.4. – Метеорологические условия 2019 года.

Дата	Май		Июнь		Июль		Август	
	Температура	Осадки	Температура	Осадки	Температура	Осадки	Температура	Осадки
1	8,82	0	17,64	6,6	17,8	0	13,33	8,4
2	7,31	5,3	19,93	0	19,78	0	13,44	0
3	13,66	0,2	17,43	2,6	20,95	0	15,14	0
4	16,79	0,6	15,54	0	18,61	0	14,40	0,2
5	17,38	0	18,8	0	16,56	0	10,91	43,2
6	17,64	0	21,76	0	17,52	0	10,91	14
7	17,99	0	19,5	0	15,33	3,2	13,34	0
8	20,07	0	19,68	0	17,72	0	17,36	0,4
9	21,49	0	20,98	0	18,02	3,8	18,2	3,1
10	22,53	0	24,1	0	19,75	0,6	17,46	0
11	25,54	0	23,49	0	18,38	0	15,29	1,0
12	24,69	0	20,17	0	19,24	1,5	12,43	0
13	25,01	0	13,29	0	19,05	7,5	13,74	0
14	24,07	8,6	12,15	0,2	19,99	0	16,05	0
15	19,69	0	14,42	0	19,34	0	21,32	0
16	15,23	10,1	14,96	0,2	20,51	0	20,63	3,7
17	11,0	0	18,66	0	20,24	0	19,56	0
18	10,61	0	21,34	0	23,41	0,6	22,82	0,2
19	7,01	0	21,44	2,3	22,74	0,2	20,71	0
20	8,94	0	23,14	0	21,68	0	21,70	0
21	12,26	0	23,48	0	18,52	15	21,11	0
22	11,26	1,1	25,28	0	17,16	7,4	22,89	0
23	14,42	8,3	26,67	0	17,81	0	19,72	0
24	8,73	1,0	22,01	0	19,93	0	18,06	0
25	10,03	0	20,03	0	23,97	0	16,86	0
26	14,93	0	16,31	1,2	24,92	0	13,91	0
27	16,79	3,6	11,11	11,9	21,31	23,8	13,91	6,1
28	18,85	0	13,22	7,4	17,32	2,8	10,49	0,2
29	22,17	0	18,93	0,4	11,63	0	10,07	0
30	24,71	0	14,16	0	12,7	1,3	10,49	0
31	23,83	0			11,11	7,7	12,65	0
<b>За месяц</b>	<b>18,1</b>	<b>38,8</b>	<b>20,5</b>	<b>32,8</b>	<b>21,0</b>	<b>75,4</b>	<b>17,09</b>	<b>80,5</b>
<b>Среднемог.</b>	<b>+12,1 (+13,3)</b>	<b>39</b>	<b>+16,7 (+18,1)</b>	<b>56</b>	<b>+19,0 (+20,2)</b>	<b>59</b>	<b>+17,0 (+17,6)</b>	<b>53</b>

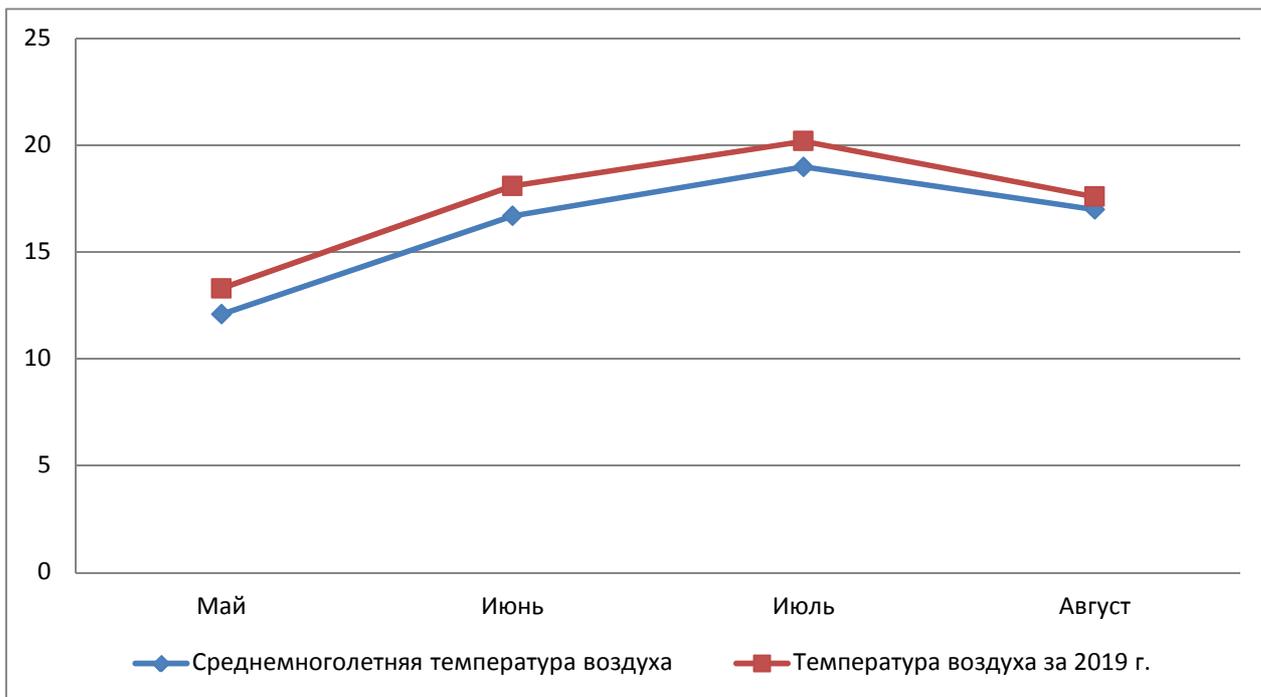


Рис. 2.1. Среднесуточная температура воздуха, 2019 г., °C

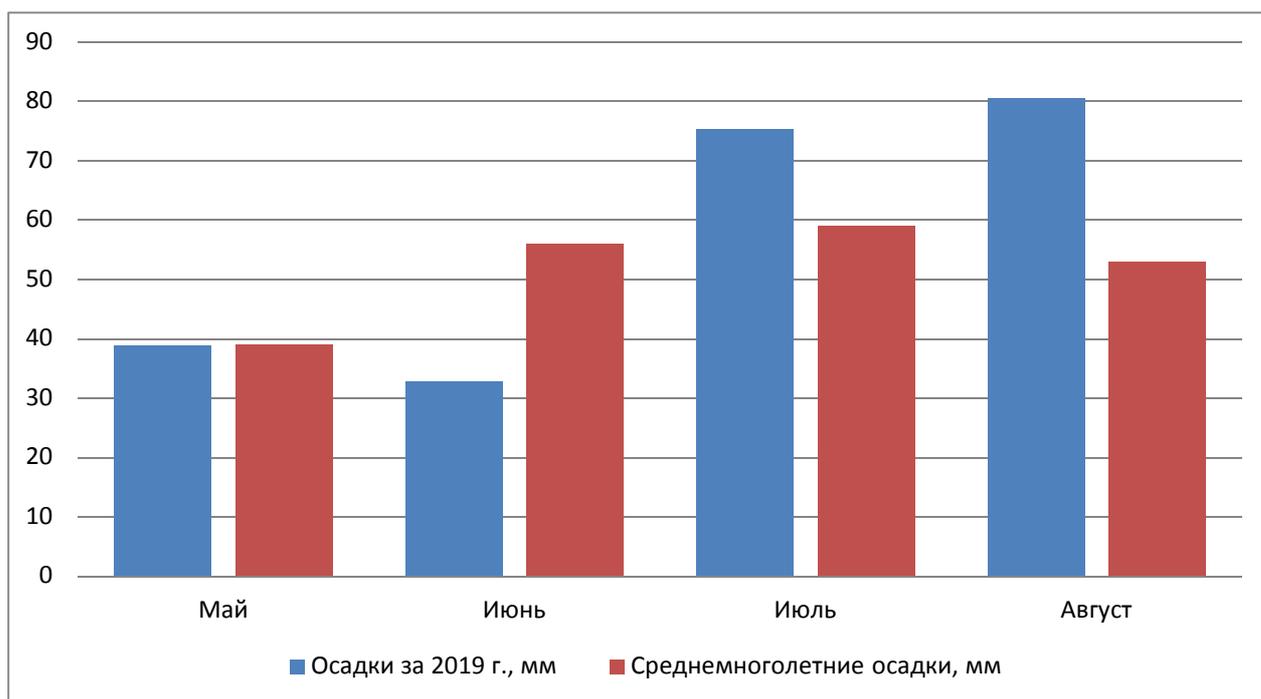


Рис. 2.2. Влагообеспеченность, 2019 г.

Влагообеспеченность почвы является важным показателем, который формирует урожай полевых культур. Поэтому атмосферные осадки являются важным агроклиматическим фактором, влияющих на продуктивность растений. Характеристика атмосферных осадков приведена в таблице 2.5.

В среднем за вегетацию сумма осадков были значительно выше среднеемноголетних показателей, благодаря повышенной влагообеспеченности в июле в 1,3 раза и в августе в 1,5 раза вегетационного периода, а в показатель 2019 года превысил среднеемноголетние значения в 1,1 раза.

Таблица 2.5. - Количество осадков в период вегетации сахарной свеклы, мм

Год	Месяц				Сумма Осадков
	V	VI	VII	VIII	
2019	38,8	32,8	75,4	80,5	227,5
Среднее Многолетнее	39	56	59	53	207,0

Данные по ГТК за различные месяцы вегетационного периода и в целом за вегетацию сахарной свеклы представлены в таблице 2.6.

Данные по ГТК за различные месяцы вегетационного периода свидетельствуют, что метеоусловия можно было характеризовать как среднеобеспеченные (май, июнь) или высокообеспеченные (июль, август).

Проведенный анализ показал, что метеорологические условия вегетационного периода были типичными для данного региона. Регулирование прихода тепла и осадков сопряжено с большими трудностями, однако внесение расчетных доз удобрений под запланированный урожай и использование микроудобрений существенно снижает зависимость урожая от складывающихся погодных условий.

Таблица 2.6. - Гидротермический коэффициент (ГТК) в период вегетации сахарной свеклы

Год	Месяц				За вегетацию
	V	VI	VII	VIII	
2019	0,94	0,60	1,20	1,53	1,07
Средний многолетний	1,04	1,18	1,00	1,00	1,05

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1. Пищевой режим почвы

Вегетационный период сахарной свеклы характеризовался как теплые метеорологические условия.

Содержание нитратного азота в почве на различных вариантах опыта представлено на рисунке 3.1.

Как видно из рисунка нитратный азот в почве увеличивался по мере роста растений сахарной свеклы. Наибольшее содержание нитратного азота в почве было зафиксировано в фазу смыкания листьев в междурядьях. Внесение азотных удобрений на запланируемую урожайность увеличивало нитратный азот. Максимальное содержание нитратного азота было зафиксировано на варианте с нормой расхода 1,5 л/га.

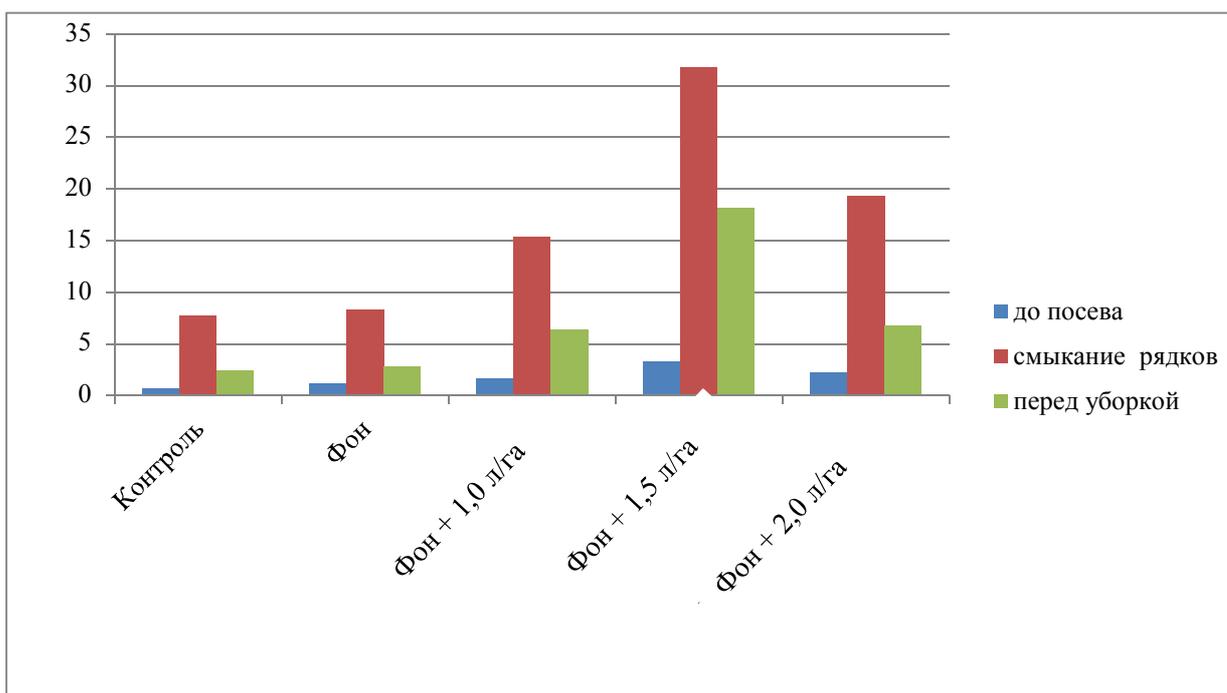


Рис. 3.1. Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы (0-20 см), мг/кг почвы, 2019 г.

В черноземах подвижный фосфор определяется по методу Чирикова, его содержание в период вегетации сахарной свеклы по вариантам опыта представлено на рисунке 3.2.

Минимальное содержание подвижного фосфора в почве было в начале вегетации. По мере прохождения фаз онтогенеза содержание фосфора увеличивалось. Максимальное содержание подвижного фосфора было зафиксировано в фазу смыкания междурядий. Перед уборкой наблюдалось небольшое снижение содержания фосфора, так как в эту фазу происходит активное поглощение элементов питания. При этом на варианте с нормой расхода 1,0 л/га перед уборкой наблюдалось наибольшее снижение по сравнению с другим вариантами исследования.

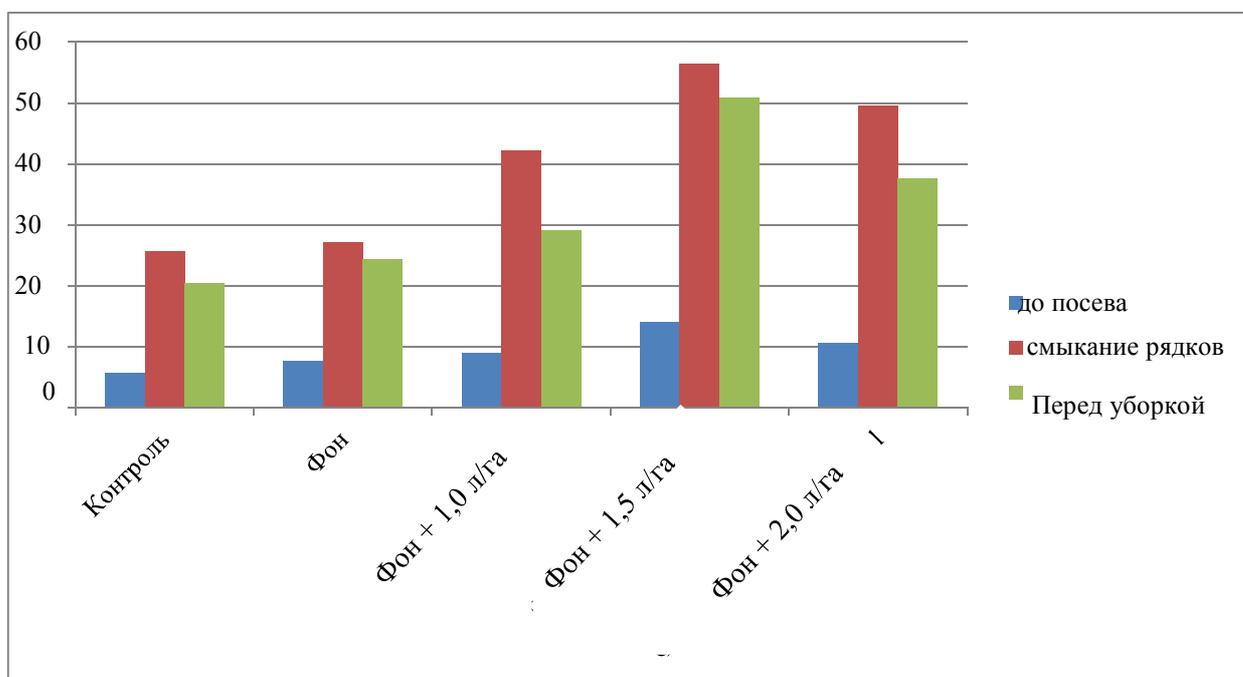


Рис. 3.2. Содержание фосфора по Чирикову в пахотном слое почвы (0-20 см), мг/1000 г почвы, 2019 г.

Д.Шпаара в 2013 году провел исследования и сделал вывод о том, что сахарная свекла по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами потребляет большое количество калия в течении всего вегетационного периода. Вынос калия может достигать до 450 кг/га.

В выщелочных черноземах содержание обменного калия определяется по методу Чирикова. На всех вариантах опыта наблюдалось высокое содержание обменного качества. Из рисунка 3.3. Минеральные удобрения, вносимые под сахарную свеклу, повысили содержание обменного калия, что в большей мере проявляется в период смыкания листьев.

Метеорологические условия 2019 г. Были благоприятны для формирования урожая корнеплодов сахарной свеклы сорта «Крокодил».

Динамика обменного калия показывает, что в почве наблюдается более высокое его содержание в фазу смыкания листьев в междурядьях, а к уборке - последовательное снижение. Это можно объяснить последовательным выносом калием из почвы. Исключением был вариант с нормой расхода препарата «Мегмамикс-магний-цинк» литра на гектар.

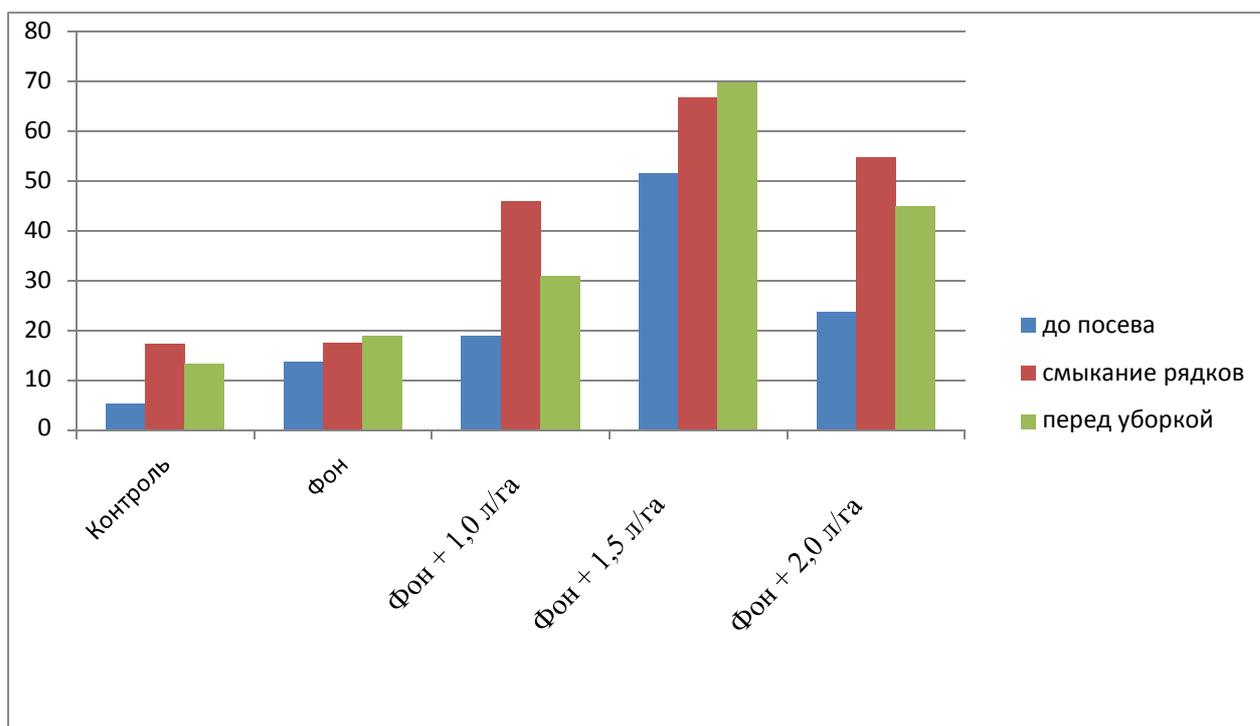


Рис. 3.3. Содержание обменного калия по Чирикову в пахотном слое почвы (0-20 см), мг/100 г почвы, 2019 год.

### 3.2. Фотосинтетическая деятельность растений сахарной свеклы

«Фотосинтетически активная радиация, или, сокращённо, ФАР — часть доходящей до биоценозов солнечной радиации в диапазоне от 400 до 700 нм, используемая растениями для фотосинтеза». [электронный ресурс: Wikipedia, 2020].

От усвояемости ФАР зависит фотосинтетическая продуктивность растений.

Применение минеральных удобрений является главным фактором регулирования повышения фотосинтетической продуктивности растений.

Измерение площади листовой поверхности определялись в следующих фазах онтогенеза сахарной свеклы: в фазу 4-6 настоящих листьев, в фазу смыкания рядков и в фазу смыкания листьев в междурядьях.

Таблица 3.1. - Площадь листовой поверхности сахарной свеклы, м<sup>2</sup>/га

Вариант	Фаза развития сахарной свеклы сорта «Крокодил», м <sup>2</sup> /га		
	12.07 (фаза шесть настоящих листьев)	22.07 (фаза смыкание в рядах)	08.08 (фаза смыкание листьев в междурядье)
Контроль	21819	47958	63600
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	26490	52576	68000
ФОН + 1,0 л/га	31318	52980	69953
ФОН + 1,5 л/га	38690	55046	72820
ФОН + 2,0 л/га	34872	53962	71115

Как видно из таблицы 3.1. по сравнению с контролем на вариантах с листовой подкормкой отмечалось увеличение листовой поверхности по всем фазам вегетации.

В фазу смыкания рядков максимальная площадь листовой поверхности отмечалось на варианте с нормой расхода 1,5 л/га и составила 55046 м<sup>2</sup>/га.

В фазе смыкания листьев в междурядьях площадь листовой поверхности сформировало максимальную площадь. Варианты с листовой подкомкой препаратом «Мегамикс-магний-цинк» оказали положительное влияние на листовую поверхность. По сравнению с контролем варианты с обработкой увеличили листовую поверхность на 10...24%.

«Фотосинтетический потенциал растений - это число рабочих дней площади листьев. Его определяют суммированием площади листьев за каждый день вегетации или умножением средней площади листьев на длину вегетационного периода. Для расчета фотосинтетического потенциала по формуле следует измерить среднюю площадь листьев данной культуры. При отсутствии такой возможности фотосинтетический потенциал можно рассчитать по формуле:

ФП = 105 x (Ут : Мпф), где Ут – урожай товарной продукции, ц/га (рассчитанный по формуле А.М.Рябчикова); Мпф – масса основной продукции при стандартной влажности на 1 тыс. единиц фотосинтетического потенциала, кг» [электронный ресурс, 2020].

Фотосинтетический потенциал представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2. – Влияние внекорневых подкормок на фотосинтетический потенциал растений сахарной свеклы

Вариант	Фотосинтетический потенциал, м <sup>2</sup> дн/га		
	20.05-13.07	13.07-27.07	27.07-10.08
Контроль	1178226	719370	890400
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	1430460	788640	952000
ФОН + 1,0 л/га	1691172	794700	979342
ФОН + 1,5 л/га	2089260	825690	1019480
ФОН + 2,0 л/га	1883088	809430	995610

По данным таблицы 3.2. в период 20.05-13.07 фотосинтетический

потенциал был наименьшим на контрольном варианте. Это можно связать с тем, что листовые обработки активизировали процессы фотосинтеза и рост листьев, а также повысили адаптивные качества растений сахарной свеклы.

Эта тенденция просматривается и в остальных периодах учета фотосинтетического потенциала.

Из вариантов с обработками наиболее оптимальным оказался вариант с дозой препарата 1,5 л/га. На этом варианте фотосинтетический потенциал растений сахарной свеклы сорта “Крокодид” был максимальный.

### 3.3. Урожайность корнеплодов сахарной свеклы сорта “Крокодид”

«Поглощающая способность листьев на примере воды впервые была отслежена французским физиком Эдмом Мариоттом в 1676 году. Процесс адсорбции растворенных минеральных солей листовой поверхностью был описан в 1877 году, а затем подтвержден научно в 1909 - 1912 гг. (немецкий ученый, агроном Лоренц Хилтнер). Подобный вид питания получил название внекорневого или листового» [электронный ресурс, 2020].

Влияние внекорневых подкормок препаратом «Мегамикс-магний-цин» представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3. – Влияние внекорневых подкормок на урожайность корнеплодов сахарной свеклы

Вариант	Урожайность корнеплодов, т/га		
	Фактическая	прибавка, т/га	%
Контроль	27,0	-13,2	-
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	40,2	-	-
ФОН + 1,0 л/га	41,8	1,6	3,98
ФОН + 1,5 л/га	42,3	2,1	5,22
ФОН + 2,0 л/га	42,0	1,8	4,47
НСР <sub>05</sub>	1,2		

Внекорневые подкормки положительно влияли на урожайность корнеплодов сахарной свеклы. По сравнению с фоном контрольный вариант уменьшил урожайность на 13,2 т/га. Максимальная урожайность была зафиксирована на варианте с дозой обработки 1,5 л/га. Прибавка с фоном составила 5,22%.

Листовые подкормки оказали влияние и на урожайность ботвы (таблица 3.4.).

Таблица 3.4. – Влияние внекорневых подкормок на урожайность ботвы сахарной свеклы

Вариант	Урожайность ботвы, т/га	
	Фактическая	Прибавка, т/га
Контроль	12,7	-2,6
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	15,3	-
ФОН + 1,0 л/га	14,3	-1,0
ФОН + 1,5 л/га	13,5	-1,8
ФОН + 2,0 л/га	14,0	-1,3

Максимальная урожайность ботвы была получена в исследованиях на фоновом варианте – 15,3. Остальные варианты показали отрицательную прибавку по сравнению с фоном. Наименьшая урожайность ботвы была получена на варианте без внесения удобрений и листовых подкормок.

Из сравнения двух таблиц урожайности можно сделать предварительный вывод о том, что внекорневые подкормки изменяют соотношения урожайности частей сахарной свеклы в пользу увеличения урожайности корнеплодов.

В опыте проводились измерения биометрических показателей сахарной свеклы (таблица 3.5).

Таблица 3.5. – Влияния внекорневых показателей на биометрические показатели сахарной свеклы.

Вариант	12.07		26.07		8.08	
	Длина корня, см	Диаметр корня, см	Длина корня, см	Диаметр корня, см	Длина корня, см	Диаметр корня, см
Контроль	17,5	5,7	24,0	8,2	26,5	11,2
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	20,5	6,2	23,5	9,7	27,5	10,9
ФОН + 1,0 л/га	21,6	6,6	25,0	10,3	25,0	10,6
ФОН + 1,5 л/га	21,7	6,9	26,5	10,0	28,0	11,3
ФОН + 2,0 л/га	21,3	6,7	26,0	9,6	27,7	11,0

Анализ биометрических показателей сахарной свеклы показал, что внекорневая обработка препаратом «Мегамикс» увеличило длину и диаметр корня сахарной свеклы по сравнению с фоном по всем датам исследования.

Максимальную длину и диаметра корня в исследованиях зафиксировали 8.08. Наибольшие показатели были получены на варианте с дозой обработки 1,5 л/га.

### 3.4. Химический состав урожая сахарной свеклы

Листовые подкормки и фоновое внесение удобрений изменили химический состав урожая сахарной свеклы (таблица 3.6.).

Наибольшее содержание общего азота в корнеплодах было получено на варианте с внекорневой подкормкой препаратом «Мегамикс» с дозой внесения 1,5 л/га (0,27%). Фосфор в корнеплодах на контрольном варианте превышал по значению остальные варианты (0,8%). На контрольном варианте содержание калия в корнеплодах было наименьшим (0,18%).

Содержание общего азота, фосфора и калия в листьях также

изменялось под воздействием внекорневых подкормок и внесения удобрения.

Содержание азота и калия было наибольшим на варианте с дозой подкормки 1,5 л/га - 0,35% и 0,28% соответственно, при этом на данном варианте наблюдалось наименьшее содержание фосфора (0,05%).

Таблица 3.6. - Содержание общего азота, фосфора, калия в корнеплодах и в листьях сахарной свеклы

Варианты опыта	% на сухое вещество					
	Корнеплоды			Листья		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	0,22	0,08	0,18	0,23	0,06	0,20
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	0,26	0,06	0,28	0,30	0,08	0,25
ФОН + 1,0 л/га	0,26	0,06	0,27	0,33	0,08	0,27
ФОН + 1,5 л/га	0,27	0,07	0,28	0,35	0,05	0,28
ФОН + 2,0 л/га	0,26	0,06	0,28	0,32	0,08	0,27

### 3.5. Использование азота, фосфора и калия урожаем сахарной свеклы

«Биологический вынос – это показатель, характеризующий объём питательных соединений, необходимых растениям на весь период вегетации и созревания для набора биологической массы до момента уборки урожая» [Ягодин, 2002].

Вынос элементов питания растениями сахарной свеклы зависит от урожайности и от содержания макроэлементов в продукции (таблица 3.7).

Корнеплоды потребляли больше калия по сравнению с азотом и фосфором. На втором месте шел азот, на третьем – фосфор.

Максимальный вынос макроэлементов был на варианте с внекорневой подкормкой препаратом «Мегамикс» с дозировкой 1,5 л/га.

Вынос питательных элементов листьями сахарной свеклы также изменялась в зависимости от варианта исследования. Максимальный вынос азота был на варианте с дозой внесения 1,5 л/га (47,2 кг/га). Максимальный вынос калия был на варианте с внесением минеральных удобрений (12,2

кг/га).

Таблица 3.7. – Влияние внекорневых подкормок на вынос питательных веществ урожаем сахарной свеклы, кг/га

Варианты опыта	% на сухое вещество					
	Корнеплоды			Листья		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	59,4	21,6	48,6	29,2	7,6	25,4
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	104,5	24,1	112,5	45,9	12,2	38,2
ФОН + 1,0 л/га	108,6	25,0	112,8	46,8	11,3	38,6
ФОН + 1,5 л/га	109,9	29,6	118,4	47,2	7,1	37,8
ФОН + 2,0 л/га	109,2	25,2	117,6	44,8	11,2	37,8

«Хозяйственный вынос элементов питания из почвы – количество элементов питания, отчуждаемое из почвы урожаем основной и соответствующего количества побочной продукции на единицу площади. Хозяйственный вынос выражается в кг/га» [Ягодин, 2002].

Для расчета хозяйственного выноса, используем урожайные данные корнеплодов сахарной свеклы, а также данные азота, фосфора и калия в листьях.

Таблица 3.8. – Хозяйственный вынос азота, фосфора и калия урожаем сахарной свеклы

Варианты опыта	Хозяйственный вынос макроэлементов урожаем, кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	88,6	29,2	74,0
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	150,4	36,3	150,7
ФОН + 1,0 л/га	155,4	36,3	151,4
ФОН + 1,5 л/га	157,1	36,7	156,2
ФОН + 2,0 л/га	157,0	36,4	155,4

Хозяйственный вынос азота изменялось в диапазоне от 88,6 на контроле кг/га до 157,1 кг/га на варианте с некорневой подкормкой с дозой 1,5 л/га.

Хозяйственный вынос фосфора и калия изменялась также: минимальные значения были получены на контрольном варианте 29,2 и 74,0 кг/га соответственно, максимальные значения 36,7 и 156,2 кг/га были получены на варианте с обработкой 1,5 л/га.

«Коэффициент использования питательного вещества (КИУ) – отношение количества питательного вещества (элемента) усвоенного урожаем из удобрений к его общему количеству, внесенному в почву. КИУ измеряется в %.

Удовлетворение потребности растений в элементах питания – важнейшее условие достижения необходимого уровня урожайности. При определении доз удобрений важно знать коэффициенты использования NPK, так как они подвержены значительным колебаниям в зависимости от культуры, почвенно-климатических условий, дозы, времени внесения, а также от способа заделки удобрений.

Поэтому должны корректироваться с учетом адаптации технологий к природно-ландшафтным условиям производства. Ошибки при выбор коэффициентов использования NPK из удобрений приводят к существенному недобору урожая, ухудшению его качества и большим экономическим потерям» [Ягодин, 2002].

Коэффициенты использования питательных веществ изменялись по вариантам исследования (таблица 3.9.).

Таблица 3.9. – Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений растениями сахарной свеклы

Варианты опыта	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	-	-	-
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	53	13	52
ФОН + 1,0 л/га	58	13	53
ФОН + 1,5 л/га	59	14	56
ФОН + 2,0 л/га	56	14	55

Наибольшие коэффициенты использования питательных веществ из удобрений были получены на варианте с применением внекорневой подкормки с препаратом «Мегамикс» с дозой внесения 1,5 л/га. Использование питательных веществ из удобрений было минимальным на варианте с фоновым внесением удобрений.

### 3.6. Качество корнеплодов сахарной свеклы

«Технологические качества корнеплодов сахарной свеклы, по определению М.З. Хелемского (1967, 1976), - это «комплекс ее биологических, химических и физических свойств, в первую очередь определяющих размеры и характер потерь сахара в производстве, выход и качество кристаллического сахара в процентах к весу переработанной свеклы». Прежде всего это, естественно, сахаристость корнеплодов - процентное содержание сахара. Оно может выражаться как в отношении к массе сырой свеклы, так и к массе сухих веществ корнеплода» [Вострухин, 2011].

Качественные показатели сахарной свеклы, такие как сахаристость и выход сахара представлены в таблице 3.10

Таблица 3.10. – Влияние внекорневой подкормки сахаристость и выход сахара сахарной свеклы

Варианты опыта	Сахаристость, % на сырое вещество	Выход сахара, т/га
Контроль	16,4	4,42
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	16,9	6,79
ФОН + 1,0 л/га	17,1	7,15
ФОН + 1,5 л/га	17,4	7,44
ФОН + 2,0 л/га	17,2	7,22

Анализируя таблицу 3.10 можно сказать, что внесение удобрений и внекорневая подкормка оказали положительное влияние на качественные

показатели сахарной свеклы. На данных вариантах выход сахара был выше по сравнению с контролем на 53,6 – 63,3%. Максимальный выход сахара был получен на варианте ФОН + 1,5 л/га – 7,44 т/га, сахаристость корнеплодов на данном варианте составила 17,4%.

Сахаристость – не единственный качественный показатель. Главным является содержание мелассообразующих веществ, то есть калия и натрия (которые оставляют 70...80% сахара в мелассе) и содержание «вредного азота», или аминокислот (общее для протеинового, аммиачного и амидного азота). Присутствие этих веществ мешает экстракции кристаллизованного сахара, остающегося в определенных количествах в мелассе.

Микроэлементы, которые участвуют во многих физиолого-биохимических процессах, способствуют изменению химического состава урожая.

Содержание токсичных элементов в корнеплодах сахарной свеклы показывает, что на контрольном варианте их концентрация была низкой. Внесение удобрений способствовало понижению содержания кадмия и мышьяка. Содержание никеля и свинца в отдельных вариантах несколько повысилось, однако их уровень был в пределах допустимого.

Таблица 3.11. – Содержание токсичных элементов в урожае корнеплодов сахарной свеклы, мг/кг сырого вещества

Токсичные элементы	ПДК	Вариант опыта				
		Контроль	N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	ФОН+1,0 л/га	ФОН+1,5 л/га	ФОН+2,0 л/га
Кадмий	0,03	0,017	0,015	0,012	0,012	0,013
Свинец	0,5	0,048	0,049	0,046	0,040	0,042
Никель	0,5	0,14	0,12	0,24	0,14	0,48
Мышьяк	0,2	0,15	0,12	0,09	0,12	0,14

### **3.7. Экономическая эффективность внекорневых подкормок препаратом «Мегамикс» на посевах сахарной свеклы**

«Показатели экономической эффективности, в условиях рыночной экономики, имеют особую актуальность, т.к. в условиях рынка главный фактор – это прибыльность производства.

Экономическая эффективность – это стоимость сравнения производственной продукции суммарными расходами на ее производство, формулируемые рядом показателей: чистый доход, производительность труда, окупаемость затрат, себестоимость продукции и другие.

Себестоимость – главный показатель экономической эффективности, которая фиксирует во что обходится предприятию производство разного вида продукции, которые позволяют, объективно судить о том насколько это выгодно в конкретных экономических условиях хозяйствования. В ней находят отражение условия производства и результаты деятельности предприятия: техническая вооруженность, организация и производительность труда, прогрессивность применяемый технологии, уровень использования основных и оборотных фондов, соблюдение режима экономии, качество руководства и др.»

Расчет экономической эффективности применения внекорневых подкормок на посевах сахарной свеклы осуществлялся на получение дополнительного урожая. Как показал анализ таблицы 3.12., наибольшая окупаемость вложенных средств достигнута.

Стоимость валовой продукции рассчитывали исходя из того, что закупочная цена 1т корнеплодов сахарной свеклы - 3500 рублей.

Стоимость валовой продукции на варианте без удобрений составила – 94500 рублей, на фоне – 140700 рублей, на варианте ФОН + 1,0 л/га – 147000. Самая высокая стоимость валовой продукции на варианте ФОН+1,5 л/га – 148050 рублей, а на варианте ФОН+2,0 л/га составила - 147000 рублей.

Уровень рентабельности был самым высоким 91 % на варианте с применением препарата «Мегамикс» с дозой 1,5 л/га (фон - 85 %). Самый минимальный уровень рентабельности – 76 % на контрольном варианте.

Таблица 3.12. - Экономическая эффективность применения внекорневых подкормок препаратом «Мегамикс» на посевах сахарной свеклы в условиях КФХ «Бадретдинов»

Показатели	Единица измерения	Варианты				
		Контроль	N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	ФОН+1,0 л/га	ФОН+1,5 л/га	ФОН+2,0 л/га
Урожайность	т/га	27,0	40,2	41,8	42,3	42,0
Стоимость корнеплодов	руб.	94500	140700	146300	148050	147000
Всего затрат на 1га	руб.	53560	75750	78630	77409	78503
Себестоимость 1т	руб.	1983	1908	1881	1830	1879
Чистый доход с 1га	руб.	40940	64940	67670	70641	68497
Уровень рентабельности	%	76	85	86	91	87

\*Закупочная цена 1т корнеплодов сахарной свеклы составила 3500 рублей.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На выщелоченных черноземах КФХ «Бадретдинов» Бугульминского муниципального района, имеющих высокую степень обеспеченности подвижным фосфором и подвижным калием, среднюю по содержанию гумуса внекорневые подкормки препаратом «Мекгамикс» в фазу 4-6 настоящих листьев оказывают положительное влияние на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы.

1. На варианте фон+внекорневая обработка препаратом «Мегамикс» с дозой внесения 1,5 л/га была получена максимальная урожайность корнеплодов сахарной свеклы – 42,3 т/га.

2. Внекорневая подкормка увеличила вынос основных элементов питания на всех исследуемых вариантах.

3. Сахаристость корнеплодов на вариантах с некорневой подкормкой «Мегамикс» была выше по сравнению с другими вариантами исследования.

4. Применение препарата «Мегамикс» способствовало понижению содержания кадмия и мышьяка в корнеплодах сахарной свеклы. Содержание никеля и свинца в урожае некоторых вариантов несколько повысилось, однако их уровень был в пределах допустимого.

5. Наибольшая рентабельность возделывания сахарной свеклы была достигнута на варианте с дозой препарата «Мегамикс» 1,5 л/га и составила - 91%. На фоне данный показатель составил 76%.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимия: учебник /Б.А.Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др. – 2-е изд., перераб. и доп. ; под ред. академика Б.А.Ягодина. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 639 с.]
2. Акиров К. Эффективность применения марганцевых и медных удобрений под сахарную свеклу на луговых почвах Чуйской долины Киргизской ССР// автореферат дис. канд. с/х наук. – Фрунзе, 1969. – 26 с.
3. Алексеев Д.И. Микроэлементы в жизни растений. Зерно№1./ Д.И.Алексеев – М.:,2006. - 24с.
4. Алиев Ш.А. Агрохимическая и агроэкологическая оценка почв Республики Татарстан /Ш.А.Алиев, В.З. Шакиров, С.Ш. Нуриев - Казань. Центр инновационных технологий, 2005. – С.52.
5. Аникст Д.Н. Минеральные удобрения и содержание сахара в сахарной свекле / Д.Н. Аникст, Ю.Л. Сеницын // Агрохимия. – 1998. - №5. – С. 88-93
6. Анспок П.И. Микроудобрения. / П.И. Анспок - М.: Колос, 1978. -С.272.
7. Анспок П.М. Рациональные способы использования микроудобрений в Латвии // Агрохимия. – 1990. – № 11. – С. 140–150.
8. Апасов И.В. Обеспечить устойчивое развитие свеклосахарного комплекса России // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 3–5.
9. Аристархов А.Н., Яковлева Т.А. Оптимизация применения микроудобрений под сахарную свеклу // Моск. Эконом. Журнал, 2017, №2.
10. Аристархов А.Н., Яковлева Т.А. Эффективность применения борных удобрений под сахарную свеклу на различных типах почв // ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова. – Москва. – 2018. – С.197 – 202.

11. Аристархов А.Н., Яковлева Т.А. Эффективность применения предпосевной обработки бором семян сахарной свеклы на различных типах почв в зонах ее возделывания // Агрохимия. – 2018. - №4. – С. 15 – 20.
12. Беляев Г.Н. Калийные удобрения из калийных солей Верхнекамского месторождения и их эффективность / Г.Н. Беляев. Монография.-Пермь: Перм. кн. изд-во, 2005. – 280с.
13. Беляев Г.Н. Эффективность минеральных удобрений на песчаной почве при длительном их применении на различных фонах / / Удобрение и урожай: Тр. Соликамской с. –х. опытной станции. – Пермь, 1965. – Т. 3; С. 229-256.
14. Богданов И.Н., Бондарь Р.С. и др. Химизация в отраслях АПК. – М., Росагропромиздат, -1989. -С.4-8.
15. Булдыкова И.А. Динамика содержания азота, фосфора и калия в растениях сахарной свеклы при применении микроудобрений/ И.А. Булдыкова. – Энтузиасты аграрной науки. Тр. КубГАУ. – 2013. Вып.15. – С.78-80.
16. Булдыкова И.А., Шеуджен А.Х. Влияние микроудобрений на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы / КубГАУ. – 2014. – С. 732-737
17. Власюк П.А. Физиологическое значение марганца для роста и развития растений / П.А. Власюк, З.М. Климовицкая. – Москва: Колос, 1969. – 160 с.
18. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию, Опытная научная станция по сахарной свекле. - Минск : Минская фабрика цветной печати, 2011. - 366 с.
19. Гайсин И.А. Ассортимент и технологии применения удобрений. Тез. докл. международного научно-технического семинара. – Казань, 1996. – С.82-90
20. Гатаулина, Г. Г. Растениеводство : учебник / Г.Г. Гатаулина, П.Д.

Бугаев, В.Е. Долгодворов ; под ред. Г.Г. Гатаулиной. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 608 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011564-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032556> (дата обращения: 19.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

21. Гилязов, М.Ю. Методические указания к выполнению лабораторно-практических занятий по агрохимии для студентов агрономического факультета / М.Ю. Гилязов, А.С. Билалова. - Казань: Изд-во КГСХА,1996. - 107 с.

22. Гуляев Б.И., Патыка В.Ф. Фосфор как энергетическая основа процессов фотосинтеза, роста и развития растений // Агрэкол. журн. – 2004. - № 2. – С. 3-9.

23. Даутов Р.К. Микроэлементы в сельском хозяйстве./Р.К.Даутов, В.Г. Минебаев, И.А. Гайсин. – Казань: Таткнигоиздат, 1985. –С.3-18.

24. Дворянкин А.Е., Ярощук М.С. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от условий питания и чистоты посева // Сахарная свекла. – 2013. - № 1

25. Демина. Н.В. Возможность использования вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства для дальнейшей переработки/Н.В. Демина, Л.В. Донченко, С.Е. Ковалева//Научный журнал кубанского ГАУ.-2006.-58-62 с.

26. Державин Л.М., Мерзлая Г.Е., Хайдуков К.П. Интегрирование применение удобрений и других средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях производства сахарной свеклы.-М.: ВНИИА, 2015.-380 с.

27. Дерюгин И.П. Калийный статус почвы и дозы калийных удобрений/ // Плодородие. – М., 2002. – С. 224-240.

28. Ефремова Е.Н. Основные направления повышения эффективности интенсификации регионального продуктового свеклосахарного подкомплекса // Научно- практический журнал

«Форум» серия: Гуманитарные и экономические науки / Волгоградский филиал: МГЭИ. – Волгоград: №3 (6) 2015, - С.93-96.

29. Жеряков Е.В. Влияние различных доз азотных удобрений на продуктивность сахарной свеклы, Москва, 2019. С. 88-91.

30. Жизневская Г.Я. Иванова И.И. Металлоферменты в азотном обмене растений. Макро и микроэлементы в регуляции обмена веществ растений. – Кишинев, - 1983. –с.21-28.

31. Иванова С.Е., Романенков В.А., Никитина Л.В. Первые результаты научного проекта по совершенствованию рекомендаций по внесению калийных удобрений в России//Вестник Международного института питания растений. – 2014. - № 1. – С. 2-5.]

32. Исаев М.Д. Микроэлементы в земледелии./М.Д. Исаев, И.А.Гайсин, В.И. Реут – Казань, 2009. – 5с.

33. Карпенко П.В. Односемянная сахарная свекла /П.В. Карпенко, И.А. Якименко. – Воронеж: Воронежское книжное издательство, 1960. – 48 с.]

34. Каталымов М.В. Микроэлементы и микроудобрения. // Изд.во : Химия, 1965. – С. 331.

35. Кидин, В. В. Агрохимия: учебное пособие / В.В. Кидин. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 351 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014937-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1147413> (дата обращения: 18.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

36. Кудашкин М.И. Динамика подвижной меди в почвах в Мордовии и эффективность медных удобрений. /Агрохимия, - 2001, - №9. – с.26-29/

37. Литвинович А.В. Калийное состояние дерново – подзолистой глееватой песчаной почвы при окультуривании и под залежью / А.В.Литвинович, О.Ю.Павлова, А.И.Маслова, Д.В.Чернов // Почвоведение. - 2006. - №7. – С.876-882.

38. Лицуков С.Д., Акинчин А.В.,

Трофимова Е.А. Влияние микроудобрений на урожай и качество сахарной свеклы в условиях юго-западной части ЦЧ // Вестник Курской сельскохозяйственной академии. — 2014. — № 9. — С. 40-42.

39. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник/ В.Г. Минеев. – 2-е изд, перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГУ, КолосС, 2004. – 720 с.

40. Муха В.Д. Агрочвоведение /В.Д.Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: КолосС, 2004. – С.179.

41. Никитин А.Ф. Высота выступления над почвой корнеплодов свеклы и содержание сахара/ А.Ф. Никитин // Сахар.- 2014.- №3.- С.- 18-20.

42. Нурмагамбетов К.О. Применение борных удобрений под сахарную свеклу: автореферат дис. кандидата с/х наук . – Алма-Ата, 1964. – 26 с.

43. Панников В.Д., Минаев В.Г. Почва, климат, удобрения и урожай. – М.: Агропромиздат. – 1987. – с.13-23.

44. Пейве Я.В. Изучение содержания микроэлементов в почвах. / Я.В. Пейве, В.И. Вернадский. : – М.: Почвоведение. – 1983.

45. Пелагин Д.С., Мязин Н.Г. / Влияние макро и микроудобрений на урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы на черноземе выщелоченном/ Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т .12. номер 2 (61). С. 13-21

46. Перельман А.Н. Геохимия элементов в зоне генергинезиса. – М.: Недра, 1972. – 287 с.

47. Петров В.А., Зубенко В.Ф. Свекловодство. — М.: Колос, 1981. — 302 с. 46. Практикум по агрохимии : учеб. пособие ; под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

48. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения: Практич. рук-во. – М.: Ледум, 2000. -184 с

49. Прокошева М.А. Применение удобрений на приусадебном участке./ М.А.Прокошева – М.: Россельхозиздат, 1986. – С.14.

50. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар и др. – 5-е изд. – Москва: DVLAгродело. 2006. – 316 с.]
51. Сахарная свекла - качество корнеплодов и выход сахара» /Под ред. Н. П. Вострухин, Н. П. Вострухина, Минск: Юнипак, 2007. - 206 с.
52. «Сахарная свекла» /Под ред. Д. Шпаара, Минск.: НЕВАДА, 2000. - 166 с.
53. «Свекловодство» /Под ред. В. Л. Петров, В. Ф. Зубенко, М.: ИНИТИ, 2001. - 267 с.
54. Симакин А.И. Удобрения, плодородие почв и урожай. – Краснодар: крас. кн.изд- во, 1983.- 271 с.
55. Симеренко В.И., Асеева А.И. Эффективность действия жидких комплексных удобрений совместно с микроэлементами. /Сб. «Применение удобрений, микроэлементов и регуляторов роста с сельского хозяйства – Ставрополь ССХИ, - 1983. – С.78-81.
56. Соловьев В.М. Мониторинг содержания микроэлементов в почвах Ярославской области. //В.М.Соловьев - Агрехимический Вестник. №6 – 2006. С.8-9.
57. Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Харитонов А,Ф. и др. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами.Приемы управления. – М.: ВНИИА, 2009. – 520 с.
58. Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Яковлева Т.А. Эффективность применения микроудобрений под сахарную свеклу (*BetavulgarisL.var. sacchariferaAlef.*) на основных типах почв в зонах ее возделывания. – Бюллетень Географической сети опытов. Вып. 27. – 2017. – 51 с.
59. Цвей Я.П., Бондарь С.А. / Агрехимическое состояние чернозема в зависимости от системы удобрения сахарной свеклы. Журнал Экол. менеджмент, 2017. №2. С.- 37-42.
60. Черсова О.В. Настоящее и будущее отраслевой науки // Сахарная свекла. – 2014. - № 1
61. Чухраев И.М. Анализ состояния и совершенствование

экономических связей в свеклосахарном комплексе России // Сахарная свекла. – 2013. -№ 5

62. Шабает А.Г. Оценка качества земель сельскохозяйственного назначения на основе учета влияния зависимости производительной способности почв от их диагностических признаков: Дисс. ... к. техн. н. – СПб., 2015. – 142с.

63. Шафран С.А., Авдеев Ю.С. Прошкин В.А. Применение калийных удобрений и их эффективность на почвах России// Химия в с.-х. – 2004 - №2. – С.10-12.

64. Шафран С.А., Козеичева Е.С., Ильюшенко И.В. /Оценка методов почвенной диагностики азотного питания сахарной свеклы// Агрохимия, 2015, №8.- С. 27-32.

65. Шеуджен А. Х., Дроздова В.В., Бондарева Т.Н., Онищенко Л.М. Питание и удобрение технических и кормовых культур/ Краснодар, КубГАУ, 2013 (300) – 299 с.

66. Шеуджен А.Х. Значение микро- и ультрамикроэлементов в жизни растений / А.Х. Шеуджен, И.А.Булдыкова, И.А. Лебедевский //Энтузиасты аграрной науки. – Краснодар, 2010. – Вып. №11. – С.333-361.

67. Шеуджен А.Х. Агрохимические основы применения удобрений / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек. – Майкоп: “Полиграф-Юг”, 2013. – 572 с.

68. Школьник М.Я. Микроэлементы в сельском хозяйстве. / М.Я.Школьник, Н.А.Макарова – М.: Агропромиздат, 1988. С.133

69. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А и др. Сахарная свекла (Выращивание, уборка, хранение) / под общ. ред. Д. Шпаара. — М.: ИД ООО «DLV Агродело», 2013. — 315 с.

70. Шпаар Д., Дрегер Д., Захарченко А. и др. Сахарная свекла. — Минск: ФУАинформ, 2003. — 258 с.

71. Электронный ресурс:  
<https://universityagro.ru/растениеводство/сахарная-свекла/> - дата обращения:  
20.11.2020

72. Электронный ресурс: [https://studopedia.ru/3\\_74012\\_usvoenie-rasteniem-fotosinteticheski-aktivnoy-radiatsii.html](https://studopedia.ru/3_74012_usvoenie-rasteniem-fotosinteticheski-aktivnoy-radiatsii.html) - дата обращения: 20.11.2020
73. Электронный ресурс: <http://megamix52.ru/#/product/3> - дата обращения: 20.11.2020
74. Электронный ресурс: [u.wikipedia.org/wiki/](http://u.wikipedia.org/wiki/) - дата обращения: 15.11.2020
75. Ягодин Б.А. Агрохимия. /Б.А.Ягодин- М.: Агропромиздат, 2002.-С.656.
76. Яковлева В.В., Данилова Г.А. Микроудобрения. – М.: Россельхозиздат. – 1965.

## **Приложения**

Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым  
методом для получения запланированной урожайности сахарной свеклы в  
2019 году.

Почва: чернозем выщелочный;

содержание гумуса: 8,0% (группа 2, средняя);

подвижного  $P_2O_5$ : 174 мг/кг (группа 5, высокая);

подвижного  $K_2O$ : 230 мг/кг (группа 6, очень высокая);

$h= 26$  см;  $d= 1,17$  г/см<sup>3</sup>.

Показатели	Запланированная урожайность 35 т/га		
	Азот	Фосфор	Калий
1. Потребление (вынос) элементов питания с единицы основной и побочной продукции, кг/ц	5,9	1,8	7,5
2. Ожидаемый вынос элементов с планируемым урожаем, кг/га	206	63	262
3. Содержание подвижных форм NPK в почве, мг/кг	60	174	230
4. Запасы подвижных форм питательных элементов в пахотном слое	182	529	700
5. Коэффициент использования питательных элементов из почвы, кг/га	0,75	0,11	0,27
6. Ожидаемое поступление питательных элементов из почвы, кг/га	137	52,9	189
7. Дефицит питательных элементов для получения планируемого урожая, кг/га	69	10,1	73
8. Коэффициент использования питательных элементов из минеральных удобрений	0,6	0,2	0,5
9. Норма внесения питательных элементов в составе минеральных удобрений, кг д.в./га	115	51	146

Прим.: \* - содержание минерального азота рассчитали исходя из содержания гумуса по уравнению, предложенному сотрудниками кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ [Гилязов и др., 1996]:

$$C_n = 7,5 \cdot G$$

где,  $C_n$  - содержание минерального азота в почве, мг/кг;

$G$  – содержание гумуса, %.

Прим.: \*\* - запасы подвижных форм NPK в почве следует рассчитать по уравнению :

$$S_n = 0,1 \cdot C_n \cdot h \cdot d,$$

где  $C_n$  – содержание подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  или минерального азота в пахотном слое, мг/кг;

$d$  – плотность пахотного слоя, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – мощность пахотного слоя, см.

## АНАЛИЗ ДИСПЕРСИОННЫЙ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	Сахарная свекла		
Фактор А	Внекорневая подкормка		
Год исследований:		2019	
Градация фактора		5	
Исследуемый показатель:	урожайность т/га		
Количество повторностей:	4		
Руководитель	Миникаев Р.В.		

Таблица данных

Фактор	Повторность	Урожайность	Средняя урожайность	Достоверность к фону	F факт	Достоверность
Контроль	1	25,0			174,986	Достоверно
	2	28,0				
	3	22,0	27,0	достоверно		
	4	23,0				
N <sub>115</sub> P <sub>51</sub> K <sub>146</sub> - ФОН	1	44,0				
	2	42,0				
	3	36,5	40,2	достоверно		
	4	38,5				
ФОН + 1,0 л/га	1	45,3				
	2	44,2				
	3	40,0	41,8	достоверно		
	4	37,7				
ФОН + 1,5 л/га	1	40,8				
	2	41,7				
	3	41,5	42,3	достоверно		
	4	45,2				
ФОН + 2,0 л/га	1	42,0				
	2	40,5				
	3	45,5	42,0	достоверно		
	4	40,0				

НСР <sub>05</sub>	1,2
-------------------	-----