

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»

На правах рукописи

АЗАРОВ Алексей Владимирович

**ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ В
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ**

Специальность 4.1.3 - Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин
растений

ДИССЕРТАЦИЯ

**на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
доцент
СТУПАКОВ Алексей Григорьевич

Белгород- 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 НАУЧНО-ОБОСНОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1. Использование удобрений при возделывании сахарной свёклы и их влияние на показатели плодородия почвы	11
1.2. Роль севооборота в повышении эффективности сельскохозяйственного производства	18
1.3. Выбор способа обработки почвы под сахарную свёклу	20
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	22
2.1. Метеорологические условия в годы проведения исследований	22
2.2. Почвенный покров	25
2.3. Объект и методика проведения исследований	25
ГЛАВА 3 ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИЙ	28
3.1. Влияние агротехнических приемов на плотность почвы при возделывании сахарной свеклы	28
3.2. Роль агроприёмов в стабилизации структурного состояния чернозема	32
3.3. Запасы продуктивной влаги в почве и водопотребление сахарной свёклы под влиянием агроприёмов	35
ГЛАВА 4 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В	42

	ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОПРИЕМОВ В АГРОТЕХНОЛОГИИ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ	
4.1.	Гидролитическая кислотность	42
4.2.	Обменная кислотность	45
4.3.	Ёмкость поглощения и степень насыщенности основаниями почвенно-поглощающего комплекса чернозема типичного при различных агроприёмах в технологиях возделывания сахарной свеклы	46
ГЛАВА 5	БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОПРИЕМОВ В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ	51
5.1.	Биологическая активность по степени разложения хлопчатобумажной ткани	51
5.2.	Биологическая активность почвы по степени разложения льняного полотна	59
5.3.	Определение общей биологической активности по величине потерь органического вещества в чайных пакетиках (зеленого и черного) по проекту университета Утреха (Голландия)	65
5.4.	Численность микроорганизмов в почве	68
ГЛАВА 6	АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОПРИЕМОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ	72
6.1.	Содержание аммонийного азота в почве	72
6.2.	Содержание нитратного азота в почве	73
6.3.	Содержание подвижного фосфора в почве	75
6.4.	Содержание обменного калия в почве	78
6.5.	Содержание гумуса в почве	81

ГЛАВА 7.	ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОПРИЕМАХ В ТЕХНОЛОГИИ ЕЁВОЗДЕЛВАНИЯ	85
ГЛАВА 8.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОПРИЕМОВ	90
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	101
	ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	102
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	103
	ПРИЛОЖЕНИЯ	121
А-П	Метеорологические данные за годы проведения исследований 2019-2021 гг.	122
Р	Характеристика гибрида сахарной свёклы, используемого на опыте	137
С	Урожайность сахарной свёклы по годам исследований	138
Т	Сахаристость сахарной свёклы по годам исследований	139

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время рациональному использованию почвы придается приоритетное значение, как в мире, так в нашей стране. Основные положения по обеспечению и повышению плодородия почвы нашли своё отражение в разработанной национальной стратегии устойчивого развития России, утвержденной Государственной Думой Российской Федерации, в которой обозначены мероприятия по созданию оптимальной среды обитания и материального благополучия населения, обеспечению продовольственной и экологической безопасности, сбалансированного природопользования (Турьянский А.В., 2018).

В Белгородской области с 2011 года целенаправленно ведутся работы по внедрению в региональном земледелии биологических принципов, направленных на максимальное использование возобновляемых природных ресурсов и технологических процессов растениеводства. Правительством Белгородской области осуществляется систематический контроль за исполнением принятого Постановления. Особую актуальность вопросы сохранения и воспроизводства плодородия пахотных земель приобретает при возделывании энергоёмких пропашных культур, в перечне которых сахарная свёкла занимает особое место. Являясь коммерческой культурой со значительным выносом питательных веществ урожаем, она принимает на себя основную химическую нагрузку в виде минеральных, органических удобрений и средств защиты растений. Таким образом, всесторонние исследования по совершенствованию агротехнологии возделывания этой культуры позволят при формировании высоких устойчивых урожаев корнеплодов создать условия для расширенного воспроизводства плодородия чернозёмов (Мощенко, Ю.Б., 1970).

Знания особенностей агрофизической, агрохимической, физико-химической, биологической активности почвы в зависимости от напряженности технологических процессов являются необходимыми

условиями для разработки научных и практических основ регулирования экологического состояния чернозёмов, управления функционированием экосистем.

Актуальность темы. Плодородие почвы определяется её уникальной способностью обеспечивать растения влагой, элементами минерального питания, оптимальными агрохимическими, физико-химическими и биологическими свойствами. Ведущая роль в формировании почвенного плодородия принадлежит таким агротехническим приёмам, как севооборот, способы основной обработки почвы и уровни удобрённости.

В этой связи определение агрохимических, физико-химических и биологических свойств почвы, которые служат в качестве диагностических показателей, характеризующих степень её удобрённости и потенциальные возможности, обеспечивающие повышение продуктивности сахарной свёклы в зависимости от агроприёмов, является актуальным.

Степень разработанности темы. В нашей стране и, особенно, в Центрально-Чернозёмном экономическом регионе, вопросами оптимизации различных приёмов возделывания основных культур и сохранения почвенного плодородия занимались многие учёные-аграрии.

В Белгородской области поиск оптимальных вариантов агротехнологий возделывания сахарной свёклы и других культур освещали в своих трудах П.Г. Акулов (1992), А.Г. Ступаков (1998), А.В. Смык (2000), В.Б. Азаров (2004), Г.И. Уваров (2005), Н.И. Клостер (2012), В.В. Лоткова (2022) и другие учёные.

Однако, в вышеперечисленных научных публикациях авторы акцентировали своё внимание на отдельных элементах, представляющих только часть комплексной агротехнологии.

Научные разработки, направленные на всестороннее изучение основных составляющих технологии возделывания, таких как севооборот, способ основной обработки почвы и насыщенность органическими и минеральными удобрениями в различных сочетаниях и комбинациях при

возделывании сахарной свёклы при комплексном анализе воздействия этих факторов на агрофизические, агрохимические, физико-химические и биологические свойства почвы в условиях Центрально-Чернозёмного региона России в современных реалиях не проводились, что и определяет актуальность и значимость наших исследований.

Цель исследований. Целью работы явилось обоснование и совершенствование элементов агротехнологий в условиях юго-запада ЦЧР, обеспечивающих повышение продуктивности сахарной свёклы и расширенное воспроизводство плодородия чернозема типичного.

Для успешной реализации поставленной цели исследований было предусмотрено выполнение ряда задач:

- изучить влияние применения органических и минеральных удобрений на урожайность сахарной свёклы и качество свеклосахарного сырья;
- установить оптимальные дозы, способы и сочетания применения удобрений под сахарную свёклу в различных севооборотах;
- выявить характер действия различных сочетаний элементов агротехнологий на изменение свойств чернозема типичного;
- исследовать влияние применения энергосберегающих способов основной обработки почвы на продуктивность сахарной свёклы и показатели плодородия чернозёма типичного;
- рассчитать экономическую эффективность изучаемых приёмов при возделывании сахарной свёклы;

Научная новизна работы. Впервые экспериментально выявлены, проанализированы, обобщены и научно обоснованы оптимальные параметры элементов технологии возделывания сахарной свёклы для эффективного агропроизводства при условии расширенного воспроизводства плодородия черноземов юго-запада ЦЧР.

На основе результатов полевого стационарного многофакторного опыта, заложенного в 1987 году, оптимизирована система удобрения

сахарной свёклы в различных видов севооборотов для черноземных почв Белгородской области.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследований являются научной основой создания региональных рекомендаций по возделыванию сахарной свёклы. Материалы исследований использовались при написании статей в специализированных изданиях, а также при подготовке рекомендаций по эффективному применению минеральных и органических удобрений в свеклосеющих предприятиях Центрального Черноземья. Экспериментальные данные ежегодно используются при чтении лекций на курсах повышения квалификации специалистов агрономического профиля.

Результаты исследований находят отражение при составлении практических рекомендаций для стабилизации и воспроизводства плодородия черноземных почв в сельхозпредприятиях Белгородской области.

Положения, выносимые на защиту:

– в результате длительного применения органических удобрений в сочетании с минеральными показатели почвенного плодородия чернозема типичного в юго-западной части ЦЧР претерпевают положительные изменения;

– основными критериями повышения урожайности сахарной свёклы современных технологий являются оптимальные агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы, обеспеченность питательными элементами, из которых в первом минимуме находится азот;

– применениям энергосберегающих способов обработки с минимальным воздействием на почву создаются предпосылки для создания оптимальных агрохимических и агрофизических свойств почвы для получения высоких устойчивых урожаев сахарной свёклы;

– органическая и органо-минеральная система удобрения сахарной свёклы при энергосберегающей поверхностной обработке почвы

обеспечивает наибольшую экономическую эффективность агроприемов в агротехнологии возделывания сахарной свёклы.

Степень достоверности и апробации результатов. Обоснованность выводов и достоверность рекомендаций производству обусловлены значительным количеством полевых, камеральных и лабораторных исследований, комплексным подходом, правильностью лабораторных анализов работ и подтверждены математической обработкой полученных данных, публикациями основных результатов в журналах из перечня ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, апробацией материалов на конференциях различных уровней. Достоверность полученных данных обеспечена применением методик, входящих в базу ГОСТов Общероссийского классификатора стандартов Российской Федерации.

Личный вклад соискателя состоит в участии в выборе темы исследований, целей и задач, структуры исследовательской работы; непосредственном участии в проведении полевых и лабораторных опытов; обобщении, анализе и камеральной обработке экспериментальных данных; подготовке диссертации и автореферата, написании статей и выступлениях с сообщениями на различных конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 139 страницах печатного текста, состоит из введения, 8 глав, заключения, предложений производству, списка литературы из 169 источников, в том числе 18 – на иностранных языках и 17 приложений, иллюстрирована 28 таблицами и 2 рисунками.

Публикации результатов исследований. Материалы диссертации докладывались ежегодно на заседаниях ученого совета агрономического факультета в Белгородском ГАУ и ученого совета Белгородского ФАНЦ РАН (2017-2023 г.). Основные разделы диссертации освещались на региональных, всероссийских и международных научно-практических конференциях. По материалам работы соискателем в соавторстве готовится к публикации два учебных пособия, опубликованы три статьи в

рецензируемых журналах, определенных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Благодарности. Считаю своим долгом выразить глубокую благодарность директору ФГБНУ Белгородский ФАНЦ академику РАН Сергею Ивановичу Тютюнову за оказанную поддержку и всем сотрудникам, научного центра, оказавшим помощь в проведении полевых экспериментов, а также своему научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук Алексею Григорьевичу Ступакову за помощь в работе и ценные советы.

ГЛАВА 1. НАУЧНО-ОБОСНОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Использование удобрений при возделывании сахарной свёклы и их влияние на показатели плодородия почвы

Изменения показателей почвенного плодородия в зависимости от интенсивности применения удобрений, четко проявляются при проведении научных исследований в стационарных длительных полевых опытах с удобрениями. П.Г. Адерихин (1970), А.П. Щербаков (1995), В.В. Медведев (1990), Г.П. Покудин (2002) в различных регионах Центрально-Черноземной зоны России изучали влияние применения удобрений на плодородие почвы. Установлено, что систематическое применение удобрений может вызвать значительные изменения в количественном и качественном составе органического вещества почв, в содержании отдельных элементов минерального питания растений, в формах их соединений и показателей физико-химических свойств почв (Сычев В.Г. 2019).

Под влиянием минеральных удобрений в пахотном слое почвы, увеличивается содержание подвижных форм азота, фосфора и калия, что обеспечивает рост естественной продуктивности почв и увеличение урожайности культур (Проценко Е.П., 2003, Тютюнов С.И., 2020).

Нитрификационная способность почвы является важным показателем пополнения азотного фонда почвы доступными соединениями азота. На важность учёта данного показателя указывали в своих работах А.А. Кореньков (1985) и Р.Ф. Макарова (1990). Установлено, что данный показатель значительно повышается при использовании минеральных азотных удобрений (Кураков В.И., 1997). По данным А.А. Ореховской и др. (2020) на черноземе типичном содержание нитратов под озимой пшеницей возрастает в зернотравянопропашном севообороте по сравнению с

зернопропашным. На фоне минимальной обработки почвы количество нитратов в почве сокращалось по мере углубления почвенного горизонта до 1 метра. На вариантах последствия навоза его эффективность на озимой пшенице отсутствует.

Определенный вклад в азотный режим питания растений вносит легкогидролизуемый азот, наличие которого в почве напрямую зависит от количества свежего органического вещества. В этой связи содержание его в зернотравянопропашном севообороте выше, нежели в зернопропашном и тем более в зернопаропропашном (Навольнева Е.В., Ступаков А.Г., Дорохин К.В., Кузнецова Л.Н., 2019).

Рядом исследований выявлен характер тесного взаимодействия фосфорных и калийных удобрений с величиной азотного потенциала почвы (Кореньков Д.А., 1985). Посредством проведения длительных полевых опытов установлено, что при недостатке в почве фосфора эффективность внесенных азотных удобрений значительно сокращалась (Минеев А.П., 1989; Акулов П.Г. и др., 1994).

Общее количество фосфорных соединений в почве достаточно велико, однако, лишь незначительная их часть может служить для питания сельскохозяйственных культур (Лигум И.А., 1972; Макаров Р.В., 1990 и др.). По данным туров агрохимического обследования и по результатам сплошного агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения почвы зоны проведения исследований отличаются достаточной обеспеченностью подвижным фосфором. Достаточно заметить, что около 70 % пахотных почв имеют повышенную и высокую градации обеспеченности (Акулов П.Г., Азаров В.Б., 2006, Лукин С.В., 2001).

Растения, в том числе сельскохозяйственные культуры, хорошо растут и развиваются лишь при достаточной обеспеченности почвы подвижными фосфатами (Макаров Р.Ф., 1990, Сдобникова О.В., 1995 и др.). Экспериментальными исследованиями установлено, что для сдвига содержания подвижного фосфора на одну единицу необходимо внести до 80

кг/га фосфорных удобрений в пересчёте на действующее вещество (Сдобникова О.В. и др. 1987). Для корректировки системы удобрений применяют поправочные коэффициенты в зависимости от обеспеченности почвы подвижным фосфором (Родионов В.Я. и др., 2013).

Исследованиями В.И. Куракова (1992), О.В. Сдобниковой с соавторами (1987), С.И. Тютюнова (2020) доказана возможность внесения фосфорных удобрений в запас в севообороте, поскольку фосфор минеральных удобрений достаточно медленно переходит в доступные непосредственно растениям формы и слабо мигрирует по почвенному профилю. Данный агроприём послужил причиной некоторого зафосфачивания почв Центрально-Чернозёмной зоны России (Акулов П.Г., Азаров В.Б., 2006, Лукин С.В., 2001).

Научными работами Т.Н. Раскошанской (1980), Р.В. Макарова (1990), В.И. Куракова (1992) установлено, что часть внесенного с удобрениями калия может необменно закрепляться в почве. В.И. Никитишен (1984) в своих трудах доказал, что при недостаточном обеспечении почв азотом возможно интенсивное использование почвенных запасов фосфора и калия с переводом их в подвижные формы.

Условия вегетационного периода в части обеспечения достаточными осадками и оптимальным температурным режимом влияют на эффективность удобрений и доступность растениям питательных веществ. Дефицит влаги в почве ограничивает усвоение фосфора зерновыми культурами в большей степени, нежели азота, из-за чего нарушается нормальное соотношение между этими элементами в растениях, обостряется потребность в фосфорных удобрениях. В условиях достаточного увлажнения, сильнее выражено азотное голодание посевов и возрастает положительное действие азота удобрений (Никитишен В.И., 1984 и др.).

Содержание питательных веществ, находящихся в пахотном горизонте почвы в подвижной форме, изменяется в процессе вегетации культур. Изменчивость в содержании нитратного азота объясняется высокой

подвижностью его в почве, способностью к миграции по профилю почвы и накоплению в нижележащих горизонтах, даже за пределами корнеобитаемого слоя для ряда культур (Кореньков Д.А., 1985; Никитишен В.И., 1984 и др).

Изменению содержания в почве фосфора и калия способствует и агрофизическое состояние почвы (Сдобникова О.В. и др. 1987, Собачкин А.А., Богдевич В.А., 1990). Данные учёные установили, что при прохождении фенофаз сельскохозяйственных культур запасы фосфора и калия в почве закономерно сокращаются.

Длительное и регулярное внесение как минеральных так и органических удобрений, имеют сильное последствие на физико-химические свойства почвы. Исследованиями А.В. Хмоленко (1983) установлено, что минеральные удобрения, даже в незначительных дозах, способствуют поднятию значений гидролитической кислотности. А.И. Троцкий (1980) при проведении опытов на выщелоченном черноземе зафиксировал поднятие уровня Нг на 3 мг-экв/100 г почвы при внесении минеральных удобрений под свёклу.

Использование высоких доз минеральных удобрений в течении двух ротаций, по мнению Л.П. Леплявченко (1988), способствовало увеличению не только гидролитической, но и обменной кислотности в условиях Краснодарского края.

Аналогичные результаты в различных почвенно-климатических условиях получили в своих опытах О.К. Кедров-Зихман (1957), Н.С. Авдониин (1978), И.А. Шильников (1983), В.И. Лазарев и др. (2014), Л.А. Ефимова и др. (2017), Аль Дхухаибави и др. (2019). Увеличение кислотности почв — явление нежелательное с точки зрения формирования полноценного урожая большинства сельскохозяйственных культур.

Удобрительные продукты, используемые в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур по разному воздействуют на изменение кислотности-основных свойств почвы.

Навоз в земледелии всегда занимал особое место. Это ценное удобрение не только содержит необходимые растениям элементы питания, но и является хорошим буфером в плане нейтрализации почвенной кислотности (Лукин С.В. и др., 2006).

Органические удобрения служат не только локомотивом повышения продуктивности культур, но и увеличивают почвенный гумус, повышают биологическую активность и нормализуют агрофизические свойства пахотных земель (Клостер Н.И., Азаров В.Б., Лоткова В.В., 2022).

Земледельцы высоко ценят удобрительные свойства органики, вместе с тем на разных этапах развития производства это отношение было различным. Так, Д.Н. Прянишников (1963) высоко ценил использование навоза, как положительный фактор нормализации плодородия, при котором оптимизируется буферность почв, емкость поглощения, влагоемкость, а также улучшаются физико-химические свойства почвы, увеличивается количество и состав микроорганизмов.

Вместе с тем, В.Р. Вильямс (1948) придавал навозу роль почвоулучшителя и несколько нивелировал его роль как ценный удобрительный продукт.

Г.А. Стулин (1985) в своих работах также выдвигает на первый план значение органических удобрений, как агрохимического мелиоранта не отрицая, однако, и их ценный удобрительный потенциал.

В связи с высокой стоимостью промышленных туков и развитием отрасли животноводства в Белгородской области объемы применения органических удобрений достигли более 11 млн. тонн (Клостер Н.И., Азаров В.Б., Лоткова В.В., 2022).

К.Л. Мамченков (1972) выявил, что оптимальной является органо-минеральная система удобрения.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте удобрений и агропочвоведения (Бодрова Е.М., Озолина З.Д., 1965) анализируя результаты многочисленных опытов, сделали вывод об усилении действия минеральных

удобрений на фоне навоза. Г.Я. Бисовецкий (1964) в своих работах указывает на то, что навоз повышает результативность минеральных удобрений на 15-20 %.

По данным ВНИИСС прибавка урожая сахарной свеклы при совместном внесении навоза и минеральных удобрений на серых лесных почвах, была на 44 %, а на выщелоченном черноземе — на 42 % выше, чем при раздельном применении этих удобрений (Чернецкий А.И., 1969).

В.П. Цюпка (1990) в своих исследованиях придавал большое значение положительному влиянию органических удобрений на развитие микробиологической активности почв. Так, на черноземе выщелоченном, даже совместно с минеральными удобрениями, подстилочный навоз КРС увеличил процент разложения льняного полотна в почве на 20 % в слое 0-20 см.

Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений, навоза и почвы меняются в зависимости от характерных особенностей минерального питания возделываемых культур продолжительности вегетации, вовлечения в биологический круговорот специфических органических соединений, уровня удобренности и величины выноса биогенных элементов, погодных условий (Дзюин Г.П., Дзюин А.Г., 2016; Плотников А.М., Кабдунова Г.С., 2018; Левакшина К.В., Морозова Т.С., 2020; Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н., 2020)

Многие исследователи отмечают, что за последние годы значительно снизилось количество органического вещества в почвах Центрально-Черноземного региона, что обусловлено насыщением севооборотов пропашными культурами, высокими дозами минеральных удобрений (Щербаков А.П., Рудай А.В., 1983; Чуб М.П. и др, 1987; Кураков В.И., 1992; Акулов П.Г., 1992; Азаров В.Б., 2007 и др).

Исследования, проведенные на землях Государственного Центрально-Черноземного заповедника им. В.В. Алехина, выявили, что на целинных черноземах, в слое 0 - 20 см содержится 8,84 %. Г умуса. Однако, на

пахотных почвах, даже высокой спетепи окультуренности с органической системой удобрения, данный показатель в настоящий момент не превышает 5-5,5 % (Володин В.М., и др. 1987).

На естественных фитоценозах создаются условия для положительного баланса органического вещества, положительное влияние растительного сообщества продолжается в течении длительного промежутка времени. Запасы гумуса в почве растут. В агроценозах ситуация как правило меняется ежегодно. Идет минерализация органического вещества почвы (Косенко Т.Г., 2020).

Кормовые агроэкосистемы (природные и сеяные сенокосы, многолетние травы на пашне) вносят существенный вклад агроэкологическое состояние сельскохозяйственных угодий, повышая почвенное плодородие и устойчивость к негативным воздействиям внешних факторов (Косолапов В.М., Трофимов И.Т., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., 2018). Черноземы, в результате длительного использования в пашне показывают достоверное снижение агрофизических и биологических свойств (Королев В.А., 2003)

Сведения об увеличении содержания гумуса под воздействием различных видов органических удобрений присутствуют в работах Г.Е. Мерзлой (1987) В.А. Васильева, Н.В. Филипповой (1988), А.А. Москаленко, М.Н. Агафонова (1989), Т.С. Морозовой, С.Д Лицуков (2019).

Иное мнение у учёных относительно влияние на изменение содержания гумуса в почвы под воздействием минеральных удобрений. Так, П.Л. Сычев и др. (1987) установил, что существенных изменений содержания гумуса в почве от умеренных доз минеральных удобрений не зафиксировано в отличие от абсолютного контроля, где уменьшение количества гумуса в пахотном горизонте достоверно фиксировалось.

Если о положительном значении органических удобрений, как прямого гумусообразователя говорят многие ученые (Масютенко Н.П., 2020), то минеральные удобрения действуют на гумусированность почвы опосредованно, через пожнивно-корневые остатки, как источник

органики. Вновь образованный гумус более лабилен. Л.К. Шевцова (1986) указывает на возрастание миграции гумусовых веществ по профилю почвы.

Влияние различных систем удобрения на запасы гумуса изучаются в контексте механизмов образования специфических веществ органической природы (Масютенко Н.П., 2003). Реакция среды также служит значительным фактором гумусообразования. Интенсивное подкисление почв Центрально-Черноземного региона России, является одной из причин снижения гумуса в черноземах (Масютенко Н.П., 2020).

С.С. Сдобников (1981), Н.М. Шевцов (1990) изучали изменения содержания гумуса в зависимости от способа обработки почвы. Они установили, что коэффициент гумификации навоза при глубокой заделке его ярусным плугом составляет 42-60,2 % вместо 17,8-26,7 % при почвозащитной технологии его внесения в почву, предусматривающей мелкую обработку.

М.Н. Новиков (1994) в своих трудах обращает внимание на значительное влияние чередования культур в севообороте на изменение содержания гумуса в почве. Так, в зернотравяном севообороте коэффициент гумификации приближается к 100, тогда как в паропропашном - не превышает 20.

В ЦЧР наблюдается стойкая тенденция к дегумификации (Щербаков А.П., Васенев И.И., 1996). Ежегодно потери гумуса составляет в ЦЧР более 920 тыс. т, в том числе в Белгородской области — 136 тыс.т (Шатилов И.С. и др, 1990)

1.2. Роль севооборота в повышении эффективности сельскохозяйственного производства

Как отмечает Н.С. Мишина (1989), любой агроценоз при одних и тех же затратах, дает наивысшую продуктивность там, где качество почв, водный

и тепловой режим, условия рельефа, наиболее полно соответствуют биологическим свойствам и требованиям растений.

По мнению академика А.Л. Иванова (2014) сельскохозяйственная деятельность должна вестись с учетом возможностей и выносливости природы в зависимости от почвенно-климатических особенностей региона.

Оборот пласта многолетних трав является одним из лучших предшественником для пропашных культур (Сурков Н.А., Турьянский А.А. и др., 2002), и являясь одним из значимых элементов биологизации земледелия. В севообороте с оптимальной высокой долей сахарной свеклы биологические средства воспроизводства плодородия (навоз) и минеральные удобрения следует не противопоставлять, а рационально сочетать в зависимости от специализации хозяйства (Акименко А.С., Дудкина Т.А., Вавин В.Г., Садыкова Л.И., 2020).

Дренируя почву и накапливая в ней значительное количество легкоминерализуемых растительных остатков, многолетние травы пополняют азотный фон, и стабилизирует гумусовое состояние почвы. По влиянию на продуктивность сахарной свеклы оборот пласта многолетних трав не уступает звену с чистым паром, однако сокращает влагообеспеченность почвы в весенний период и повышает засоренность посевов (Иевлев Н.И., Шестакова А.Г., 1995; Никитин В.В., Соловиченко В.Д., Карабутов А.П., 2015).

С точки зрения биоэнергетических затрат ресурсного потенциала расход энергии органического вещества почвы под пропашными культурами в два раза выше, чем на узкорядных посевах зерновых, рапсовых и зернобобовых, что обусловлено интенсивностью технологических процессов, обилием междурядных обработок почвы, усилением минерализации гумуса (Дудкин И.В., Дудкина Т.А., 2017).

Одним из эффективным приемом биологизации земледелия (включение в биологический круговорот возобновляемых природных ресурсов) является использования в качестве органического удобрения нетоварной части

урожая. Как показали исследования Е.А. Чуян (2020). Соломы по сравнению с навозом (30 т/га) повышает уровень воспроизводства плодородия почвы с 1,49 до 1,88, энергоёмкость продукции с 215 до 443 МДЖ/....., коэффициент энергетической эффективности с 10,1 до 14,5.

1.3. Выбор способа обработки почвы под сахарную свёклу

Обработка почвы является самым энергоёмким агроприемом (Картамышев Н.И., 2003). По этой причине необходимо тщательно подходить к выбору способа обработки для сохранения плодородия пахотных земель (Ревут М.Н., 1968, BrandtR., 1989).

Цель любой обработки- создать оптимальные условия для развития культурных растений и способствовать лучшему усвоению питательных веществ удобрений (Ломакин М.М. и др., 1995).

Как известно, основные полезные микроорганизмы в почве являются аэробами и могут осуществлять свою деятельность только при достаточном обеспечении почвенным воздухом. Для этого необходимо периодическое рыхление (Ломакин М.М., 1995; Картамышев Н.И., 2004).

В теории и практике обработки почвы конкурируют между собой два принципиальных мнения. Первое, обоснованное В.Р. Вильямсом (1951) пропагандирует глубокие отвальные обработки.

Сторонники данной теории апеллируют к необходимости систематического воздействия с оборотом пласта для лучшего развития растений и сохранения плодородия. Бисовецкий Г.Я., еще в 1964 году доказал серией опытов, что только глубокая пахота обеспечит прибавку урожая и рост почвенного плодородия.

Исследования, проведенные Н.И. Иевлевым и А.Г.Шестаковой (1995) свидетельствуют о высокой эффективности отвальной обработки на сахарной.

Второе направление- за минимализацию механического воздействия, вплоть до полного отказа от обработки почвы в севооборотах (Овсянников Ю.А., Гридчин В.Т.,2012).

Минимализация основной обработки почвы повышает количество дождевых червей, играющих важную экологическую роль в процессе гумусообразования, оптимизирует температурный режим пахотного горизонта почвы.

Таким образом, приведенные сведения свидетельствуют о многообразии мнений и точек зрения по актуальным вопросам земледелия и агрохимии, экологического состояния агроценозов при возделывании сахарной свёклы. В этой связи большой научный интерес и практическую значимость приобретают исследования по выявлению оптимальных сочетаний элементов агротехнологии, таких как вид севооборота, способы основной обработки почвы и уровень удобрённости на продуктивность сахарной свёклы и сохранение основных показателей почвенного плодородия.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Метеорологические условия в годы проведения исследований.

По данным метеопоста хутора Гонки Яковлевского района, Белгородской области, метеорологические условия в годы проведения исследований отличались широким разнообразием как относительно температурных режимов, так и количества и периодичности выпадающих осадков.

Согласно данным приложений А-П наблюдались некоторые аномалии, не носящие тем не менее характер принципиальных факторов, лимитирующим получение биологически возможного урожая сахарной свёклы.

По данным таблицы 1, температурный режим за годы проведения исследования не был экстремальным. Отклонения от средних значений по многолетним данным не превышало 1,5 градуса с некоторым разбросом по отдельным месяцам.

Иначе картина наблюдается по количеству выпавших осадков. В этом случае при среднемноголетнем значении 550 мм, в первый год исследований выпало 417 мм осадков, что характеризует вегетационный период как острозасушливый, а в сезоне 2020/2021 год сумма осадков составила 664 мм.

Эти обстоятельства, приведшие в конечном итоге к различному уровню урожайности сахарной свёклы, отражают всё многообразие природных климатических условий для Центрально-Чернозёмного региона, что повышает ценность и достоверность полученных в диссертационной работе экспериментальных данных.

Таблица 1 - Среднемесячная температура за период 2018-2021 гг., °С

<i>Месяц</i>	<i>2018/19год</i>		<i>2019/20 год</i>		<i>2020/21 год</i>		<i>2021/22</i>		<i>Среднее многолет- нее</i>
	<i>За Месяц</i>	<i>Откл. от нормы</i>	<i>За месяц</i>	<i>Откл. от нормы</i>	<i>За месяц</i>	<i>Откл. от нормы</i>	<i>За месяц</i>	<i>Откл. от нормы</i>	
Август	+21,5	+3,6	+19,3	+1,4	+18,5	+0,6	+19,8	+1,9	+17,9
Сентябрь	+13,9	+1,0	+14,8	+1,9	+13,3	+0,4	+14,5	+1,6	+12,9
Октябрь	+6,7	+0,5	+5,8	-0,4	+7,0	+0,8	+7,5	+1,3	+6,2
Ноябрь	+2,0	+1,9	+1,7	+1,8	+1,4	+1,5	+0,4	+0,5	-0,1
Декабрь	-9,4	-3,7	-11,3	-5,6	-2,4	+3,3	-2,8	+2,9	-5,7
Январь	-7,5	+0,1	-6,5	+1,1	-3,9	+3,7	-1,6	+6,0	-7,6
Февраль	+1,0	+8,4	-9,4	-2,0	-4,5	+2,9	-7,0	+0,4	-7,4
Март	+4,4	+6,6	-1,7	+0,5	-1,8	+0,4	-2,6	-0,4	-2,2
Апрель	+9,5	+2,7	+5,6	-1,2	+7,3	+0,5	+9,7	+2,9	+6,8
Май	+15,0	+0,8	+17,9	+3,6	+12,6	-1,6	+16,9	+2,7	1 +4,2
Июнь	+18,3	+0,4	+15,8	-2,1	+15,9	-2,0	+16,8	-1,1	+17,9
Июль	+23,5	+4,1	+20,4	+1,0	+18,9	-0,5	+19,8	+0,4	+19,4
За год	+8,2	+2,2	+6,0	0	+6,8	+0,8	+7,6	+1,6	+6,0

Таблица 2 - Среднемесячное выпадение осадков за период 2018-2022 гг., мм

<i>Месяц</i>	<i>2018/19 год</i>		<i>2019/20 год</i>		<i>2020/21 год</i>		<i>2021/22</i>		<i>Среднее многолет- нее</i>
	<i>За месяц</i>	<i>% к среднемого- летним</i>	<i>За месяц</i>	<i>% к среднемого- летним</i>	<i>За месяц</i>	<i>% к среднемого- летним</i>	<i>За Месяц</i>	<i>% к среднемого- летним</i>	
Август	12,3	22,0	27,5	49,0	57,7	103,0	27,0	55,3	48,8
Сентябрь	29,2	58,0	113,8	224,0	22,0	43,7	52,7	104,5	50,4
Октябрь	26,6	61,0	41,1	93,6	67,0	152,6	21,0	47,8	43,9
Ноябрь	39,4	96,0	33,5	81,0	34,7	95,8	27,9	77,1	36,2
Декабрь	31,6	77,0	10,2	24,0	53,0	123,0	39,6	96,6	41,0
Январь	9,1	24,0	41,2	109,0	50,1	132,2	41,1	108,4	37,9
Февраль	28,8	85,0	19,1	55,9	44,2	130,0	19,4	57,0	34,0
Март	23,6	73,0	25,7	79,6	55,7	172,4	28,1	87,0	32,3
Апрель	26,4	54,0	3,2	6,6	32,8	67,6	16,1	33,2	48,5
Май	62,2	125,0	31,8	64,1	115,3	232,4	54,0	108,8	49,6
Июнь	60,6	96,0	39,5	62,7	25,0	45,2	108,7	196,5	55,3
Июль	67,6	99,0	122,7	179,6	107,0	156,6	92,6	135,5	68,3
За год	417,4	76,4	509,3	93,2	664,5	121,7	528,2	96,7	546,2

2.2. Почвенный покров

Многофакторный стационарный полевой опыт, расположенный на опытном поле в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» расположен в зоне распространения черноземных почв.. Почва опытного участка чернозем типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке, с содержанием гумуса в пахотном слое 5,1-5,6 %, подвижного фосфора 48-57 мг и обменного калия 92-121 мг/кг почвы, рН_{KCl} 5,8-6,4. Черноземы типичные имеют следующее строение почвенного профиля: темная, почти черная окраска с поверхности, мощный почвенный профиль 120-150 см, глубокий гумусовый горизонт 7-90 см, хорошая оструктуренность почвенной массы, слабоуплотненное тонкопористое строение, высокое содержание карбонатных солей, частая перерытость, землероями, кротовинность, почвенный профиль хорошо гумусирован, а горизонты по окраске, структуре и сложению плавно переходят друг в друга.

По механическому составу преобладают легкогинистые и тяжелосуглинистые почвы, содержание гумуса 5-6 %, реакция почвенной среды чаще нейтральная или близка к нейтральной рН 6,0-6,5, высокие суммы поглощенных оснований, в почвенно-поглощающем комплексе преобладает кальций и магний, обеспеченность подвижными соединениями макроэлементов на уровне средней. Черноземы имеют агрономически благоприятные физические свойства- плотность сложения, пористость, структурно-агрегатный состав, водопроницаемость, влагоемкость и др.

2.3. Объект и методика проведения исследований

В опыте изучали два севооборота со следующим чередованием культур: зернопропашной – горох, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, кукуруза на силос и зернотравянопропашной – многолетние травы 1-го

годапользования (эспарцет), многолетние травы 2-го года пользования, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень + многолетние травы(фактор А).

Изучали два способа основной обработки почвы (фактор Б):

- вспашка на глубину 30-32 см плугом ПЛН-5-35;
- минимальная обработка дискатором на глубину 12-14 см.

Таблица 3 – Схема применения удобрений

Насыщенность 1 га севооборотной площади		Удобрения сахарной свеклы	
Зернотравянопропашной севооборот			
Навоз, т	NPК	Навоз, т/га	NPК
-	-	-	-
-	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	-	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀
16	-	80	-
16	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	80	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀
Зернопропашной севооборот			
-	-	-	-
-	N ₁₂₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	-	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀
16	-	80	-
16	N ₁₂₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	80	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀

Изучали уровни удобренности: навозом 0 и 16 т на 1 га севооборотной площади и минеральные удобрения: контроль (без удобрения), N₈₄P₁₂₄K₁₂₄ в зернотравянопропашном севообороте и N₁₂₄P₁₂₄K₁₂₄ в зернопропашном севообороте.

В опыте высевали гибриды сахарной свёклы зарубежной селекции

интенсивного типа, районированные для условий Белгородской области (Приложение Р).

Схема опыта с сахарной свеклой включает варианты с минеральными и органическими удобрениями (фактор В): контроль (без удобрений), $N_{180}P_{180}K_{180}$, навоз 80 т/га, $N_{180}P_{180}K_{180}$ + навоз 80 т/га.

В ходе исследований проведены следующие наблюдения, учеты, анализы согласно общепринятым методикам:

1. Ежедневный учет атмосферных осадков, температуры воздуха, температуры на поверхности почвы в стационарном метеорологическом пункте наблюдений;

2. Агрохимические показатели в пахотном горизонте по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см;

Сумма минерального азота (нитратный ГОСТ 26951-86, аммонийный ГОСТ Р 53219-2008);

Подвижного фосфора (ГОСТ 54650-2011);

Обменного калия (ГОСТ 54650-2011).

3. Физико-химические свойства:

Гидролитическая кислотности почвы- Нг (Минеев, 2001);

Обменная кислотность pH_{KCl} (Минеев, 2001).

4. Гумусовое состояние почвы:

Валовый гумус по методу Тюрина.

5. Общая биологическая активность почвы методом аппликации (Мишустин, Вострова, Петрова, 1991):

Хлопчатобумажной тканью;

Льняное полотно;

По методу Университета Утрехта (Голландия);

Учет численности сапрофитных организмов в горизонтах почвы 0-10, 10-20, 20-30 см (Звягинцев, 1991). Аппликационным материалом со 100% содержанием целлюлозы:

6. Урожайность и качество сахарной свеклы.

Таблица 4– План размещения полевого многофакторного опыта

Севообороты

Зетротравянопропашной

Зернопропашной

Способы обработки почвы

минимальная

вспашка

минимальная

Вспашка

Удобрения

без удобрений

без удобрений

без удобрений

без удобрений

N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀

N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀

N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀

N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀

Навоз 80 т/га

Навоз 80 т/га

Навоз 80 т/га

Навоз 80 т/га

N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ +

N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ +

N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ +

N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ +

навоз 80 т/га

навоз 80 т/га

навоз 80 т/га

навоз 80 т/га

ГЛАВА 3. ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗУЧАЕМЫХ ФАКТОРОВ

3.1. Влияние агротехнических приемов на плотность почвы при возделывании сахарной свёклы

При возделывании сельскохозяйственных, а особенно, пропашных культур, необходимо регулировать агрофизические свойства эксплуатируемых почв посредством элементов агротехнологии, призванных удерживать данный показатель в пределах оптимально возможных величин.

Для сахарной свеклы на этапе созревания корнеплодов и увеличения их объема фактор разуплотнения корнеплодообитаемого слоя почвы носит принципиальный характер. При излишней слитизации почвы возможно сдавливание, искривление корнеплода и его удлинение в нижние слои почвы, что крайне нежелательно при механической уборке ввиду возможных потерь урожая.

Как показали результаты исследования показателей плотности почвы под посевами сахарной свёклы на опыте, выполненные в третьей декаде июня, данная величина прямо зависит от типа севооборота, способа обработки почвы и уровня удобренности. На контроле без использования удобрений лимитирующим фактором для создания благоприятных агрофизических свойств почвы выступает глубина и способ основной обработки почвы под культуру. Если, при глубокой отвальной обработке по слоям пахотного горизонта почвы происходит четкая дифференциация с лучшими показателями в нижних слоях, то при мелкой обработке происходит обратная зависимость- наблюдается статистически доказанное уплотнение слоя почвы 20-30 см с величинами, выходящими за пределы оптимальных значений- 1,22-1,23г/ см³ (Таблица 5).

Вид используемых в агротехнологии возделывания сахарной свёклы удобрений является также важным фактором влияния на изменение показателей плотности почвы.

Таблица 5 – Плотность почвы под посевами сахарной свёклы в зависимости от агроприемов г/ см³.

Средние данные за 2019-2021 гг.

Вариант	Слои почвы	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимальная	Вспашка	Минимальная
Без удобрений	0-10	1,21	1,17	1,19	1,12
	10-20	1,17	1,18	1,20	1,16
	20-30	1,28	1,23	1,31	1,22
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	1,22	1,16	1,19	1,19
	10-20	1,20	1,18	1,15	1,16
	20-30	1,26	1,24	1,25	1,26
80 т/га навоза	0-10	1,13	1,15	1,12	1,16
	10-20	1,12	1,14	1,13	1,13
	20-30	1,17	1,16	1,14	1,15
80 т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	1,15	1,14	1,12	1,15
	10-20	1,16	1,15	1,15	1,14
	20-30	1,13	1,19	1,12	1,20
НСР ₀₅ (обработка А)		0,12	0,17	0,12	0,17
НСР ₀₅ (удобрения Б)		0,22		0,19	

При использовании минеральных удобрений отмечаются аналогичные закономерности, как при неудобренных вариантах с некоторым изменением абсолютных величин. Так, в зернопропашном севообороте в нижнем слое зафиксированы показатели плотности на уровне 1,24-1,26г/ см³, что служит тормозящим фактором для получения потенциальной продуктивности культуры.

Иная картина складывается при применении в качестве удобрительного продукта полуперепревшего навоза крупного рогатого скота. В этом случае даже в нижних слоях почвы величины плотности пахотной почвы не превышает градации оптимальных величин- 1,14-1,17г/ см³, что отвечает биологическим потребностям сахарной свёклы.

На наш взгляд, оптимальным вариантом по созданию благоприятных величин плотности почвы может служить совместное внесение органических и минеральных удобрений. Изучаемые дозы 80 т/га навоза и в дозе N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ минеральных удобрений используются многими агрохолдингами и самостоятельными финансово независимыми хозяйствами в качестве основы при возделывании сахарной свеклы с колебаниями по количеству промышленных туков и вида органических удобрений. В нашем опыте значение плотности почвы на органо-минеральном фоне удобренности несколько колеблется по способам обработки почвы, сохраняя зафиксированные выше закономерности.

В целом, черноземы региона показывают приемлемые значения плотности, что при условии высокой культуры земледелия и выполнения всех агротехнологических приемов в оптимальные сроки, служит значимым фактором получения стабильных высоких урожаев такой ценной для региона технической культуры, как сахарная свекла.

3.2. Роль агрохимических приемов в стабилизации структурного состояния чернозема

Одной из основных характеристик любой почвы, вовлеченной в сельскохозяйственный оборот, является её способность сохранять в процессе вегетации культурных растений оптимальное структурное состояние, выражающееся в отношении агрономически ценных почвенных агрегатов к глыбистой и пылевой фракциям. Данный показатель определяется коэффициентом структурности и показывает степень устойчивости почвенного профиля к воздействиям антропогенного характера при возделывании культур в экспериментальных севооборотах. Мы в своих исследованиях проанализировали данный показатель в период вегетации сахарной свеклы при различных условиях её возделывания.

Как свидетельствуют данные таблицы 6, коэффициент структурности по слоям почвы на контрольном варианте без внесения удобрений при глубокой отвальной обработке почвы имел более высокие значения в середине пахотного горизонта в слое 10-20 см и составил 3,6 единицы. С углублением профиля данная величина имела тенденцию к снижению, хотя и не на критическую величину. В этих условиях зафиксированное значение коэффициента структурности составило 3,4. В верхнем слое до 10 см отмечается снижение структурированности почвы до величин 2,5-2,8 с лучшими значениями в севообороте с многолетними травами.

При условии использования в агротехнологии сахарной свеклы минеральной системы удобрения значения величины коэффициента структурности не претерпевают существенных изменений по сравнению с вариантом абсолютного контроля вне зависимости от вида севооборота и способа основной обработки почвы (Таблица 6).

Таблица 6– Коэффициент структурности почвыпод посевами сахарной свёклы в зависимости от агроприемов (ед.).

Средние данные за 2019-2021 гг.

Вариант	Слои почвы	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимальная	Вспашка	Минимальная
Без удобрений	0-10	2,8	2,6	2,5	2,5
	10-20	3,6	3,5	3,4	3,3
	20-30	3,4	3,1	2,9	2,7
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	2,9	2,8	2,6	2,7
	10-20	3,3	3,5	3,4	3,4
	20-30	3,5	3,2	2,9	3,1
80 т/га навоза	0-10	4,2	3,8	4,0	3,8
	10-20	5,2	5,6	5,1	4,9
	20-30	5,4	4,8	5,5	5,1
80 т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	4,4	4,0	4,2	4,0
	10-20	5,2	5,5	5,0	4,6
	20-30	4,9	4,7	5,2	5,0
НСР ₀₅ (обработка А)		0,15	0,17	0,13	0,12
НСР ₀₅ (удобрения Б)		0,22		0,19	

Иная картина складывается при введении в технологию возделывания сахарной свёклы органических удобрений в виде полуперепревшего навоза крупного рогатого скота. 80 т/га этого удобрительного продукта позволили значительно улучшить такой агрофизический показатель, как коэффициент

структурности почвы. В этом случае наблюдается значительное улучшение структурности даже в верхнем слое пахотного горизонта почвы до величин 3,8-4,2 с преимуществом глубокой отвальной обработки почвы и почти при равной эффективности типов севооборотов. С увеличением глубины коэффициент структурности заметно улучшается, достигая значений 5,2-5,6 в зерноотравнопропашном севообороте и 4,9-5,1 в зернопропашном севообороте. В нижнем слое пахотного горизонта почвы, 20-30 см данная тенденция сохраняется при некотором выравнивании значений по изучаемым севооборотам. По видимому, данное обстоятельство можно объяснить разрыхляющей ролью навоза при интенсивном перемешивании почвы с большой массой органического вещества, имеющей в своём составе солоmistую фракцию с плотностью, не превышающей $1\text{г}/\text{см}^3$.

Такой агрохимический приём, как совместное внесение органических и минеральных удобрений позволил добиться некоторой стабилизации структурного состояния чернозёма. Значения коэффициента структурности несколько уступали варианту с внесением одной органики, однако, оставались на достаточно высоком уровне 4,0-5,5 единиц с сохранением тенденции лучшей структурированности в средней части пахотного горизонта возделываемой почвы.

Обобщая анализ изменений структурного состояния чернозёма под влиянием дифференциации системы удобрения сахарной свёклы, возделываемой в различных севооборотах, можно сделать вывод об общем благоприятном положении пахотных почв по этому показателю. При анализе структурных отдельностей обращает на себя внимание факт незначительного количества глыбистой фракции. Почти вся часть почвы, не входящая в агрономически ценный агрегатный ассортимент, представлена пылеватой фракцией, которая, хотя и не учитывается при расчёте коэффициента структурности, однако, служит весомым обстоятельством в повышении роли почвенных коллоидов, увеличению поглотительной способности почвы за счёт значительного увеличения площади поверхности почвенных агрегатов.

3.3. Запасы продуктивной влаги в почве и водопотребление сахарной свёклы под влиянием элементов агротехнологии

Главным поставщиком жизненно необходимой как сельскохозяйственным культурам, так и микроорганизмам и другим представителям живого мира, влаги является почва. Трудно переоценить роль воды в жизни всего живого на Земле. Её роль огромна и многогранна. Насыщенные влагой почвы обеспечивают растениям беспрепятственное поступление растворенных питательных веществ, при участии воды происходят все биохимические процессы, осуществляется дыхание растений, развитие микроорганизмов, происходит фотосинтез. Таким образом, для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур непременным условием является оптимальное обеспечение почвы влагой, особенно в критический период потребления питательных веществ. Сахарная свёкла предъявляет высокие требования к наличию влаги в почве, особенно в первые фазы вегетации. Вместе с тем, за счёт развитой, глубоко проникающей корневой системы, эта культура отличается хорошей засухоустойчивостью. Отличительной особенностью сахарной свёклы вместе с тем является её способность эффективно использовать влагу выпадающих во второй половине лета осадков для формирования массы корнеплода.

Исходя из вышесказанного, мы своих исследованиях определяли запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в два срока в течении вегетации сахарной свёклы - сразу после посева и перед уборкой для более эффективного анализа влияния изучаемых факторов на этот важный агрофизический показатель.

Обобщив полученный экспериментальный материал, мы можем констатировать, что запасы продуктивной влаги в почве весной находились на уровне 135-148 мм на варианте без внесения удобрений и от 145 до 170 мм на удобренных вариантах (Таблица 7).

Таблица 7– Запасы продуктивной влаги в почве под посевами сахарной свёклы в зависимости от элементов агротехнологии (мм).

Средние данные за 2019-2021 гг.

Вариант	Зернотравянопропашной севооборот				Зернопропашной севооборот			
	Вспашка		Минимальная обработка		Вспашка		Минимальная обработка	
	посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
Без удобрений	143	35	145	39	140	37	139	36
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	156	43	145	49	155	40	137	48
80 т/га навоза	170	49	156	56	166	42	160	51
80 т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	168	55	160	59	162	47	159	54
НСР ₀₅ (А)	5,2	4,9	4,6	4,6	-	-	-	-
НСР ₀₅ (Б)	9,9		8,7		-		-	

Между обработками почвы мы можем констатировать отсутствие различия при абсолютном контроле даже в пределах одного севооборота. С внесением удобрений ситуация несколько меняется. При внесении минеральных удобрений в дозе N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы значительно повышались до величин 155-156 мм при вспашке и 137-145 мм при минимальной обработке почвы. Почва, удобренная с осени минеральными удобрениями, задерживала большее количество влаги по сравнению с контролем, а глубокая отвальная обработка

способствовала лучшему проникновению влаги в нижние слои почвы, учитываемых при анализе. Данная тенденция сохраняется и при введении в агротехнологию возделывания сахарной свёклы навоза как в отдельно, так и при совместном применении с минеральными. На этих делянках начальное количество влаги почве составило 160-170 мм, что, безусловно, создаёт предпосылки для полноценного развития растений сахарной свёклы на ранних этапах вегетации.

По видам севооборота не обнаружено существенного различия в начальных запасах влаги по причине, вероятнее всего, одинакового предшественника для сахарной свёклы в обоих севооборотах, коим являлась озимая пшеница. Этот факт создал примерно равные условия влагонакопления при видимом отсутствии ярко выраженной дифференциации абсолютных значений по данному показателю.

Показатель влагообеспеченности почвы на завершающем этапе онтогенеза служит фактором интенсивности усвоения воды растениями, а также степенью удержания влаги в почвенном слое в зависимости от изучаемых в опыте факторов.

Результаты исследования данного показателя выявили характерные закономерности по запасам продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уборкой в зависимости от уровняудобрённости и, особенно, от способа основной обработки почвы.

Так, при отсутствии фактора удобрённости, запасы влаги в почве осенью составили примерно равную величину вне зависимости от факторов опыта- 35-39 мм.

При внесении минеральных удобрёний отчётливо проявляется положительная роль во влагоудержании минимализации обработки почвы по сравнению со вспашкой. Различия по севооборотам между минимальной обработкой почвы и вспашкой составили 6-8 мм, что превышает наименьшую существенную разницу по фактору, а стало быть, достоверны.

При органо-минеральной и, особенно, при органической системе удобрения сахарной свёклы данная тенденция сохраняется при увеличении значений в абсолютном выражении.

Данное обстоятельство, на наш взгляд, необходимо объяснить меньшей порозностью почвы в верхних горизонтах почвенного слоя при минимальной обработке и, соответственно, ограниченной возможностью интенсивного испарения почвенной влаги в атмосферу. При глубокой вспашке, напротив, рыхлый верхний слой слабо удерживает влагу, лучше прогревается на большую глубину и провоцирует непродуктивное расходование почвенной влаги.

В таблице 8 нами представлены данные по влиянию видов севооборотов, способов основной обработки почвы и применения навоза и минеральных удобрений суммарное водопотребление за период вегетации и на коэффициент водопотребления сахарной свёклы, показывающий количество воды на формирование единицы товарной продукции.

Общие значения суммарного водопотребления растениями сахарной свёклы показывают, что эта величина находится в пределах 3900-4700 м³/га, что говорит об интенсивном метаболизме этой культуры, расходующей в процессе жизнедеятельности значительное количество влаги на формирование вегетативных и генеративных органов (Таблица 8).

Данный показатель по данным наших исследований во многом зависит как от вида севооборота, так и от способа обработки почвы и уровня удобрённости.

Минимальное количество влаги расходуется на контроле без использования удобрений и выражается величиной 3865-4058 м³/га, что объясняется невысокими показателями урожайности корнеплодов на этих вариантах. Большие значения водопотребления на неудобрённых делянках отмечены при вспашке.

Таблица 8– Водопотребление сахарной свёклы в зависимости от элементов агротехнологии.

Средние данные за 2019-2021 гг.

Вариант	Суммарное водопотребление, м ³ /га				Коэффициент водопотребления, м ³ /т			
	ЗТП* севооборот		ЗП севооборот		ЗТП* севооборот		ЗП севооборот	
	В**	М	В**	М	В**	М	В**	М
Без удобрений	3980	3865	4058	3896	157	195	183	220
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	4292	3904	4470	4117	87	76	93	83
80 т/га навоза	4512	4255	4722	4399	116	101	119	107
80 т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	4006	3811	4117	4045	75	67	79	76
НСР ₀₅ (А)	156	149	162	153	-	-	-	-
НСР ₀₅ (Б)	182		201		-		-	

*- ЗТП – зернотравянопропашной севооборот; ЗП – зернопропашной севооборот.

**- В – вспашка; М – минимальная обработка почвы

При условии внесения минеральных удобрений суммарное водопотребление на единицу площади значительно возрастает, доходя до 4470 м³/га при глубоком отвальном способе обработки почвы. Уменьшение глубины воздействия на почву способствовало более экономному расходованию почвенной влаги.

Следует отметить, что по всем вариантам удобренности и способам обработки почвы суммарное водопотребление больше на 200-300 м³/га в зернопропашном севообороте по сравнению с зернотравянопропашным.

Навоз способствовал дополнительному расходованию влаги на формирование урожая сахарной свёклы до значительных величин на уровне 4500-4700 м³/га при отвальной обработке.

Оптимальным вариантам с точки зрения влагосбережения является совместное внесение навоза и минеральных удобрений. В этом случае даже при значительно возросшей продуктивности сахарной свёклы суммарное водопотребление оставалось на уровне контрольного удобренного варианта.

Анализируя полученные данные по коэффициенту водопотребления можно сделать вывод о том, что на формирование одной тонны корнеплодов сахарной свёклы расходуется различное количество влаги. Так, наибольших значений этот индекс достигает на контрольных вариантах. При технологиях возделывания сахарной свёклы без применения удобрений коэффициент водопотребления составляет 157-183 м³/т при вспашке и 195-220 м³/т при минимальном способе обработки почвы. Эти цифры свидетельствуют о крайне нерациональном использовании влаги при экстенсивном способе хозяйствования.

Минеральные удобрения в дозе N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ снизили коэффициент водопотребления по вспашке в 2 раза, а по минимальной обработке более, чем в 2,5 раза, доведя его до величин 76-93 м³/т.

Внесение 80 т/га навоза потребовало дополнительного обеспечения влагой почвы при коэффициенте водопотребления более 100 м³/т с сохранением вышеописанных тенденций.

Органо-минеральная система удобрения сахарной свёклы показала наиболее рациональное использование влаги на формирование урожая, показав величины коэффициента водопотребления 67-79 м³/т. В данном случае зафиксированные значения находятся на уровне минеральной

системы удобрения со снижением анализируемого значения на 7-14 м³/т в зависимости от изучаемых факторов.

Полученный экспериментальный материал убедительно доказал существенную зависимость рационального водопотребления в посевах сахарной свеклы от таких элементов агротехнологии, как внесение минеральных удобрений и навоза в сочетании с энергосберегающим поверхностным способом обработки почвы.

ГЛАВА 4. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

4.1. Гидролитическая кислотность

Эта форма кислотности обусловлена наличием ионов водорода в почвенно-поглощающем комплексе, а так же взаимодействием почвы с растворами солей и оснований.

Данные по гидролитической кислотности являются основным критерием для расчета доз мелиоранта при известковании кислых почв.

Установлено (Кореньков Д.А., Шильников И.А. и др., 1980), что черноземные почвы в зерносвекловичных севооборотах подлежат известкованию при гидролитической кислотности свыше 1,8 мг-экв./100 г почвы.

Основной причиной повышения кислотности в почвенном растворе служит создание условий для возникновения отрицательного баланса кальция в ППК. Установлено, что в агроценозе расходная часть его баланса всегда превалирует над приходной статьей. Значительное количество кальция мигрирует по почвенному профилю вместе с нисходящими и восходящими потоками влаги. В связи с этим отмечена сезонная динамика изменения гидролитической кислотности почв и её взаимосвязь с влагообеспеченностью вегетационного периода по годам наблюдений.

В таблице 9 представлены результаты агрохимических анализов по определению гидролитической кислотности с использованием метода Капшена.

Таблица 9 – Гидролитическая кислотность почвы (Нг) в зависимости от агроприемов (мг-экв./100 г почвы)

Средние данные 2019-2021 гг. (вторая половина мая).

Варианты	Слои почвы, см	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимальная	Вспашка	Минимальная
Без удобрений	0-10	3,82	4,42	3,82	4,05
	10-20	3,82	4,14	3,96	3,96
	20-30	3,48	2,74	4,23	3,96
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	5,14	5,85	5,14	5,69
	10-20	5,25	5,85	4,92	5,69
	20-30	5,25	5,98	4,92	5,03
80 т/га навоза	0-10	3,40	4,05	4,14	4,23
	10-20	3,26	4,42	4,42	4,05
	20-30	2,68	4,23	3,63	3,33
80 т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	4,61	5,25	5,25	5,03
	10-20	4,82	5,73	5,03	4,23
	20-30	5,03	5,03	4,71	4,05
НСП ₀₅ (А)		0,51	0,68	0,49	0,59
НСП ₀₅ (Б)		0,74		0,62	

В многофакторном полевом опыте на варианте без удобрений как зернотравянопропашном, так и зернопропашном севооборотах показатели гидролитической кислотности по слоям 0-10 и 10-20 см имели практически

одинаковые значения при равнозначном воздействии на почву обрабатывающими агрегатами.

Минеральная система удобрений показали свою способность за счет внесения высоких доз удобрений повысить, в частности в слое 0-10 см гидролитическую кислотность в зернотравянопропашном севообороте (5,14-5,25 мг-экв./100 г почвы) и в зернопропашном до (5,14-5,69 мг-экв./100 г почвы), при этом высокие значения этого показателя отмечены на вариантах при минимальной обработке почвы.

Результаты агрохимического анализа почвы на вариантах органической системы удобрений (ОСУ) подтвердили мнение о том, что навоз является азотно-калийным удобрением, в котором азот представлен в основном в амидной и аммонийной форме, а катион калия, по сути, подщелачивает реакцию почвенного раствора. Именно на вариантах с внесением навоза отмечена самое низкое значение гидролитической кислотности в нижнем слое почвы 2,68 мг-экв./100 г почвы.

На органоминеральной системе (ОСУ) удобрений прослеживается позитивная роль навоза в сглаживании негативного влияния высокой концентрации химических соединений на кислотно-основной баланс чернозема. Подтверждением этого вывода могут служить данные по гидролитической кислотности на этих вариантах. Так, при минеральной системе удобрений (МСУ) по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см гидролитическая кислотность почвы в зернотравянопропашном севообороте составила 5,14, 5,25 и 5,25 мг-экв./100 г почвы на вспашке и 5,85; 5,85 и 5,98 мг-экв./100 г почвы при минимальной обработке почвы, при органоминеральной системе 4,61, 4,82; 5,03 мг-экв./100 г почвы и 5,25, 5,73; 5,03 мг-экв./100 г почвы (Таблица 9). В зернопропашном севообороте полученная разница Нг по варианта МСУ и ОМСУ еще более разительная, особенно при минимальной обработке почв: 5,69, 5,69 и 5,03 мг-экв./100 г почвы, при МСУ 5,03, 4,23 и 4,05 мг-экв./100 г почвы при ОСУ.

4.2 Обменная кислотность (pH_{KCl})

Выявление актуальной кислотности почвенного раствора необходимо для определения воздействия на физико-химические свойства почвы, климатических условий, разных форм, доз и соотношений удобрений, чередование культур в севооборотах, различных видов обработки почвы и других агротехнических приемов.

Величина pH выражается в номинале отрицательного логарифма иона водорода, который в нейтральной среде равен 6-7 единиц в зависимости от степени насыщенности ППК катионов кальция и магния.

В таблице 10 представлены данные по актуальной кислотности почвы на изучаемых объектах исследований.

В многофакторном полевом опыте на вариантах без внесения удобрений и по слоям почвы реакция почвенного раствора находилась в близкой к нейтральной и нейтральной градации 5,94-6,26 единиц, что свидетельствует об отсутствии влияния видов севооборота и способов основной обработок почвы на показатель её обменной кислотности.

Таблица 10 – Обменная кислотность почвы в зависимости от интенсивности её использования (единиц pH).

Вариант	Слои почвы	Зернотравянопропашно й севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимальная	Вспашка	Минимальная
Без удобрений	0-10	6,07	5,97	6,03	6,01
	10-20	6,01	5,94	6,03	6,00
	20-30	6,13	6,26	6,01	6,04
$N_{180}P_{180}K_{180}$	0-10	5,73	5,62	5,71	5,44

80 т/Га навоза	10-20	5,72	5,54	5,75	5,50
	20-30	5,72	5,69	5,87	5,87
	0-10	6,30	6,05	6,01	6,03
	10-20	6,32	6,20	6,01	6,20
80 т/Га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	20-30	6,36	5,92	6,19	6,14
	0-10	5,79	5,83	5,84	5,80
	10-20	5,78	5,67	5,84	5,68
	20-30	5,82	5,87	5,87	5,91
НСП ₀₅ (А)		0,26	0,38	0,29	0,40
НСП ₀₅ (Б)		0,34		0,24	

Применение органоминеральной системы удобрения вне зависимости от вида севооборотов и способов основной обработки почвы обеспечило создание оптимальной для растений сахарной свеклы слабокислой реакции почвенного раствора 5,67-5,91 единиц.

4.3. Ёмкость поглощения основаниями почвенно-поглощающего комплекса чернозема типичного при различных агроприемах в технологиях возделывания сахарной свеклы

В почвенно-поглощающем комплексе чернозема преобладающими составляющими являются катионы кальция и магния. Совокупность всех катионов коллоидной фракции почвы составляет ёмкость поглощения, служащей важным показателем способности почвы нивелировать значение негативных факторов, прежде всего, избыточной кислотности и характеризующей уровень буферности почв.

В естественных условиях почвенного биогеоценоза ёмкость поглощения является достаточно консервативным показателем и зависит, в основном, от подтипа почвы. На полях, где возделываются сельскохозяйственные культуры по интенсивной технологии, с широким применением минеральных и органических удобрений и многократными проходами почвообрабатывающей техники, данный показатель почвенного плодородия может претерпевать значительные изменения в зависимости технологии возделывания и вида культуры.

Как показали результаты исследований, в посевах сахарной свёклы ёмкость катионного обмена почвы находилась на высоком естественном уровне. В этом, несомненно, заслуга уровня потенциального плодородия чернозёма типичного, основного типа почв региона, широко используемого для сельскохозяйственной деятельности (Таблица 11).

Зависимость общего количества катионов в коллоидной фракции почвы от вида, доз и сочетаний удобрительных компонентов прослеживается более чётко по сравнению с влиянием на эту величину чередования сельскохозяйственных культур в севообороте.

Также на этот показатель физико-химических свойств почвы оказала значительное влияние обработка почвы, главным образом относительно глубины воздействия почвообрабатывающих агрегатов.

Как показали результаты исследования зависимости ёмкости катионного обмена от изучаемых факторов, на контроле без применения удобрений величина его составила 35,5-41,4 мг-экв./100 г почвы, что может свидетельствовать о значительном влиянии коллоидной фракции почвы на потенциальные запасы элементов питания в почве даже без внесения дополнительных доз удобрений. Отмечается практически равное значение ЁКО по слоям пахотного горизонта почвы при условии глубокой отвальной обработки. И, напротив, при снижении механического воздействия наблюдается чёткая дифференциация пахотного горизонта по содержанию почвенных коллоидов. В этом случае разница между величиной ёмкости

катионного обмена в верхних слоях по сравнению со слоем 20-30 см составила достоверную величину 4,7-5,4 мг-экв./100 г почвы не в пользу последнего (Таблица 11).

Таблица 11 – Ёмкость катионного обмена почв в зависимости от технологии возделывания сахарной свёклы (мг-экв./100 г почвы).

Вариант	Слои почвы	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимал.	Вспашка	Минимал.
Без удобрений	0-10	38,6	42,4	36,8	40,2
	10-20	41,4	40,5	39,0	41,2
	20-30	39,9	37,0	36,1	35,5
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	44,8	46,3	40,4	46,0
	10-20	47,2	45,1	42,5	42,3
	20-30	48,0	36,2	43,4	35,4
80 т/га навоза	0-10	39,4	40,4	40,4	40,0
	10-20	39,5	45,5	39,9	4,5
	20-30	40,0	34,6	41,1	35,1
80 т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	45,0	44,1	42,7	45,5
	10-20	44,3	46,6	41,6	43,7
	20-30	40,1	40,2	42,3	38,4
НСР ₀₅ (А)		0,8	1,3	1,1	1,4
НСР ₀₅ (Б)			1,5		1,7

Введение в технологию возделывания сахарной свёклы минеральных удобрений позволило увеличить ёмкость поглощения почвы на 3-4 мг-экв.

Однако, тенденции, описанные выше, сохранились с ещё более контрастными значениями.

Обращает на себя внимание факт незначительного воздействия органических удобрений на изменение показателей ёмкости катионного обмена. Значения, полученные на делянках с органической системой удобрения практически идентичных таковым на абсолютном контроле, а органо-минеральная система удобрения была равнозначна применению одних минеральных туков. Объяснения этому обстоятельству следует искать в ограниченных количествах элементов, способных обменно-поглощаться коллоидной фракцией почвы в составе полуперепревшего навоза КРС, а также их невысокой подвижностью и относительно медленной минерализаций. Кальций, магний, калий, находящиеся в составе органических соединений навоза, проходят целый цикл химических трансформаций прежде чем диссоциировать на ионы из простых неорганических соединений.

Степень насыщенности почвенно-поглощающего комплекса основаниями, представляя собой отношение суммы поглощенных оснований к ёмкости катионного обмена, характеризует исследуемую почву, прежде всего, по степени буферности и способности обеспечивать условия для формирования потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур. В нашем опыте степень насыщенности основаниями колебалась в пределах 85-90 %, что характеризует чернозём типичный как высокобуферную почву в целом.

Вместе с тем, необходимо отметить, что минеральная система удобрения сахарной свёклы, применяемая на протяжении длительного времени в севообороте способна сдвигать значение насыщенности основаниями в сторону уменьшения. Данная тенденция требует пристального внимания и всестороннего изучения для принятия оперативных мер по купированию возможных негативных последствий.

В качестве нивелирующего действия можно порекомендовать оставления всей массы нетоварной части урожая на поле, широкое внедрение пожнивных и поукосных сидеральных культур, а также проведения постоянного мониторинга показателей физико-химических свойств пахотных земель, как одной из основ получения высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур при одновременном сохранении и воспроизводстве их плодородия.

ГЛАВА 5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

5.1. Биологическая активность почвы по степени разложению хлопчатобумажной ткани

Биологическая активность почвы под опушкой леса на протяжении всего периода наблюдений (120 дней) была крайне низкой, особенно в верхнем слое (0-10 см) почвы после 30 и 60 дней экспозиции хлопчатобумажная ткань оставалась в прежнем виде, что и перед закладкой (Таблица 11). После 90 дней экспозиции разложение ткани составило всего 2,4 %, через 120 дней 5,8 %. Это очень малые отклонения, находящиеся в пределах ошибки опыта. С глубиной активность почвенной микрофлоры повышалась, но в столь же мизерных величинах и через 120 дней экспозиции в слое 20-30 см она составила 12,4 %. Произошло подобное по причине жаркой, сухой погоды за все время наблюдений.

На участке производственного посева свои коррективы в показатели биологической активности почвы внесла промежуточная сидеральная культура. В слое почвы 20-30 см степень разложения хлопчатобумажной ткани составила всего 1,9 %. Скорее всего микроорганизмы для своего благоприятного роста и развития испытывали недостаток азота в условия обитания свежего органического вещества, поступившего в почву с сидератами. На регулирование азотного режима почвы при применении сидератов и использования нетоварной части урожая культур в качестве удобрений указывали в своих работах Рымарь В.Т. (2006), Лобков В.Т. (2015) и другие.

Таблица 12- Биологическая активность почвы по степени разложения хлопчатобумажной ткани на объектах землепользования

Уровень удобренности	Слой почвы	Сроки экспозиции			
		30	60	90	120
Естественный фитоценоз	0-10	0	0	2,4	5,8
	10-20	0,4	0,6	3,8	8,8
	20-30	0,9	1,1	5,0	12,4
Сахарная свекла 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-10	8,6	34,0	44,3	71,2
	10-20	8,0	35,4	49,2	77,6
	20-30	1,9	28,7	61,0	89,4

Рассматривая динамику биологической активности почвы на целине следует отметить, что в верхнем слое микроорганизмы по истечении двух сроков экспозиции не проявили признаков жизнедеятельности. Хлопчатобумажная ткань не подверглась разложению (Таблица 12) на третий срок выемки образцов ткани через 90 дней пребывания их в почве разложилась только 2,4 % от её первоначального веса, через 120 дней активность почвы возросла в 2,4 раза. В горизонте почвы 10-20 см после 30 дней экспозиции активность микрофлоры выразилась в разложении всего лишь 0,4 % веса заложенной хлопчатобумажной ткани, через 60 дней она возросла в полтора раза, на 90 дней в 6,3 раза и на 120 дней в 2,3 раза. В слое почвы 20-30 см начальный показатель биологической активности почвы составила 0,9 %, на 60 дней экспозиции возросла в 1,2 раза, через 90 дней в 4,5 раза и на 120 день в 2,5 раза. Повышению активности почвы между вторыми и третьими сроками экспозиции объясняется скорее всего

выпавшими осадками в июле в количестве, которая составила по годам наблюдений 52-78 % от многолетней месячной нормы.

На производственном участке динамика биологической активности почвы несколько иная. При начальных её показателях в слое почвы 0-10, 10-20, 20-30 см 8,6, 8,0, и 1,9 %, они увеличились ко второму сроку экспозиции в 3,9, 4,4 в 15,1 раза. Следовательно, к этому времени проблема с дефицитом азота для микроорганизмов была решена за счет его почвенных запасов. Через 90 дней экспозиции биологическая активность почвы увеличилась в 1,3, 1,4 и в 2 раза а через 120 дней стабильный её рост в 1,5-1,6 раза отмечен по всему профилю пахотного горизонта.

На многофакторном полевом опыте в зернотравянопропашном севообороте биологическая активность почвы, определенная по степени разложению хлопчатобумажной ткани, изучалась на фоне вспашки и минимальной обработки почвы по вариантам удобрённости (Таблица 13).

Как показали результаты исследования на вспашке через 30 дней экспозиции наименьшая биологическая активность почвы отмечена на контрольном варианте без применения удобрений (7,7-8,6 %), затем ОСУ (10,1-13,1 %), МСУ (11,7-13,8 %) и максимальный показатель по ОМСУ (16,0-17,0 %). Подобная взаимосвязь по вариантам опыта сохранялась во второй и третий срок экспозиции хлопчатобумажной ткани, но через 120 дней пребывания в почве интенсивность разложения ткани на ОСУ повысилась и биологическая активность почвы оказалась выше, по сравнению с МСУ.

К концу эксперимента активность почвы составила на контроле 59,6; 56,5 и 56,8 % горизонтах почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см, при МСУ 80,7; 77,9; 78 %, ОСУ 84,5; 79,7; 82 %, ОМСУ 88,0; 89,3; 92,4 %. В целом вегетационный период применение вспашки способствует равномерному перемешиванию пахотного слоя почвы в результате чего биологическая активность почвы оставалась практически равнозначной по слоям.

Анализ динамики биологической активности почвы в зернотравяном севообороте на вспашке показывает её существенные возрастания через 60 дней экспозиции. На контроле активность микрофлоры по слоям почвы повысилась в 2,1-2,3 раза, при МСУ в 2,3-2,5 раз, ОСУ в 2,1-2,3раза и ОМСУ 1,9-2,2 раза с возрастанием показателей по глубине почвы. В третий срок экспозиции образцов биологическая активность почвы по вариантам опыта несколько ослабла, но при углублении почвенного горизонта по прежнему отмечается усиление активности микрофлоры. Вероятно, нижние слои почвы были более увлажнены, что способствовало интенсивности разложения хлопчатобумажной ткани. В четвертый срок произошло усиление активности микрофлоры по всему пахотному слою.

Биологическая активность почвы в зернотравянопропашном севообороте при использовании в качестве индикатора хлопчатобумажная ткань при применения минимальной обработки почвы как по характеру происходящих процессов, так и по всей динамике развития отличается от того, как это складывалась на вспашке (Таблица 13). С первого же срока экспозиции отмечается существенное увеличение активности почвенной микрофлоры, в обрабатываемом слое почвы на удобряемых вариантах опыта. Следует отметить, что максимум превышения активности почвенных микроорганизмов наблюдается при применении О СМУ (2,4 %), затем в этом ряду находится ОСУ (20,1 %) потом МСУ (17,2 %) и замыкает ряд контроль без удобрений (5,2 %). Подобная закономерность сохраняется и во второй срок экспозиции, при этом биологическая активность почвы повышается на контроле до 34,1-37,6 %, при МСУ до 26,0-41,7 %, ОСУ до 34,7-49,7 % и при ОМСУ до 24,5-53,3 %.

Динамика показателей биологической активности почвы по вариантам удобренности на фоне минимальной обработки почвы свидетельствует об усилении деятельности почвенных микроорганизмов ко второму сроку экспозиции. Самая высокая их активность отмечается на контроле без удобрений.

Таблица 13- Биологическая активность почвы по степени разложения хлопчатобумажной ткани в почве в зависимости от технологических процессов. Зернотравяпропашной севооборот (2019-2021 гг)

Уровень удобренности	Слой почвы	Сроки экспозиции, дней			
		30	60	90	120
Вспашка					
Контроль без удобрений	0-10	8,6	19,0	37,8	59,6
	10-20	8,6	18,4	37,4	56,5
	20-30	7,7	17,7	37,1	56,8
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	13,8	31,2	46,9	80,7
	10-20	12,8	31,1	54,7	77,9
	20-30	11,7	29,3	53,8	78,0
Навоз 80т/га	0-10	10,1	22,1	43,7	84,5
	10-20	13,1	27,2	45,3	79,7
	20-30	10,7	24,9	45,2	82,0
Навоз 80т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	17,0	33,1	59,7	88,0
	10-20	16,0	35,7	63,8	89,3
	20-30	16,6	36,9	65,8	92,4
Минимальна обработка почвы					
Контроль без удобрений	0-10	5,2	37,6	55,6	70,9
	10-20	9,6	65,7	57,5	71,2
	20-30	11,2	34,1	53,4	70,2
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	17,2	41,7	80,2	91,5
	10-20	12,7	29,1	67,7	82,5
	20-30	13,9	26,0	70,2	73,3
Навоз 80т/га	0-10	20,1	49,7	75,2	89,0
	10-20	11,7	36,5	62,7	75,4
	20-30	11,6	34,7	59,3	76,9
Навоз 80т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	24,9	53,3	81,8	94,4
	10-20	14,2	35,2	71,7	86,7
	20-30	12,4	24,5	67,6	79,9

При горизонтах почвы 0-10; 10-20; 20-30 см она возросла в 7,2; 3,7 и 3 раза, при МСУ в 2,4; 2,3; 1,9 раза, при ОСЦ 2,5; 3,1; 3,0 раза, и при ОМСУ 2,1; 2,5; 2,0 раза. После 90 дней экспозиции биологическая активность на контроле сократилась. Её показатель увеличился только в 1,5-1,6 раза, тогда как МСУ возрос в 1,9-2,7 раз, при ОМСУ в 1,5; 2,0; 2,7 раза. Между 90 и 120 днями экспозиции целлюлозосодержащего материала биологическая активность

почвы стабилизировалась. Её показатели за указанный период повысились по всем объектам землепользования в пределах трех слоев пахотного горизонта в 1,1-1,3 раза.

Подводя итоги исследования по зернотравяному севообороту следует отметить факт более высокой активности микрофлоры на всех объектах землепользования при минимализации основной обработки почвы по сравнению со вспашкой, особенно в верхнем слое почвы.

По убеждению Овсяникова Ю.А. (2012) минимальная обработка почвы создает на поверхности рыхлый, мульчирующий слой, предотвращающий испарение почвенной влаги и создающий условия конденсации восходящих водяных паров в нижележащих горизонтах.

Данные по биологической активности почвы по степени разложения хлопчатобумажной ткани в зернопропашном севообороте представлены в таблице 14.

Как свидетельствуют показатели биологической активности почвы на фоне вспашки на варианте без применения удобрений степень разложения хлопчатобумажной ткани по истечению 30 дней экспозиции в горизонте 0-10 см составила 9,6 %, 10-20 см 7,2 % и 20-30 см 6,7 %, при МСУ 12,7; 11,2; 10,8 %, ОСУ 7,5; 11,4; 9,5 %, ОМСУ 15,6; 13,2; 15,0 %.

В ниже лежащих слоях пахотного горизонта биологическая активность почвы затухает на всех вариантах опыта, кроме ОСУ. Данное предположение подтверждается фактом увеличения активности почвы в слое 20-30 см на варианте ОМСУ. Через 60 дней экспозиции хлопчатобумажной ткани степень разложения составила на контроле по слоям пахотного горизонта 0-10; 10-20; 20-30 см 18,5; 15,5; 14,9 % с максимумом при ОМСУ 26,6; 28,8; 28,2 %. После 90 дней контакта с почвой хлопчатобумажной ткани степень её разложения благодаря деятельности почвенных микроорганизмов оказалась

Таблица 14- Биологическая активность почвы по степени разложения хлопчатобумажной ткани в почве зернопропашной севооборот. (2019-2021 гг), (%).

Уровень удобренности	Слой почвы	Сроки экспозиции, дней			
		30	60	90	120
Вспашка					
Контроль без удобрений	0-10	9,6	18,5	35,4	52,5
	10-20	7,2	15,5	33,4	50,6
	20-30	6,7	14,9	34,3	52,8
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	12,7	26,0	41,7	61,0
	10-20	11,2	25,3	44,6	64,7
	20-30	10,8	22,0	45,8	65,1
Навоз 80т/га	0-10	7,5	23,1	38,2	70,0
	10-20	11,4	22,0	36,9	70,5
	20-30	9,5	23,0	38,5	72,0
Навоз 80т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	15,6	26,6	51,3	80,5
	10-20	13,2	28,8	55,1	80,9
	20-30	15,0	28,2	55,1	84,0
Минимальна обработка почвы					
Контроль без удобрений	0-10	12,9	22,6	48,8	65,6
	10-20	10,1	20,3	37,3	56,6
	20-30	7,6	16,9	33,6	54,7
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	14,3	34,5	50,1	86,3
	10-20	10,7	28,1	40,5	75,4
	20-30	10,2	27,7	39,0	73,3
Навоз 80т/га	0-10	14,7	28,9	56,8	80,3
	10-20	10,9	23,4	51,6	73,1
	20-30	6,2	22,4	51,8	72,5
Навоз 80т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	23,3	51,6	63,8	86,6
	10-20	15,8	36,9	55,0	79,1
	20-30	14,3	36,6	53,8	76,3

равна на контроле 34,3-35,5 %, при МСУ 41,7-45,8 %, ОСУ 36,9-38,5 % и ОМСУ 51,3-55,1 %. Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что к этому периоду времени биологическая активность почвы выровнялась по слоям пахотного горизонта.

Что касается динамики показателей активности почвы в зернопропашном севообороте на фоне вспашке обращает на себя факт

резкого, в 3,1 раза, увеличение активности микрофлоры почвы в верхнем слое на вариантах с органической системы удобрений. Следует заметить, что качество внесенного навоза не соответствовало предъявленным требованиям, отсюда задержка во времени его эффективности и имеющий место дисбаланс в минеральном питании растений при ОСУ. По этой причине через 120 дней экспозиции биологическая активность почвы здесь возросла в 1,8-1,9 раза, тогда как по другим объектам землепользования повысилась в 1,4-1,6 раза.

Применения минимальной основной обработки почвы в зернопропашном севообороте повышает её биологическую активность, особенно в верхнем слое почвы (Таблица 11). На контроле без удобрений степень разложения хлопчатобумажной ткани составила в слоях почвы 0-10; 10-20; 20-30 см 12,9; 10,1; 7,6 %, при МСУ 14,3; 10,2 и 10,7 %, при ОСУ 14,7; 10,9 и 6,2 % и при ОМСУ 23,3; 15,8; 14,3 %.

Во все сроки наблюдения по всем объектам землепользования прослеживается существенный рост общей биологической активности почвы в верхнем, обрабатываемом слое пахотного горизонта. Показатели биологической активности почвы через 60 дней экспозиции хлопчатобумажной ткани на рассматриваемом варианте находились в зависимости от уровня удобренности сахарной свеклы и место локализации целлюлозосодержащего материала по профилю пахотного слоя почвы. Максимальное увеличение целлюлозолитической активности почвенных микроорганизмов наблюдается при МСУ. Здесь она увеличилась в 2,4; 2,8 и 2,6 раза по мере углубления пахотного горизонта в 10 см размещенности. Это позволило данному варианту расположиться на втором месте в ряду эффективности объектов землепользования в создании условий для активизации почвенных сапрофитных микроорганизмов. На 90 день экспозиции хлопчатобумажной ткани отмечена высокая активность в вариантах с ОСУ (этот показатель здесь возрос в 2,0-2,3 раза против 1,2-1,5 раза на остальных удобренных вариантах) и составил 51,6-56,8 % разложившегося материала от первоначального веса. К исходу 120 дней

экспозиции на вариантах МСУ биологическая активность почвы увеличилась по слоям почвы в 1,7-1,9 раза а при ОСУ в 1,4 раза. В сложившейся ситуации свое негативное влияние на почвенную биоту оказали погодные условия. Как отмечалось ранее в июле выпало 78 % атмосферных осадков от среднемесячной нормы, что и обеспечило рост активности почвенных микрофлоры при ОСУ. Если же учесть, что вся норма навоза вносится только в верхний, пересыхающий в условиях засухи слой почвы, то произошедшее становится предельно ясным и объяснимым.

В целом, следует заметить, что в зернопропашном севообороте биологическая активность почвы повышалась при проведении минимальной обработки почвы. Действие навоза, как источника свежего органического вещества и дополнительного количества микробной массы в почву не проявило себя в должной мере.

5.2. Биологическая активность почвы по степени разложения льняного полотна

При выборе льняного полотна в качестве индикатора при определении биологической активности почвы мы идентифицировали его со скелетной частью корневой системы растений, которая трудно поддается разложению, что в немалой мере затрудняет осуществление агротехнических приёмов по уходу за растениями преимущественно в первой половине вегетации пропашных культур.

В таблице 15 приведены данные по степени разложения льняного полотна на целине и участке производственного посева сахарной свеклы. Анализируя экспериментальные данные, можно сделать вывод о слабой биологической активности на целине в течении всего периода наблюдений. 30-дневный срок экспозиции показал всего лишь 1,8-3,8 процента потери в весе от первого начального значения. За 60 дней контакта с почвой льняного полотна потеря в весе составила 11,6; 14,1 и 12,8 %, через 90 дней

биологическая активность по 10-ти сантиметровым слоям почвы возросла в 1,4; 1,3; 1,2 раза и при 120 дневной экспозиции достигла 22,1 % в верхнем слое, 26,7 в слое 10-20 см и 30,7 % в слое 20-30 см. Биологическая активность по степени разложения льняного полотна на целине низкая, но при сравнении с индикатором хлопчатобумажной тканью в 2,5-3,8 раза выше.

Таблица 15- Биологическая активность почвы по степени разложения льняного полотна на объектах землепользования (в % от исходного веса).

Объект землепользования	Уровень удобренности	Слой почвы	Сроки экспозиции			
			30	60	90	120
Опушка леса	Естественный фитоценоз	0-10	1,8	11,6	16,3	22,1
		10-20	1,7	14,5	18,2	26,7
		20-30	3,8	12,8	15,8	30,7
Производственный посев	Сахарная свекла 40т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-10	14,3	41,5	52,8	78,1
		10-20	12,6	44,7	56,8	85,4
		20-30	11,5	47,7	62,4	90,9

Похоже, что на целине почвообразовательные процессы идут по дерновому типу, когда органическое вещество почвы очень медленно подвергается деструкции без его трансформации в сложные белковые соединения (Соловиченко, Тютюнов, 2013).

На участке производственного посева разложение льняного полотна шло с сохранением тех же взаимосвязей, что и случае с хлопчатобумажной тканью, но при этом абсолютные показатели были почти в два раза выше. Отмечается снижение активности почвенной микрофлоры в нижнем слое пахотного горизонта, что связано опять с заделкой сидератов в почву после заделки растительных остатков промежуточной культуры. Во второй срок

выкапывания льняного полотна (60 дней) наблюдается увеличение биологической активности почвы в верхнем слое в 2,9, раза, в слое 10-20 см в 3,5 раза и в слое 20-30 см в 4,2 раза. Показатель биологической активности почвы составил 41,5; 44,7; 47,7 % соответственно указанным слоям почвы. В дальнейшем активность почвенной микрофлоры в разложении целлюлозы льняного полотна на 90 день экспозиции по всем слоям пахотного горизонта почвы возросла в 1,3 раза, на 120 день 1,5 раза. Таким образом, льняное полотно в качестве субстрата для сапрофитных микроорганизмов оказалась предпочтительней хлопчатобумажной тканью и, на наш взгляд, лучше справилось с ролью индикатора при определении общей биологической активности почвы.

В зернотравянопропашном севообороте на фоне вспашки при закладке льняного полотна в качестве индикатора определения биологической активности почвы в первый же срок экспозиции полученные данные свидетельствуют об интенсификации деятельности почвенной микрофлоры не только на удобренных вариантах, но и на абсолютном контроле (Таблица 18). На вариантах без применения удобрений разложение льняного полотна по слоям пахотного горизонта составила 12,5; 12,0; 14,3 % при МСУ 15,1; 15,3; 11,6 %, при ОСУ 16,0; 15,9; 14,3 % и при ОМСУ 22,8; 19,9; 20,1 %. Через 60 дней экспозиции биологическая активность на контроле возросла до 27,3-31,0 при МСУ до 42,8-51,1 %, при ОСУ 32,9-35,7 %, при ОМСУ 45,0-48,9 %. В этот срок выемки льняного полотна отмечено усиление биологической активности на варианте минеральной системой удобрения в слое 20-30 см. По степени разложения льняного полотна на фоне вспашки в первый срок экспозиции расположилась по мере возрастанию в следующем порядке: контроль, МСУ, ОСУ, ОМСУ.

Следовательно, в засушливых условиях лета положительное влияние навоза даже при его запашке стало ослабевать во второй половине этого сезона. В третий срок экспозиции биологическая активность почвы увеличилась по всем вариантам опыта в 1,2-1,5 раза с сохранением той же их

ранжировки, что и в предыдущий срок наблюдений. По завершению эксперимента можно сделать вывод, что в зернотравянопропашном м севообороте даже на контроле биологическая активность почвы находится на достаточном высоком уровне- 71,6-74,2 %, в чём безусловно сказалось положительное влияние многолетних бобовых трав. На варианте с максимальной насыщенностью органическими и минеральными удобрениями степень разложения льняного полотна превысила 90 %.

Внедрение в зернотравянопропашном севообороте минимальной обработки почвы вносит свои коррективы и биологическое состояние агроценоза, поскольку активному механическому воздействию подвергается только верхний 0-10 см слой почвы. Результаты наблюдений за показателями биологической активности по разложению льняного полотна подтверждаются данными таблицы 16.

Во все сроки наблюдений прослеживается четкая закономерность: биологическая активность верхнего 0-10 см слоя почвы по всем объектам землепользования всегда выше по сравнению с нижележащими слоями.

В целом активность почвенных микроорганизмов при её минимальной обработки выше, чем на вспашке, особенно в верхнем горизонте, что объясняется созданием благоприятных условий для функционирования почвенной микрофлоры относительно их пищевого, водного режимов. В этой связи уместно снова напомнить о положительной роли поверхностного мульчирующего слоя почвы в регулировании данных процессов.

О высокой биологической активности почвы, определенной методом аппликации с использованием в качестве индикатора льняного полотна в зернотравяном севообороте на фоне вспашки на 120 день экспозиции свидетельствует степень разложение целлюлозы в верхнем слое почвы при МСУ 90,6 %, ОСУ 92,8, и при ОМСУ 96,6.

Данные по биологической активности почвы в зернопропашном севообороте, определенной по степени разложению льняного полотна представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Биологическая активность почвы по степени разложения льняной ткани в почве в зависимости от технологических процессов.

Зернотравянопропашной севооборот. (2019-2021), %

Уровень удобренности	Слой почвы	Сроки экспозиции, дней			
		30	60	90	120
Вспашка					
Контроль без удобрений	0-10	12,5	30,1	50,3	74,2
	10-20	12,0	31,0	42,6	71,8
	20-30	11,0	27,3	43,1	71,6
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	15,1	43,2	57,3	73,1
	10-20	15,3	42,8	61,4	72,4
	20-30	11,6	51,1	61,8	75,0
Навоз 80т/га	0-10	16,0	35,7	51,0	75,2
	10-20	15,9	32,9	50,3	76,1
	20-30	14,3	33,0	55,5	78,5
Навоз 80т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	22,8	47,7	68,3	93,6
	10-20	19,9	48,9	67,8	90,6
	20-30	20,1	45,0	68,1	93,3
Минимальна обработка почвы					
Контроль без удобрений	0-10	14,2	42,5	61,9	76,0
	10-20	13,5	35,6	58,3	71,7
	20-30	12,9	36,0	57,4	71,9
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	19,8	45,0	83,1	90,6
	10-20	16,6	35,6	75,5	84,5
	20-30	15,4	35,9	74,4	83,6
Навоз 80т/га	0-10	24,7	53,7	79,3	92,8
	10-20	13,5	39,7	69,8	78,4
	20-30	13,5	36,7	68,6	77,3
Навоз 80т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	21,3	48,0	86,1	96,6
	10-20	14,7	34,8	77,9	87,0
	20-30	14,3	36,6	53,8	76,3

Самая же высокая биологическая эффективность почвы проявилась на варианте с минеральной системой удобрений (17,4; 17,9; 17,5 % соответственно по горизонтам 0-10, 10-20, 20-30 см). На максимально удобренном варианте показатель биологической активности при сопоставлении с МСУ были ниже на 12,2; 35,6; 14,3 %. По истечению 60

дней экспозиции произошло усиление активности почвы на варианте с органической и органоминеральной системами удобрения. Показатели разложения льняного полотна здесь увеличилась 2,5-3,1 раза, тогда как на контроле и МСУ в 1,6-1,9 раза.

Таблица 16- Биологическая активность почвы по степени разложения льняной ткани в почве в зависимости от технологических процессов.

Зернопропашной севооборот.

Уровень удобренности	Слой почвы	Сроки экспозиции, дней			
		30	60	90	120
Вспашка					
Контроль без удобрений	0-10	12,5	23,7	36,2	66,0
	10-20	12,5	22,9	37,4	64,5
	20-30	10,3	25,1	35,9	65,3
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	17,4	28,1	43,9	65,7
	10-20	17,9	30,6	45,6	59,5
	20-30	17,5	36,9	46,2	65,8
Навоз 80т/га	0-10	10,1	31,6	44,7	72,9
	10-20	11,4	30,0	42,4	70,3
	20-30	12,2	30,1	47,2	71,6
Навоз 80т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	15,5	38,3	52,6	84,1
	10-20	13,2	37,8	52,8	83,8
	20-30	15,3	37,1	54,6	84,1
Минимальна обработка почвы					
Контроль без удобрений	0-10	13,2	24,9	41,5	62,1
	10-20	14,7	21,8	35,2	54,8
	20-30	12,8	195	31,0	51,9
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	23,2	39,9	63,8	79,6
	10-20	17,2	40,5	62,9	78,4
	20-30	17,9	38,5	63,4	77,4
Навоз 80т/га	0-10	21,0	38,5	62,0	82,2
	10-20	17,5	30,6	49,7	72,8
	20-30	16,6	26,2	50,0	72,0
Навоз 80т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	26,5	49,7	77,9	89,7
	10-20	17,3	31,2	66,2	80,0
	20-30				

К третьему сроку экспозиции по всем объектам землепользования активность микрофлоры возросла в 1,4-1,6 раза. По завершению вегетационного периода сахарной свеклы биологическая активность почвы по вариантам многофакторного опыта возросла в ряду: контроль 64,5-66,0 %, МСУ 60,0-65,8 %, ОСУ 70,3-72,9 и при ОМСУ 83,8-84,1 %.

Минимизация основной обработки почвы в зернопропашном севообороте оказывает негативное влияние на урожайность прежде всего пропашных культур. Виной тому считают самоуплотнение нижних горизонтов, нарушения обменных связей по генетическим слоям почвы.

Как показали наши исследования минимальная обработка почвы активизирует деятельность почвенной микрофлоры в верхнем слое почвы в разной степени интенсивности в зависимости от напряженности технологических процессов (Таблица 16).

При минимальной обработке почвы степень разложения льняного полотна в верхнем горизонте почвы гораздо выше, чем при вспашке. Но вместе с тем биологическая активность почвы в нижних слоях при вспашке иногда существенно превышает на аналогичных вариантах опыта на фоне минимальной обработки почвы. Однако анализ полученных экспериментальных материалов свидетельствует о том, что минимализация основной обработки почвы способствует повышению биологической активности почвы.

5.3. Определение общей биологической кислотности по величине потерь органического вещества в чайных пакетиках (зеленого и черного) по проекту университета Утреха (Голландия)

В соответствие с программой исследования в качестве индикатора определения общей биологической активности почвы аппликационным методом нами определены пакетики зеленого и черного чая тех марок, которые содержат растительные ингредиенты с малым количеством

консервационных, ароматизирующих и красящих добавок. Такие марки чая выявлены благодаря исследованиям ученых из университета Утрехта (Голландия), в осуществлении проекта которого мы принимаем участие. По их рекомендации определены глубина закладки пакетиков и сроки экспозиции, а так же обозначены объекты землепользования, где будут осуществляться намеченные исследования. Опушка леса (естественный фитоценоз), производственный посев и вариант многофакторного полевого опыта (МПО).

Исследования с зеленым чаем показали, что данный индикатор определения биологической активности почвы приемлем для оперативного принятия управленческих решений (Таблица 17).

Таблица 17 - Биологическая активность почвы по величине потери лабильного органического вещества зеленого чая (в% от исходного материала)

№ варианта	Объект землепользования	Уровень удобренности	Слой почвы	Срок экспозиции, дней	
				30	90
1	Целина	Естественный фитоценоз	0-8	46,7	50,2
2	Производственный посев	40т/га навоз +N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-8	56,8	61,0
3	МПО	80т/га навоза + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-8	49,4	56,4

Через 30 дней экспозиции биологическая активность почвы на целине выразилась в 46,7 % потере количества лабильного вещества, на участке производственного посева 56,8 % и на варианте МПО 49,4 %. Повышенная биологическая активность на производственном участке объясняется внедрением в технологию возделывания промежуточного посева горчицы

белой в качестве сидерата после озимой пшеницы, положительное влияние которого на активность почвенной микрофлоры наблюдается и через 90 дней.

Таблица 18 - Биологическая активность почвы по величине потери лабильного органического вещества черного чая (в% от исходного материала)

№ варианта	Объект землепользования	Уровень удобренности	Слой почвы	Срок экспозиции, дней	
				30	90
1	Целина	Естественный фитоциноз	0-8	7,9	15,1
2	Производственный посев	40т/га навоз +N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0-8	16,1	19,9
3	МПО	80т/га навоза + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-8	12,4	15,0

Черный чай в пакетиках оказался более устойчивым к потере лабильного вещества (Таблица 18). Через 30 дней экспозиции сокращения веса пакетика на целине составила всего 7,9 %, на производственном участке 16,1 % и на вариантах МПО 12,4 %. Характер изменения веса пакетиков черного чая остался идентичным в равнении с зеленым чаем. Отличительной особенностью черного чая является пролонгированность степени разложения органического вещества. Увеличение биологической активности почвы в относительных процентах после 90 дней экспозиции на целине составила 89 %, на производственном участке 24 % и варианте МПО 21 %. Отсюда следует, что пакетики черного чая можно успешно использовать в качестве индикатора биологической почвы длительный срок на протяжении всего периода вегетации сельскохозяйственных культур (Таблица 18).

Данные по биологической активности почвы, определенные с использованием пакетиков зеленого и черного чая свидетельствует о том,

что в условиях летних месяцев активность почвенной биоты по изучаемым объектами землепользования повышалась в ряду, целина (опушка леса), делянка МПО с максимальным насыщением органическими и минеральными удобрениями и производственный участок со средней ресурсной обеспеченностью, но присутствием в структуре посевных площадей промежуточных сидератов.

5.4. Численность микроорганизмов в почве

Почва, как субстрат для роста и развития растений, по мнению В.И. Вернадского (1989) сформировалась только благодаря деятельности микроорганизмов в ее верхнем, аэрируемом слое. Микробы, разрушающие остатки отмерших растений и животных в почве, относятся к классу редуцентов (сапрофитов). Они способны превращать органические вещества в минеральные соединения, которые являются источником питания вегетирующих растений в фито и агроценозах. Поэтому изучение их численности позволяет судить не только о ходе какого-либо определенного минерализационного процесса на пути синтеза гумусовых веществ, но и об общем течении деструкции органического вещества почвы и о состоянии экосистемы в целом (Аристовская Т.В., 1988., Титова В.И., 2012).

Микробные сообщества постоянно адаптируются к изменению качества почвы. Чем выше их активность, тем быстрее осуществляется биологический круговорот элементов и тем благоприятнее в последующем складывается режим минерального питания возделываемых культур (Мишустин Е.Н., 1975, Лазарев А.П. 2006).

Исследованиями В.Г. Минеева (1990) и Г.М. Брескиной (2009) установлено, что внесение высоких доз минеральных удобрений снижает численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, но увеличивает

количество актиномицетов, которые являются активными продуцентами фитотоксических веществ.

По данным Т.В. Ласомовой (2002) и С.И. Зинченко (2013) сокращение числа механических обработок почвы при оптимальных метеоусловиях способствует усилению целлюлозолитической активности почвенных микроорганизмов.

Различный набор культур в специализированных севооборотах может кардинально изменить сложившийся баланс органического вещества во всех почвенных локусах, внести коррективы в динамику соотношения углерода и азота в химическом составе поступающих в почву пожнивно-корневых остатков (GarciaOliva F., 2006).

О том, как сложилась ситуация с количественным составом сапрофитных микроорганизмов в почве на объектах землепользования в отчетном году свидетельствуют данные таблицы 19.

В естественном фитоценозе в силу сложившейся высокой водопроницаемости верхнего дернового слоя почвы естественная аэрация создала относительно благоприятный водно-воздушный режим для функционирования микроорганизмов. Их численность находилась $2,8 \cdot 10^7$ в слое 0-10; $2,0 \cdot 10^7$ на глубине 10-20 см и $2,5 \cdot 10^6$ 20-30 см.

На вариантах без внесения удобрений в обоих севооборотах четко прослеживается взаимосвязь между количеством поступившего в почву органического вещества с пожнивно-корневыми остатками и нетоварной частью урожая возделываемых культур с одной стороны и заселенностью почвы сапрофитными микроорганизмами с другой. В зернотравянопропашном севообороте урожай сена эспарцета вывозились с поля, а в зернопропашном севообороте солома гороха после уборки зерна измельчалась и заделывалась в почву. Подобный агротехнический прием затем повторялся на озимой пшенице по обоим севооборотам. Соотношение зерна к соломе у гороха 1:1,5, у озимой пшеницы 1:0,8-1,2 в зависимости от

влагообеспеченности почвы в вегетационный период, способов обработки почвы и уровня удобренности особенностей гороха и озимой пшеницы.

Таблица 19 – Количество колониеобразующих единиц (КОЕ, шт/г) в почве в зависимости от агроприемов. (2019-2021).

Вариант	Слои почвы	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимал ьная	Вспашка	Минимал ьная
Без удобрений	0-10	$7,7 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$	$8,2 \cdot 10^9$	$5,5 \cdot 10^9$
	10-20	$6,5 \cdot 10^7$	$2,6 \cdot 10^7$	$6,1 \cdot 10^9$	$4,2 \cdot 10^9$
$N_{180}P_{180}K_{180}$	20-30	$4,0 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^7$	$4,3 \cdot 10^8$	$5,2 \cdot 10^8$
	0-10	$1,4 \cdot 10^{11}$	$6,2 \cdot 10^{10}$	$3,6 \cdot 10^{11}$	$6,5 \cdot 10^{10}$
	10-20	$5,3 \cdot 10^{11}$	$5,3 \cdot 10^{10}$	$5,4 \cdot 10^1$	$4,2 \cdot 10^{10}$
	20-30	$7,2 \cdot 10^{10}$	$3,2 \cdot 10^{10}$	$5,0 \cdot 10^{10}$	$6,3 \cdot 10^9$
80 т/га навоза	0-10	$2,4 \cdot 10^{11}$	$9,2 \cdot 10^{10}$	$5,3 \cdot 10^{11}$	$7,4 \cdot 10^{10}$
	10-20	$5,4 \cdot 10^{11}$	$5,6 \cdot 10^{10}$	$4,4 \cdot 10^{11}$	$6,3 \cdot 10^{10}$
	20-30	$1,1 \cdot 10^{11}$	$5,2 \cdot 10^{10}$	$6,2 \cdot 10^{10}$	$6,7 \cdot 10^9$
Навоз 80 т/га + $N_{180}P_{180}K_{180}$	0-10	$5,2 \cdot 10^{11}$	$9,8 \cdot 10^{10}$	$5,8 \cdot 10^{11}$	$8,1 \cdot 10^{10}$
	10-20	$5,3 \cdot 10^{11}$	$5,8 \cdot 10^{10}$	$5,2 \cdot 10^{11}$	$5,4 \cdot 10^{10}$
	20-30	$6,2 \cdot 10^{10}$	$5,6 \cdot 10^{10}$	$8,8 \cdot 10^{10}$	$7,2 \cdot 10^9$

При минеральной системе удобрений отмечается снижению числа сапрофитов в верхнем слое почвы, вероятно по причине ингибирующего влияния высокой концентрации химических соединений, входящих в состав удобрений.

Плотность заселения почвы сапрофитами на вариантах с внесением высоких доз навоза весьма значительна (80 т/га). Поэтому вытяжка из почвенных образцов и её посев на питательную среду в лабораторных условиях показали высокую численность активной микрофлоры. Однако, в естественных условиях параметры функционирования почвенных микроорганизмов не отвечали требованиям для их оптимального роста и развития.

Органоминеральная система удобрений создала условия для оптимального режима минерального питания растений на протяжении всего вегетационного периода. Все отмеченные закономерности сложившегося пищевого режима сохраняются: преимущество ЗП севооборота перед ЗТП в обеспечении почвы свежим органическим веществом и как следствие увеличение численности сапрофитов в верхнем слое почвы с $5,2$ до $5,8 \cdot 10^{11}$ КОЕ шт/г.

По всем вариантам опыта наблюдается снижение биологической активности почвы при минимальной обработке почвы. Данный факт на наш взгляд объясняется тем обстоятельством, что проведение вспашки обеспечило сохранение почвенных макро и микропор по всему профилю пахотного горизонта, что повысило его аэрированность и, следовательно биологическую активность почвенной микрофлоры. При минимальной обработке почвы произошла закупорка микротрещин и пустот в пахотном горизонте, созданных на месте отмершей корневой системы растений. Доступ кислорода в нижние горизонты почвы был значительно перекрыт, в результате чего возникли анаэробные условия.

6. АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

6.1 Содержание аммонийного азота в почве

Академик Д.Н. Прянишников (1945) писал, что аммиак является «альфой и омегой» азотного питания растений. В форме катиона NH_4 он поступает в растения и в виде аммиака улетучивается при разложении отмерших растительных остатков. Исследованиями академика И.С. Шатилова (1993) установлено, что черноземные почвы способны поглощать своим почвенным комплексом до 600 кг аммиака на гектар пашни.

Таблица 20 – Содержание аммонийного азота в почве в зависимости агроприемов. (2019-2021) (мг/кг).

Варианты	Слои почвы, см	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимальная	Вспашка	Минимальная
Без удобрений	0-10	6,00	6,19	5,24	5,09
	10-20	8,89	8,82	3,91	6,42
	20-30	7,39	9,73	6,33	4,64
$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0-10	9,47	9,91	9,49	5,26
	10-20	8,48	11,89	5,11	5,53
	20-30	9,46	9,94	7,82	5,51
80 т/га навоза	0-10	6,70	7,91	6,76	5,23
	10-20	9,16	7,97	5,54	6,61
	20-30	8,91	8,84	2,04	2,74
Навоз 80 т/га + $\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0-10	9,66	8,60	7,08	4,43
	10-20	11,62	7,57	6,40	4,58
	20-30	6,47	4,80	2,28	3,34

В таблице 20 приведены экспериментальные данные по содержанию в почве аммонийного азота в зависимости от интенсивности её использования.

В благоприятных погодных условиях (высокая влажная и оптимальная температура воздуха) в момент отбора почвенных проб содержание аммонийного азота в верхнем слое почвы (0-30 см) на контроле составило от 4,3 до 7,95 мг/кг, причем значительное его содержание было сосредоточено в горизонте 10-20 см.

В зернотравянопропашном севообороте существенных различий в обеспеченности почвы аммонийным азотом не выявлено, хотя просматривается тенденция его росту на вариантах в минеральной и органо-минеральной системе удобрениями.

В зернопропашном севообороте количество аммонийного азота в почве ниже по сравнению с зернотравянопропашным на 1,5-6,5 мг/кг почвы. Для зернопропашного севооборота характерно сокращение содержания аммонийного азота на вариантах с минимальной обработкой почвы на 2-4 мг/кг, особенно в верхних слоях по сравнению.

6.2 Содержание нитратного азота в почве

Содержание нитратного азота в почве широко используется в агрохимических исследованиях в качестве диагностического показателя при оценке азотного питания растений (Церлинг В.В., 1990)

Почвенные нитратные соединения азота хорошо растворимы и потому мигрируют по профилю почвы. В таблице 21 приведены данные по содержанию нитратного азота в пахотном горизонте на изучаемых объектах землепользования.

В многофакторном полевом опыте на варианте без внесения удобрений в зернотравянопропашном севообороте содержание нитратов в пахотном слое почвы на вспашке колеблется в пределах 13,9-9,6 мг/кг,

при минимальной обработке почвы 14,5-8,9 мг/кг. В зернопропашном севообороте по вспашке 19,2-13,7 мг/кг при минимальной обработке 21,1,12,1 мг/кг.

Таблица 21 – Содержание нитратного азота в почве в зависимости от агроприемов (2019-2021) (мг/кг).

Вариант	Слои почвы	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимал бная	Вспашка	Минимал бная
Без удобрений	0-10	13,9	14,5	11,1	13,0
	10-20	14,0	10,5	19,2	21,1
	20-30	9,6	8,86	13,7	12,1
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	39,8	14,1	34,0	53,5
	10-20	43,9	29,5	21,4	33,2
	20-30	34,4	11,2	11,1	17,9
80 т/Га навоза	0-10	33,3	33,2	28,2	10,6
	10-20	26,5	28,9	16,0	34,3
	20-30	18,3	11,9	10,2	4,8
80 т/Га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	48,0	36,3	9,5	43,5
	10-20	44,2	14,0	29,0	31,2
	20-30	15,4	5,31	19,3	17,2

Высокое содержание почвенных нитратов сосредотачивалось на варианте с внесением минеральных удобрений в зернотравянопропашном севообороте. Как на вспашке, так и при минимальной обработке почвы

концентрация нитратов снижалась при углублении почвенного горизонта. В зернопропашном севообороте количество нитратов несколько ниже, чем в зернотравянопропашном.

При минимальной обработке почвы отмечено резкое повышение нитратов в верхнем слое почвы и по всему профилю пахотного горизонта до 53,5; 32,3 и 17,9 мг/кг. Это негативно влияет на интенсивность разложения аппликационного материала при определении общей биологической активности почвы. Почвенная биота была подавлена высокой концентрацией нитратов в почвенном растворе.

На вариантах опыта с внесением навоза более высокая насыщенность почвы нитратами отмеченная в зернотравянопропашном севообороте при сокращении их количества по мере углубления обработки почвы с 33,3 до 18,3-11,9 мг/кг. В зернопропашном севообороте на вспашке обеднение почвы нитратами происходило плавно с 28,2; 16,0 и 10,2 мг/кг, но при минимальной обработке основная масса нитратов сконцентрировалась в горизонте 10-20 см 34,3 мг/кг.

На вариантах с совместным внесением минеральных и органических удобрений, основное количество нитратов сосредоточилось в верхнем 0-10 см слое почвы, причем наибольшая их концентрация отмечена на вспашке (48 мг/кг в ЗТП севообороте и 49,5 мг/кг в ЗП).

Поскольку количество нитратов в почве в целом по опыту превалировало по сравнению с содержанием аммиачного выявленные закономерности относительно суммы минерального азота полностью отражают все нюансы, выявленные в результате анализа данных по содержанию нитратов.

6.3. Подвижный фосфор

Степень окультуренности почвы обычно соотносят с её потенциальными (исходными) запасами подвижного фосфора в пахотном

горизонте, поскольку уровень обеспеченности этим элементом минерального питания напрямую зависит от количества вносимых в почву фосфорных удобрений (Акулов П.Г., 1992). Путем обобщения многочисленных агрохимических данных установлена градация обеспеченности почвы усвояемым (подвижным) фосфором: низкая 3,5-7,4; средняя 7,5-12,4; повышенная 12,5-17,4; высокая 17,5-20; очень высокая более 20 мг/100 г почвы.

В многофакторном полевом опыте на вариантах без внесения удобрений только в верхнем слое пахотного горизонта в зернотравянопропашном севообороте отмечена среднее содержание фосфора по градации (9,1 и 8,2 мг/100 г почвы). По остальным аналогичным вариантам и слоям почвы как в зернотравянопропашном, так и зернопропашном севообороте запасы подвижного фосфора находились в пределах низкой и очень низкой обеспеченности (Таблица 22).

Систематическое применение высоких доз удобрений приводит к их ретроградации (закреплению в почве подвижных форм фосфора в труднодоступные для растений соединения). Создается ситуация, когда содержание подвижного фосфора в черноземе типичном становится свыше 40 мг/100 г почвы. Этот процесс негативно влияет на фосфатный режим почвы, поскольку в данном случае эффективность применения фосфорных удобрений резко снижается. Установлено, что фосфорный потенциал чернозема типичного (затраты фосфорных удобрений для сдвига содержание подвижного фосфора на 1 мг/ 100 гр. почвы) составляет от 40 до 60 кг в виде простого суперфосфата. При этом следует учитывать, что чем выше обеспеченность почвы фосфором, тем больше количество удобрений потребуется для изменения статусного состояния почвы по фосфору (Сдобникова О.В., 1987).

Таблица 22 – Содержание подвижного фосфора в почве в зависимости от интенсивности её использования (мг/100 г).

Вариант	Слои почвы	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимал ьная	Вспашка	Минимал ьная
Без удобрений	0-10	9,1	8,2	6,5	5,5
	10-20	5,9	6,2	5,9	4,2
	20-30	5,6	3,4	5,2	3,2
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	15,3	22,3	22,5	31,2
	10-20	21,1	35,4	18,8	25,1
	20-30	19,0	16,6	11,7	15,1
80 т/га навоза	0-10	12,7	17,3	13,7	32,2
	10-20	10,5	15,0	15,5	32,1
	20-30	5,6	7,3	12,8	6,3
80 т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	19,1	15,4	23,1	46,0
	10-20	11,9	13,5	34,4	48,2
	20-30	26,6	8,7	32,3	46,2

Навоз в качестве органических удобрений относят к категории азотно-калийных (Кореньков Д.А. и др. 1980). В этой связи его внесение в дозе 80 т/га не оказало существенного влияния на изменения содержания в почве подвижного фосфора. В зернотравянопропашном севообороте на вспашке его количество по горизонтам почвы оказалось в пределах 12,7; 10,5; 5,6 мг/100 г почвы, при минимальной обработке почвы 17,3; 15,0 и 7,3 мг/100 г почвы.

Следует отметить, что на удобренных вариантах опыта обеспеченность почвы фосфором возрастает в зернопропашном севообороте, что связано с внесением значительного количества фосфоро-содержащих удобрений в запас под ячмень с подсевом трав в расчете на три года жизни эспарцета. В этих условиях часть действующего вещества фосфорных удобрений перешла в нерастворимое состояние и потеряна в качестве источника минерального питания растений.

Содержание подвижного фосфора в почве в зернопропашном севообороте на вариантах с совместным внесением минеральных и органических удобрений (59,2; 29,8 и 24,0 мг/100 г почвы на вспашке и 61,9; 41,8 и 12,6 мг/100 г почвы при минимальной обработке почвы) свидетельствует о повышенном содержании фосфора при сложившейся системе минерального питания.

6.4. Обменный калий

Черноземы типичные юго-западной зоны ЦЧР сформированы на монтмориллонитовой материнской породе, содержащей в своем составе свыше 2 % валового калия (Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И., 2013). Это обстоятельство обуславливает наличие в почве большого количества как валового так и обменного калия и предопределяет отсутствие высокой эффективности применения калийных удобрений.

В таблице 23 приведены данные по содержанию в почве обменного калия в зависимости от интенсивности использования земельных ресурсов.

В многофакторном полевом опыте без внесения удобрений более высокой обеспеченностью обменным калием обладает почва слоя 0-10 см в зернопропашном севообороте, по сравнению с зернотравянопропашным севооборотом.

Данный факт объясняет тем, что в зернотравянопропашном севообороте в наборе четырех культур (сахарная свекла, ячмень + травы,

эспарцет первого и второго года пользования, озимая пшеница). Следует при этом иметь в виду, что эспарцет, хотя и оставляет после себя большое количество пожнивнокорневых остатков имеет мощную глубокопроникающую корневую систему, масса которой, благодаря узкому соотношению в химическом составе углерода и азота (меньше 25 %), очень быстро разлагается почвенной микрофлорой. В зернопропашном севообороте пять культур (сахарная свекла, ячмень, кукуруза на силос, горох и озимая пшеница), которые за исключением сахарной свеклы имеют преимущественно мочковатую корневую систему богатую калием.

При проведении вспашки по обоим севооборотам наблюдается относительная гомогенизация (однородность) пахотного слоя почвы по причине её перемешивания. Применение минимальной обработки почвы приводит к концентрации обменного калия в верхних слоях (0-10, 10-20 см) и обеднению нижележащего слоя.

О том, что почва опытного участка обладает высокой потенциальной обеспеченностью калием свидетельствуют данные по наличию его усвояемых форм на вариантах без применения удобрений в обоих севооборотах, которые не выходят за границы средних и повышенных значений после прохождений семи ротаций пятипольных специализированных севооборотов.

Применение минеральных удобрений резко повышает содержание в почве обменного калия по минимальной обработке до 26 мг/100 г. в зернотравянопропашном и до 36 мг/100 г почвы в зернопропашном севообороте, дифференцируя тем самым пахотный горизонт по содержанию калию.

Таблица 23 – Содержание обменного калия в почве в зависимости от агроприемов (2019-2021) (мг/100 г).

Варианты	Слои почвы, см	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимальная	Вспашка	Минимальная
Без удобрений	0-10	12,8	12,3	11,7	12,4
	10-20	6,6	8,8	11,3	16,5
	20-30	6,7	6,5	7,9	6,5
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	13,0	26,0	24,6	36,0
	10-20	18,7	17,6	27,2	21,8
	20-30	16,7	7,8	22,1	8,6
80 т/га навоза	0-10	16,8	25,0	26,9	17,4
	10-20	15,6	23,5	25,4	33,0
	20-30	7,9	6,8	13,4	9,5
80 т/га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	19,9	29,0	59,2	69,1
	10-20	22,8	16,0	29,8	41,8
	20-30	11,3	7,0	24,0	12,6

Навоз как поставщик азота и калия, увеличивает запасы обменного калия в почве до значений наивысшей градации.

При совместном внесении навоза и минеральных удобрений в зернопропашном севообороте данные по содержанию обменного калия в слое почвы 0-10 см на вспашке и минимальной обработки достигают

значений 59,2 и 69,1 мг/100 г при сокращении запасов усвояемого калия на глубине 20-30 см 24 и 12,6 мг/100г почвы.

6.5. Содержание гумуса в почве

С количественным и качественным составом гумуса связаны морфологические признаки, физические и химические свойства почвы: окрас, структурное состояние, водоудерживающая способность, температурный, водный, пищевой и воздушный режим (Лыков А.М., 1985).

Содержание гумуса в почве является её генетическим признаком и во многом зависит от принципов почвообразовательного процесса: наличие в почве свежего органического вещества, способов заделки пожнивно-корневых остатков, климатические условия региона, химический состав материнской породы. Органическое вещество почв по сути своей это кладёшь накопленной энергии в гумусе, столь необходимой для нормального обмена и круговорота веществ в природе (Минеев В.Г. и др., 2001). Вот почему столь актуален вопрос сохранения и накопления эффективных форм органического вещества в пахотном слое почвы с использованием агротехнических приемов.

На вариантах без внесения удобрений в многофакторном полевом опыте содержание гумуса в почве по обоим видам севооборотов находились практически в одних пределах: в слое почвы 0-10 см разница в содержании гумуса составила 5,4 %, в 10-20 см - 1,6 % и 20-30 см - 6,4 %. Следует при этом отметить, что во всех случаях максимальные величины содержания гумуса в находились в верхнем (0-10 см) слое. Наблюдается тенденция к повышению содержанию гумуса в верхнем слое при применении минимальной обработки почвы.

Минеральная система удобрений способствовала гумификации почвы в зернотравянопропашном севообороте за счет значительного количества пожнивно-корневых остатков трав 2-го года пользования. В зернопропашном

севообороте предшественником сахарной свеклы был горох, по количеству корневых остатков, безусловно, проигрывающий эспарцету. И как следствие, в зернотравянопропашном севообороте содержание гумуса в почве при вспашке и внесении минеральных удобрений выше (6,4; 6,8; 8,0 %), чем в зернопропашном севообороте при том же варианте удобрённости (Таблица 24).

Таблица 24 – Содержание гумуса в почве (%) в зависимости от агроприемов (2019-2021).

Варианты	Слои почвы, см	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
		Вспашка	Минимал бная	Вспашк а	Минимал ная
Без удобрений	0-10	5,04	5,33	5,04	5,14
	10-20	5,06	5,09	5,01	5,09
	20-30	4,99	4,67	4,93	4,99
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	5,49	5,46	5,14	5,54
	10-20	5,43	5,33	5,06	5,09
	20-30	5,69	5,09	4,93	4,96
80 т/га навоза	0-10	5,65	5,46	5,36	6,25
	10-20	5,43	5,38	5,51	5,51
	20-30	5,06	5,12	5,14	5,22
80 т/Га + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	0-10	5,49	5,72	6,07	6,15
	10-20	5,43	5,30	5,80	5,80
	20-30	5,14	5,04	5,51	5,38

При минимальной обработке почвы, в зернопропашном севообороте оставленная на поверхности солома гороха была заделана в почву гораздо в большем количестве, чем на вспашке, где указанные выше растительные остатки относительно равномерно были запаханы по всему профилю пахотного горизонта. И как следствие содержание гумуса в верхнем слое почвы при минималке было на 7,4 % выше, чем на вспашке.

Минеральная система удобрений способствовала повышению содержанию гумуса в слой почвы 0-10 на 0,45 и 0,13% соответственно по вспашке и минимальной обработки почвы в зернотравянопропашном севообороте и на 0,10 и 0,30 % зернопропашном.

При внесении навоза повысилось содержание гумуса верхнем слое 0-10 см почвы в зернотравянопропашном севообороте на 0,61 и 0,13%. Вместе с тем, отмеченный положительный факт в балансе органического вещества на вариантах с органической системой удобрений не привел к росту урожайности сахарной свеклы по той причине, что накопленной суммы элементов минерального питания растений оказалась недостаточно для формирования урожая корнеплодов на уровне минеральной системы удобрений.

Наиболее высокие показатели содержания гумуса в почве установлены на вариантах с совместным внесение навоза и минеральных удобрений 6,07 и 6,15 % в зернопропашном севообороте в верхнем слое почвы. При этом повышению содержания гумуса составило 1,03 и 1,01% соответственно по вспашке и минимальной обработке. В зернотравянопропашном севообороте наблюдались менее значимые величины – 0,45 и 0,39 %.

Урожайный потенциал культуры в полной мере раскрывается при условии оптимальных дозах внесения удобрений, грамотному чередовании культур и своевременно обработки почвы. Одним из основного мероприятия по повышению производительности сахарной свеклы является усовершенствование системы удобрения. Сахарная свекла хорошо реагирующим на минеральные и органические удобрения, а также на звенья

севооборотов, в которых размещена. Удобрения положительно влияют на свойства почвы и условия питания растений, увеличивая, тем самым, урожайность культур и улучшают качество продукции.

Применение различных систем основной обработки почвы способствует сохранению гумуса, улучшает агрофизические свойства, обеспечивает эффективную борьбу с сорняками, позволяет получить высокие урожаи. Всё вышеперечисленное предопределяет выбор оптимальной системы обработки почвы под выращиваемые культуры в условиях почвенно-климатических зон. Главным показателем оценки систем обработки почвы является уровень урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности севооборота в целом.

7. ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ТЕХНОЛОГИИ ЕЁ ВОЗДЕЛВАНИЯ

В проведенных исследованиях хорошо прослеживается зависимость продуктивности от удобрений и их вида. При внесении только минеральных удобрений урожайность составила 58,89-64,70 т/га, что на 18,56-24,86 т/га больше по сравнению с вариантами с внесением навоза (39,84-42,61 т/га), независимо от способа основной обработки почвы и севооборота. Прибавка от использования навоза составила 11,84-14,28 т/га или 43-50 %, а от применения минеральных удобрений – 33,18-36,75 т/га или 129-131 %. Это объяснимо тем, что сахарная свекла достаточно требовательная культура к содержанию элементов питания в почве. При совместном внесении навоза и минеральных удобрений можно достичь высокого содержания элементов питания для этой культуры и тем самым получить максимальный урожай. Применение органо-минеральной системы удобрения позволило получить урожайность сахарной свеклы 61,77-65,51 т/га при использовании вспашки, что на 37,08-37,56 т/га или 134-150 % больше, чем без применения удобрений и 63,45-65,33 т/га – при минимальной обработке почвы, это на 37,00-37,74 т/га или 131-147 % больше контрольного варианта (Таблица 25).

Наличие многолетних зернобобовых трав в зернотравянопропашном севообороте положительно повлияло на урожайность корнеплодов сахарной свеклы – урожайность составила 27,95 и 28,33 т/га соответственно по вспашке и минимальной обработке почвы без дополнительного внесения удобрений, в сравнении с зернопропашным севооборотом, 24,69 и 25,71 т/га где обработка почвы существенного влияния на урожайность не оказывала.

В зернотравянопропашном севообороте урожайность по вспашке при органо-минеральной системе удобрений достоверно выше, чем в зернопропашном на 3,77 т/га ($НСР_{0,5} - 3,51$) а по минимальной обработке на 1,88 т/га ($НСР_{0,5} - 2,74$).

Таблица 25- Влияние удобрений и видов севооборотов на продуктивность сахарной свёклы по вспашке почвы, 2019-2021 гг.

Варианты		Урожайность корнеплодов			Сахаристость, %		Сбор сахара		
Навоз т/га	NPK	т/га	+/-		%	+/-	т/га	+/-	
			т/га	%				т/га	%
Зернотравянопропашной севооборот									
-	-	27,95	-	-	19,22	-	5,37	-	-
-	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	64,70	36,75	131,48	18,13	- 1,09	11,73	6,36	118,4
80	-	39,84	11,89	42,54	18,78	- 0,44	7,48	2,11	39,3
80	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	65,51	37,56	134,38	17,91	- 1,31	11,73	6,36	118,4
Зернопропашной севооборот									
-	-	24,69	-	-	19,05	-	4,70	-	-
-	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	59,01	34,32	139,01	18,51	- 0,54	10,92	6,21	132,22
80	-	40,97	16,28	65,93	18,56	- 0,49	7,60	2,91	61,66
80	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	61,77	37,08	150,18	18,71	- 0,34	11,55	6,85	145,71
НСР (удобрения)		2,48			0,94		-		
НСР (севооборот)		3,51			1,34		-		

С внесением навоза в зернотравянопропашном севообороте по минимальной обработке содержание сахара в корнеплодах возрастало на 0,25% и на 0,17% а в зернопропашном севообороте наоборот происходило

снижение на 0,49-0,60 %, при этом при росте сахаристости закономерно отмечался меньший рост урожайности и наоборот. Так, в севообороте с травами урожайность культуры выросла от внесения навоза на 11,89-14,28 т/га, а в севообороте с горохом – на 14,52-16,28 т/га. Однако данные изменения качества полученной продукции можно рас смотреть лишь как тенденцию, которая при росте выборки полученных значений может быть существенной.

Таблица 26- Влияние удобрений и видов севооборотов на продуктивность сахарной свёклы по минимальной обработки почвы, 2019-2021 гг.

Варианты		Урожайность корнеплодов			Сахаристость, %		Сбор сахара		
Навоз, т/га	NPK	т/га	+/-		%	+/-	т/га	+/-	
			т/га	%				т/га	%
Зернотравянопропашной севооборот									
-	-	28,33	-	-	18,23	-	5,16	-	-
-	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	60,22	31,89	112,56	17,58	- 0,65	10,58	5,42	104,98
80	-	42,61	14,28	50,40	18,48	0,25	7,87	2,70	52,46
80	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	65,33	37	130,61	17,7	- 0,53	11,56	6,39	123,89
Зернопропашной севооборот									
-	-	25,71	-	-	18,06	-	4,64	-	-
-	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	58,89	33,18	129,05	18,23	0,17	10,73	6,09	131,21
80	-	40,23	14,52	56,47	17,46	-0,6	7,02	2,38	51,27
80	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	63,45	37,74	146,79	16,55	- 1,51	10,73	5,85	126,15
НСП (удобрения)		1,95			2,9		-		
НСП (севооборот)		2,74			1,3		-		

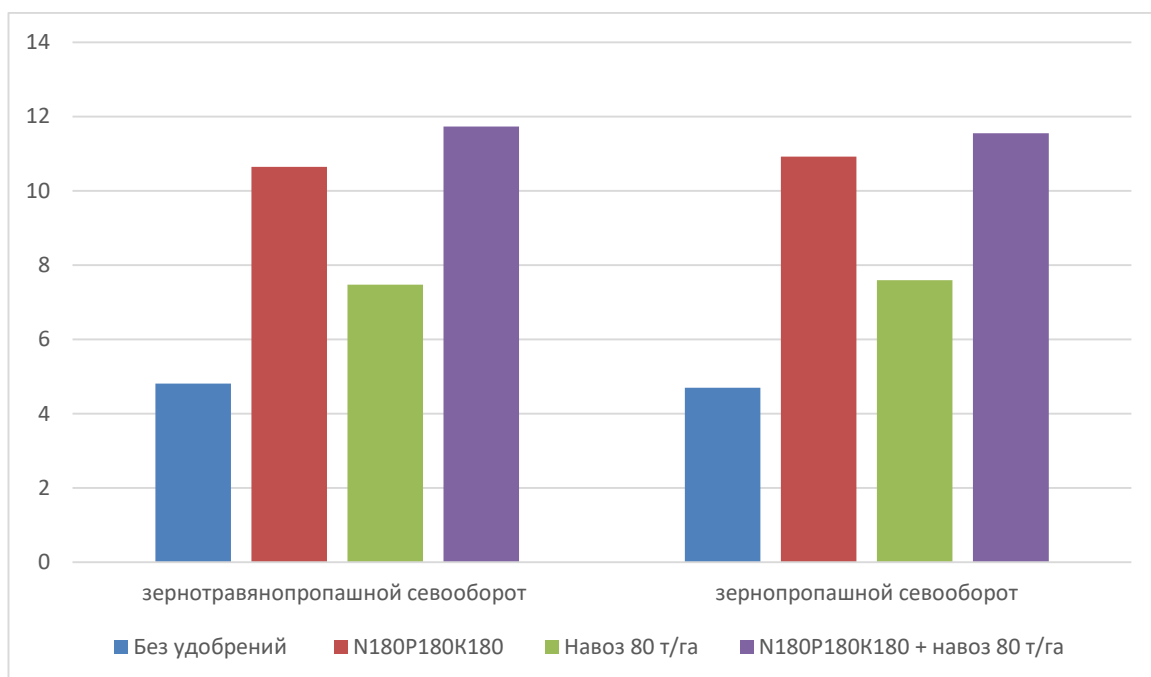


Рисунок 1. Влияние удобрений и видов севооборотов на сбор сахара сахарной свёклы при вспашке почвы, 2019-2021 гг.



Рисунок 2. Влияние удобрений и видов севооборотов на сбор сахара сахарной свёклы при минимальной обработке почвы, 2019-2021 гг.

Поскольку величина выхода сахара является производной от урожайности и сахаристости корнеплодов, то при совместном внесении навоза и минеральных удобрений отмечен максимальный сбор сахара с гектара: в зернотравянопропашным севообороте при вспашки 11,73 т/га, при минимальной обработки почвы 11,56 т/га, в зернопропашном севообороте 11,55 т/га и 10,51 т/га соответственно (Рисунок 1). Лишь в зернопропашном севообороте при использовании минимальной обработки почвы сбор сахара наибольший был при минеральной системе удобрений и составил 10,73 т/га, что на 0,22 т/га больше, чем при использовании органо-минеральной системы удобрений, при которой сахаристость корнеплодов была минимальной и составляла 16,55 % (Рисунок 2).

8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ УДОБРЕННОСТИ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В реалиях современного сельскохозяйственного производства основным критерием эффективности предлагаемой агротехнологии является её экономическая целесообразность. Необходимость экономического обоснования диктуется сложившимся диспаритетом цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, сложностью проведения агротехнологических операций. В таких условиях задача учёных состоит в том, чтобы на основе достоверных экспериментальных данных и детальных математических расчётов рекомендовать производству такое сочетание агроприёмов возделывания сахарной свёклы, при реализации которого обеспечивался бы максимальный экономический эффект.

Мы в своих исследованиях определили основные экономические параметры каждого варианта опыта исходя из текущей маркетинговой ситуации и опираясь на актуальные справочные данные по ценам на удобрения, ГСМ и тарифную сетку оплаты труда.

Для удобства расчётов и предельной наглядности полученных данных номинальной площадью для исследований определён один гектар в пересчёте на конечный продукт технологии – выход сахара.

Производственные затраты по технологической карте включали в себя стоимость семенного материала, удобрения, обработку почвы, оплату труда, топливо и средства защиты растений.

Как показали наши исследования, на фоне глубокой отвальной обработки почвы показатели экономической эффективности значительно различаются по вариантам удобрения (Таблица 27). При отсутствии в технологии возделывания сахарной свёклы удобрений в зернопропашном севообороте получен практически нулевой показатель эффективности: прибыль 1,5 тыс. руб/га при уровне рентабельности 16%, что говорит о

нецелесообразности такой технологии не только с экономической, но и агрохимической и экологической точек зрения. Зернотравянопропашном севообороте прибыль составила 14,9 тыс. руб./ га при уровне рентабельности 16,1%.

Таблица 27-Экономическая эффективность удобрений возделывания сахарной свёклы по отвальной обработке почвы
Средние данные 2019-2021 гг.

Показатели	Зернотравянопропашной севооборот				Зернопропашной севооборот			
	0	NPK	навоз	Навоз + NPK	0	NPK	навоз	Навоз + NPK
Сбор сахара, т/га	5,37	11,73	7,48	11,73	4,70	10,92	7,60	11,55
Затраты по технологической карте, тыс. руб/га	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5
Затраты на мин. и орг. удобрения, тыс. руб/га	-	35,2	16,8	52,0	-	35,2	16,8	52,0
Всего затрат, тыс. руб/га	92,5	127,7	111,3	144,5	92,5	127,7	111,3	144,5
Цена реализации, тыс. руб/т	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Выручка от реализации, тыс. руб/га	107,4	234,6	149,6	234,6	94,0	218,4	152,0	231,0
Себестоимость единицы продукции, тыс. руб/т	17,2	10,8	14,8	12,3	19,6	12,1	14,6	12,5
Прибыль, тыс. руб/га	14,9	106,9	38,3	90,1	1,5	90,7	40,7	86,5
Уровень	16,1	83,7	34,4	62,4	1,6	71,0	36,6	59,9

рентабельности, %								
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Введение в технологию минеральных удобрений на дозе $N_{180}P_{180}K_{180}$ увеличило затраты на величину 35.2 тыс. руб/га, однако, благодаря повышению продуктивности на этих экспериментальных вариантах позволило получить прибыль 85-90 тыс. руб/га, что является очень достойным показателем. Органические удобрения в дозах 80 т/га привели к дополнительному получению до 2,5 т сахара с гектара, но, не смотря на это, внесение, транспортировка и сама себестоимость навоза несколько снивелировали отмеченный положительный эффект. В этом случае при рентабельности производства 34-37 % прибыль составила 38-40 тыс. руб/га. Данную технологию возможно использовать в хозяйствах, имеющих большое поголовье крупного рогатого скота, на полях, удаленных на небольшие расстояния от мест хранения и складирования твёрдых органических удобрений.

Совместное внесение органических и минеральных удобрений не привело к существенному увеличению экономических показателей, не смотря на возросшие на величину более 1 т/га сахара уровни продуктивности. Объяснение данной закономерности следует искать в непропорциональном увеличении затрат получению дополнительной продукции.

В целом при глубокой отвальной обработке почвы экономические показатели возделывания сахарной свёклы на оптимальных вариантах были на достаточно высоком уровне. При насыщении посевов органическими и минеральными удобрениями в оптимальных дозах возможно получение 90 тыс. рублей чистой прибыли на каждый гектар посевов, что позволит хозяйствам, реализующим данную технологию сформировать бюджет развития, выплачивать работникам достойную заработную плату и выполнять все социальные обязательства.

В настоящее время всё больше агропромышленных формирований выбирают в качестве способа основной обработки почвы поверхностную посредством разнообразных дисковых орудий с перемешиванием слоя почвы на глубину до 12-15 см. В нашем опыте при анализе экономических показателей агротехнологий мы сочли целесообразным сравнить изучаемые варианты удобрения в разрезе дифференциации обработок почвы, выделив последние в отдельные таблицы.

По данным наших расчётов, отмеченные выше закономерности, характерные для глубокой отвальной обработки, прослеживаются и на вариантах с минимализацией механического воздействия на почву (Таблица 28).

При несколько меньших затратах (на 2,2 тыс. руб./га) почвообрабатывающих агрегатов по сравнению со вспашкой в зернотравянопропашном севообороте прибыль составила 12,9 тыс. руб./га при уровне рентабельности 14,2% без использования органических и минеральных удобрений против 2,5 тыс. руб./га в севообороте без использования многолетних трав. Представляется, что многолетние травы, имея мощную корневую систему, богатую органическим азотом, способствовали постепенной минерализации этого наиболее важного для всех сельскохозяйственных культур элемента и, тем самым, повысили продуктивность сахарной свёклы на контрольных вариантах.

При внесении под сахарную свёклу навоза благодаря более интенсивной минерализации под воздействием высокой микробиологической активности в почве на делянках, где технологией возделывания предусматривалось двухлетнее использование многолетних бобовых трав наблюдалось значительное увеличение продуктивности сахарной свёклы, выразившееся в дополнительном получении 0,850 т/га сахара по сравнению с зернопропашным севооборотом. Данное обстоятельство послужило причиной более высокой прибыли на 17,0 тыс. руб./га или на 35,2% уровня рентабельности на 15,7% по сравнению с сравниваемым вариантом.

Таблица 28 - Экономическая эффективность удобрений сахарной свёклы по минимальной обработке почвы
Средние данные 2019-2021 гг.

Показатели	Зернотравянопропашной севооборот				Зернопропашной севооборот			
	0	НPK	навоз	Навоз + NPK	0	НPK	навоз	Навоз + NPK
Сбор сахара, т/га	5,16	10,58	7,87	11,56	4,64	10,51	7,02	10,73
Затраты по технологической карте, тыс. руб/га	90,3	90,3	90,3	90,3	90,3	90,3	90,3	90,3
Затраты на мин. и орг. удобрения, тыс. руб/га	-	35,2	16,8	52,0	-	35,2	16,8	52,0
Всего затрат, тыс. руб/га	90,3	125,5	109,1	142,3	90,3	125,5	109,1	142,3
Цена реализации, тыс. руб/т	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Выручка от реализации, тыс. руб/га	103,2	211,6	157,4	231,2	92,8	214,6	140,4	210,0
Себестоимость единицы продукции, тыс. руб/т	17,5	11,8	13,8	12,3	19,4	11,7	15,5	13,6
Прибыль, тыс. руб/га	12,9	86,1	48,3	88,9	2,5	89,1	31,3	67,7
Уровень рентабельности, %	14,2	68,6	44,3	62,5	2,8	71,0	28,6	47,6

Минеральные удобрения при самостоятельном применении по минимальной обработке почвы обеспечивала почти равную прибыль – 86,1 и

89,1 тыс. руб./га соответственно в зернотравянопропашном и зернопропашном севообороте и уровень рентабельности 68,6 и 71,0%.

Совместное использование минеральных удобрений и навоза обозначало более выгодную прибыль на 22,2 тыс. руб./га или на 23,8% и уровень рентабельности на 14,9% в севообороте с травами по сравнению с севооборотом без них.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При глубокой отвальной обработке по слоям пахотного горизонта почвы произошла заметная дифференциация её плотности с лучшими показателями в нижних слоях, а при мелкой обработке происходила обратная зависимость - наблюдалась статистически доказанное уплотнение слоя почвы 20-30 см с величинами, выходящими за пределы оптимальных значений - 1,22 - 1,23г/ см³. При применении полуперепревшего навоза крупного рогатого скота, даже в нижних слоях плотность пахотного слоя почвы не превышала градации оптимальных величин - 1,14-1,17г/ см³. Оптимальным вариантом по созданию благоприятной величин плотности почвы может служить совместное внесение органических и минеральных удобрений.

2. Коэффициент структурности почвы без внесения удобрений при глубокой отвальной обработке почвы имел более высокие значения в середине пахотного горизонта в слое 10-20 см и составил 3,6 единицы. В нижней части профиля эта величина снижается до 3,4. В верхнем слое 0 - 10 см отмечалась снижение структурированности почвы до величин 2,5-2,8 с лучшими значениями в севообороте с многолетними травами. При органической системе удобрения наблюдалась значительное улучшение структурности даже в верхнем слое пахотного горизонта почвы до величин 3,8-4,2 с преимуществом глубокой отвальной обработки почвы. С увеличением глубины коэффициент структурности заметно улучшается, достигая значений 5,2-5,6 в зернотравянопропашном севообороте и 4,9-5,1 в зернопропашном севообороте.

3. Запасы продуктивной влаги в почве весной в фазе кущения находились на уровне 135-148 мм на варианте без внесения удобрений и от 145 до 170 мм на удобренных вариантах. При внесении минеральных удобрений запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы повышались до 155-156 мм при вспашке и 137-145 мм при минимальной обработке почвы. По видам севооборота не обнаружено существенного различия в начальных

запасах влаги. При отсутствии удобрённости, запасы влаги в почве осенью составили примерно равную величину вне зависимости от факторов опыта - 35-39 мм. При внесении только минеральных удобрений проявляется положительная роль минимальной обработки почвы во влагоудержании. Различия по севооборотам между минимальной обработкой почвы и вспашкой составили 6-8 мм.

4. В минеральной системе удобрения гидролитическая кислотность повысилась в зерноотравнопропашном севообороте до 5,14-5,25 мг-экв./100 г почвы и в зернопропашном до 5,14-5,69 мг-экв./100 г, при этом более высокие значения отмечены при минимальной обработке почвы. С внесением навоза отмечена самая низкая величина гидролитической кислотности в нижнем горизонте почвы 2,68 мг-экв./100 г почвы. Реакция почвенного раствора без внесения удобрений во всех слоях почвы находилась в пределах 5,94-6,26 единиц. Применение органоминеральной системы удобрений вне зависимости от видов севооборотов и способов основной обработки почвы обеспечило создание оптимальной для растений сахарной свеклы реакции почвенного раствора 5,67-5,91 единиц.

5. Глубокая отвальная вспашка способствовала активизации почвенных микроорганизмов по всему пахотному горизонту, а минимальная - только в верхних слоях. В условиях многофакторного стационарного опыта величина биологической активности по разложению льняной ткани увеличивается в ряду: зернопропашной севооборот - зерноотравнопропашной а так же ряду вариантов: минеральная система удобрений- контроль- органическая система- орвано-минеральная при значительном повышении при минимальной обработке почвы с абсолютными значениями 55-85 % при 120-дневной экспозиции. При минеральной системе удобрений отмечается снижение числа сапрофитов в верхнем слое почвы. Плотность заселения почвы сапрофитами на вариантах с внесением высоких доз навоза весьма значительна до $6,3 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г почвы.

6. В зернопропашном севообороте количество аммонийного азота в почве ниже по сравнению с зернотравянопропашным на 1,5-6,5 мг/кг почвы. Для зернопропашного севооборота характерно сокращение содержания аммонийного азота на вариантах с минимальной обработкой почвы на 2-4 мг/кг, особенно в верхних слоях. На варианте без внесения удобрений в зернотравянопропашном севообороте содержание нитратов в пахотном слое почвы на вспашке находилась в пределах 9,6 - 13,9-мг/кг, при минимальной обработке почвы 8,9 - 14,5мг/кг. В зернопропашном севообороте по вспашке 13,7-19,2, при минимальной обработке, 12,1 - 21,1мг/кг. При минимальной обработке почвы отмечено резкое повышение содержание нитратов в верхнем слое почвы и по всему профилю пахотного горизонта до 53,5; 32,3 и 17,9 мг/кг. На вариантах опыта с внесением навоза более высокое содержание нитратов отмечена в зернотравянопропашном севообороте при сокращении их количества по мере углубления обработки почвы с 33,3 до 18,3 и 11,9 мг/кг. В зернопропашном севообороте на вспашке снижение нитратов содержание происходило плавно с 28,2 до 16,0 и 10,2 мг/кг, а при минимальной обработке наибольшее содержание нитратов наблюдалась в слое 10-20 см и составило 34,3 мг/кг. На вариантах с совместным внесением минеральных и органических удобрений, наибольшее содержание нитратов сосредоточилось в верхнем 0-10 см слое почвы, причем, наибольшая их концентрация отмечена на вспашке (48 мг/кг в ЗТП севообороте и 49,5 мг/кг в ЗП).

7. Содержание в почве доступных соединений фосфора и калия прямо пропорционально количеству их с внесенными удобрениями. В зернопропашном севообороте их количество заметно выше, чем в севообороте с многолетними травами. На вспашке их содержание распределялось равномерно по профилю, тогда как при минимальной - в верхнем 0-20 см слое. Общее содержание подвижного фосфора колеблется от 3-9 мг/100гр почвы на контроле до 34,4-46,0 мг/100гр почвы на вариантах

максимальной удобренности. Содержание обменного калия зафиксировано на уровне 11,7-12,8 и 59,2-69,1 мг/100гр почвы соответственно.

8. Наиболее высокие показатели содержания гумуса в почве установлены на вариантах с совместным внесение навоза и минеральных удобрений 6,07 и 6,15 % в зернопропашном севообороте в верхнем слое почвы и 5,49 и 5,72% в зернотравянопропашном севообороте.

9. В зернотравянопропашном севообороте прибавки урожайности корнеплодов сахарной свеклы от минеральных удобрений в дозе $N_{180}P_{180}K_{180}$ по вспашке на 4,86 т/га больше (13,2%), чем по минимальные обработки почвы. В зернопропашном разница (1,14 т/га) не достоверна.

10. Прибавки урожайности от навоза в дозе 80 т/га в зернотравянопропашном севообороте меньше по вспашке - 11,89 т/га, чем по минимальные обработки почвы – 14,28 т/га. В зернопропашном наоборот прибавки по вспашке – 16,28 т/га превалирует над прибавками по минимальные обработки почвы – 14,52 т/га.

11. Органоминеральная система удобрений сахарной свеклы обеспечила практически равную прибавку урожайности корнеплодов независимо от видов севооборотов и способов основной обработки почвы (37,00-37,74 т/га), однако относительное увеличение урожайности, более высокое во вспашке, чем по минимальной обработке, в зернотравянопропашном севообороте, соответственно 134,38 и 130,61% и в зернопропашном 150,18 и 146,79%.

12. Достоверное снижение сахаристости корнеплодов сахарной свеклы наблюдалось при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{180}P_{180}K_{180}$ в зернотравянопропашном севообороте по вспашке (-1,09%) и при сочетании и минеральных удобрений и навоза (-1,315), а также в зернопропашном севообороте по минимальные обработки в органоминеральной системе удобрений (-1,51%).

13. Наибольший сбор сахара при совместном внесении минеральных удобрений и навоза отмечен по вспашке в зернопропашном севообороте и по

минимальной обработки почвы в зернотравянопропашном, соответственно 11,55 и 11,56 т/га, а при внесении $N_{180}P_{180}K_{180}$ в зернотравянопропашном севообороте по минимальные обработки почвы в зернопропашном севообороте – 11,73 и 10,73 т/га.

14. Наибольшая прибавка при возделывании сахарной свеклы по вспашке 10,69 и 90,7 тыс. руб./га получена соответственно в зернотравянопропашном и зернопропашном севообороте. По минимальные обработки почвы её значение составило 86,1 и 89,1 тыс. руб./га.

Экономические показатели органоминеральной системы удобрения уступали показателям минеральной системы.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При возделывании сахарной свёклы в условиях Центрально-Чернозёмного региона России возможно использование минимальной энергосберегающей обработки почвы с глубиной воздействия до 12-15 см.

2. При минимализации основной обработки почвы необходимо внесение достаточных доз минеральных удобрений по 180 кг/га д.в. азота, фосфора и калия, а, при низких показателях плодородия используемых земель, органических удобрений в адаптированных дозах на фоне введения в севооборот многолетних бобовых трав.

3. При соблюдении данных условий возможно получение до 65 т/га корнеплодов, что соответствует более 11 т/га сахара при рентабельности технологии возделывания сахарной свёклы 65 процентов.

ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейших наших исследованиях планируется включить в схему опыта варианты с различным насыщением минеральными удобрениями, увеличить количество сочетаний и комбинаций для сахарной свёклы. Также представляется весьма актуальным провести исследования по влиянию на показатели плодородия почвы и продуктивность сахарной свёклы различных видов органических удобрений, таких как птичий помёт, органические компосты, свиноводческие стоки и гранулированные органические удобрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров, Б.Ф. Симбиотический азот в земледелии. Центрально-черноземной зоны Российской Федерации / Б.Ф. Азаров // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора с.-х. наук. – М.: ВИУА. 1995. – 23 с.
2. Азаров В.Б. Мониторинг плодородия почв Центрального Черноземья: Учебно-методическое пособие. / В.Б. Азаров. – Белгород: «Отчий край», 2004. – С. 105-108.
3. Азаров, В.Б. Регулирование плотности сложения чернозема типичного в технологиях возделывания ячменя / В.Б. Азаров, Г.И. Уваров, М.В. Бондаренко // Материалы конференции «Проблемы сельскохозяйственного пр-ва на современном этапе и пути их решения». IX Международная науч. – произв. Конференция (12-14 мая 2005 г.) – Белгород, 2005. – С. 68-69.
4. Азизов, З.М. Изменение параметров плодородия почвы в зависимости от приемов основной обработки в севообороте / З.М. Азизов // Плодородие. – 2017. - №4. – С. 43-45.
5. Азизов, З.М. Влияние приемов основной обработки почвы и удобрений на мощность гумусового слоя и запасы гумуса чернозема южного / З.М. Азизов // Плодородие. – 2015. - №5. – С. 42-43.
6. Айдиев, А.Ю. Основные направления биологизации земледелия / А.Ю. Айдиев, В.И. Лазарев // Инновационно-технологические основы развития земледелия. сб. докладов Всеросс. науч. – конференции ВНИИЗ и ЗПЭРАСХН. 19-21 сент. 2006. – Курск, 2006. – С. 48-49.
7. Акименко, А.С. Биологизированные системы земледелия в Центрально-Черноземном Регионе / А.С. Акименко, И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // сахарная свекла. – 2010. - №9. – С. 12-14.
8. Акинчин, А.В. Влияние видов севооборотов, способов основной обработки почвы и удобрений на коэффициент структурности чернозема типичного / А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков // Материалы конференции «Проблемы сельскохозяйственного пр-ва на современном этапе и пути их решения». XV Международная науч. – практ. конференция (23-26 мая 2011 года). – Белгород, 2011. – С. 15.
9. Акинчин, А.В. Содержание гумуса в черноземе типичном в зависимости от вида севооборота, способа основной обработки почвы и удобрений / А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев //

Материалы конференции «Проблемы сельскохозяйственного права на современном этапе и пути их решения». XIII Международная науч. – произв. Конференция (19-22 мая 2009 года). – Белгород: БелГСХА, 2009. – С. 5.

10. Акулов, П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов / П.Г. Акулов // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора с. – х. наук. – М.: ВИУА, 1994. – 73 с.
11. Ананьева, Н.Д. Пространственное и временное варьирование микробного метаболического коэффициента в почвах / Н.Д. Ананьева, Е.В. Благодатская, Т.С. Демкина // Почвоведение. – 2002. - №10. – С. 1233-1241.
12. Ананьева, Н.Д. Оценка устойчивости микробных комплексов почв к природным и антропогенным воздействиям / Н.Д. Ананьева, Е.В. Благодатская, Т.С. Демкина // Почвоведение. – 2002. - №5. – С. 580-587.
13. Аристовская, Т.В. Микробиологические процессы почвообразования / Т.В. Аристовская. – Л.: Наука, 1980. – 187 с.
14. Ахметов Ш.И. Изменение параметров биологической активности чернозема выщелоченного при различных условиях антропогенной нагрузки / Ш.И. Ахметов, А.С. Гослебезьев // Материалы Международной науч. – практ. конференции. – Пенза, 2002. – С. 97-99.
15. Бакиров, Ф.Г. Влияние обработки почвы на плодородие чернозема Южного / Ф.Г. Бакиров // Земледелие. – 2007. - №5. – С. 18-19.
16. Безкоровайная, И.Н. Биологическая диагностика и индексация почв. Краткий курс лекций / И.Н. Безкоровайная // Красноярский гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2001. – 40 с.
17. Берестецкий, О.А. Влияние сельскохозяйственных культур на численность микрофлоры и биологическую активность дерново-подзолистой почвы / О.А. Берестецкий, Т.П. Зубец // Почвоведение. – 1987. - №1. – С. 94-99.
18. Биленко, О.П. Влияние способа основной обработки на элементы плодородия слоев пахотного горизонта / О.П. Биленко // Авторефдисс. на соискание уч. ст. канд. с.-х. наук. – Курск, 1993. – 29 с.
19. Болотских, Г.А. Особенности трансформации органического вещества чернозема типичного при различных формах использования земель / Г.А. Болотских // Авторефдисс. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Курск, 2001. – 27 с.

20. Брескина, Г.М. Изменение биологической активности почвы за севооборот в зависимости от уровня органических и минеральных удобрений / Г.М. Брескина, Н.А. Чуян // Почвозащитное земледелие России: Сб. докладов науч. – практ. конференции (15-17 сентября 2015 г.) – Курск, 2015. – С. 81-84.
21. Брескина, Г.М. Влияние экологических факторов на содержание, состав и устойчивость органического вещества чернозема типического и его биологическую активность / Г.М. Брескина // Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. с.-х. наук. – Курск, 2005. – 23 С.
22. Вальков, В.Ф. Системно-биологический подход при изучении почв / В.Ф. Вальков // Научная мысль Кавказа. – 1995. - №4. – С. 6-10.
23. Василенко, Е.С. Изменение численности микроорганизмов в зависимости от величины агриатов гумусового горизонта миграционно-мицелярного чернозема / Е.С. Василенко, О.В. Кутовая, А.К. Тхакахова, А.С. Мартынов // Бюлл. Почв.ин-та им. В.В. Докучаева. – 2014. – Т. 73. – С. 150-173.
24. Васюков, П.П. Оценка изменения плодородия чернозема выщелоченного Краснодарского края в зависимости от систем основной обработки почвы / П.П. Васюков, Г.М. Лесовая, Г.В. Чуварлива, А.А. Мнатсаканян, О.Бю Бычков // Плодородие. – 2018. - №3. – С. 17-19.
25. Велюханова, О.В. Влияние агрогенных факторов над динамику биологической активности чернозема типического / О.В. Велюханова // Материалы Международной науч. – практ. конференции «Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы сельской местности». В двух частях. Ч. 2. – Москва – Смоленск, 2001. – С. 119-126.
26. Верзилин, В.В. Биология почв среднерусского Черноземья (диагностика и пути решения) / В.В. Верзилин, С.И. Коржов, Н.И. Придворев. – Воронеж: ВГАУ, 2005. – 247 с.
27. Вильямс, В.Р. Собрание сочинений. Т.7. / В.Р. Вильямс. – М.: Гос. Изд. с.-х. литературы, 1951. – С. 29, 315.
28. Витер, А.Ф. Системы обработки почвы в Центрально – Черноземной зоне / А.Ф. Витер, Н.Я. Кутовая. // Земледелие. – 1986. - №1. – С. 23-25.
29. Винер, А.Ф. Изменение плодородия обыкновенного чернозема ЦЧР под влиянием основной обработки / А.Ф. Витер, А.М. Новочихин // Вестник с.-х. наук. – 1984. - №1. – С. 47-85.

30. Воронин, А.Н. Влияние структуры севооборота, способа основной обработки почвы и удобрений на продуктивность озимой пшеницы в Центрально-Черноземном регионе / А.Н. Воронин, В.В. Никитин, В.Д. Соловиченко, В.И. Мельников // *Агрохимия*. – 2016. - №5. - С. 21-27.
31. Гармашов, В.М. Изменение биологических свойств чернозема обыкновенного при различных способах обработки и применения удобрений / В.М. Гармашов, Л.В. Гармашова // *Материалы конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологии» (23-25 мая 2016 г.) Т.1.* – Белгород, 2016. – С. 7-8.
32. Грицюк, В.Н. Влияние минеральных удобрений и нитрагина на азотфиксацию и люцерны / В.Н. Грицюк // *Агрохимия*. – 1994. - №2. – С. 38-40.
33. Гузеев, В.С. Альтернативные методы предохранения целлюлозы против микробного разрушения / В.С. Гузеев, П.И. Иванова, С.В. Левин // *Известия АН СССР. сер. биол.* – 1988. - №3. – С. 466-471.
34. Даденко, Е.В. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню. / Е.В. Даденко, М.А. Мясникова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков // *Почвоведение*. – 2014. - №6. – С. 724-733.
35. Девятова, Т.А. Биологическая активность черноземов центра Русской равнины / Т.А. Девятова, А.П. Щербаков // *Почвоведение*, 2006. - №4. – С. 502-508.
36. Дедов, А.А. Влияние приемов биологизации земледелия и способов обработки почвы на содержание органического вещества в черноземе типичном и продуктивность севооборотов / А.А. Дедов, М.А. Не смеянова, А.В. Дедов // *Агрохимия*. – 2017. - №9. – С. 25-31.
37. Дедов, А.В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание в почве подвижных гумусовых веществ / А.В. Дедов, Н.И. Придворев, Е.В. Морозова // *Агрохимия*. – 2001. - №11. – С. 26-33.
38. Докучаев, В.В. Избранные сочинения. Т. 1. / В.В. Докучаев. – М.: ОГИЗ, 1948. – С. 36-40.
39. Домополова, Н.В. Агроэкологические аспекты воспроизводства почвенного плодородия, регулирование и сохранение / Н.В. Домополова // *Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: Сб. докладов Международной науч. – практ. конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов им.*

- В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – С. 130-134.
40. Домополова, Н.В. К вопросу о специализированных севооборотах в хозяйствах / Н.В. Домополова, Г.С. Косулин // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: Сб. докладов Международной науч. – практ. конференции Курского отд. МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева». (Курск, 24-25 апреля 2019 г.) – Курск, 2019. – С. 130-135.
41. Домополова, Н.В. Проектирование севооборотов и приемы биологизации – резерв повышения урожайности сельскохозяйственных культур / Н.В. Домополова, Г.С. Косулин // Материалы XXII Международной науч. – произв. Конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 г.). Т. 1. – Майский: Изд. ФГБОУ ВО Белгор. ГАУ, 2018. – С. 50.
42. Дудкин, В.М. Севообороты в современной земледелии России / В.М. Дудкин. – Курск: Изд-во КГСХА, 1997. – 155 с.
43. Дудкина, Т.А. Влияние севооборота и удобрений на целлюлозоразрушающую способность почвы под озимой пшеницей / Т.А. Дудкина // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: Сб. докладов Междунар. науч. – практ. конференции Курского отд. МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева». (Курск, 24-25 апреля 2019 г.) – Курск, 2019. – С. 140-141.
44. Дудкина, Т.А. Инструмент для проведения исследований по биологии почвы / Т.А. Дудкина, И.В. Дудкин // Агрехимический вестник. – 2018. - №4. – С. 71-74.
45. Дусаев, Х.Б. Безотвальная обработка почвы в Предуралье // Х.Б. Дусаев // Земледелие. – 1990. - №11. – С. 86-91.
46. Елешев, Р.Е. Изменение биологической активности каштановой почвы при длительном применении удобрений в плодосменном севообороте с масличными культурами / Р.Е. Елешев, Ж.Б. Бакенова. // Почвоведение. – 2012. - №11. – С. 1226-1230.
47. Ермолаев, В.П. Динамика целлюлозолитической активности серой лесной почвы под сеяным лугом различного режима использования / В.П. Ермолаев, Л.Г. Ширмова, И.Р. Медведева, С.С. Быховец // Почвоведение. – 1991. - №1. – С. 59-67.
48. Журавлев, К.Н. Плотность чернозема типичного в зависимости от вида севооборота, приема основной обработки и уровня удобрений / К.Н. Журавлев // Материалы конференции

- «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения» XIМеждунар. науч.-произв. Конференция (14-18 мая 2007 г.) – Белгород, 2007. – С. 24.
49. Звягинцев, Д.Г. Устойчивость гуминовых кислот к микробной деструкции / Д.Г. Звягинцев, А.А. Шаповалов, Ю.Г. Пуцкикин, А.А. Степанов, Л.В. Лысак, М.А. Буланкина // Вестник Моск. Ун-та. Сер. 17, почвоведение. – 2004. - №2. – С. 44-47.
50. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы. // Д.Г. Звягинцев. – М., 1987. – С. 15-38.
51. Звягинцев, Д.Г. Динамика микробной численности биомассы и продуктивность микробных сообществ в почвах / Д.Г. Звягинцев, В.Е. Голимбет // Успехи микробиологии. – 1983. - №18. – С. 215-231.
52. Иванов, А.Л. Почвенные ресурсы и биологический потенциал в системе мер адаптации сельского хозяйства России к природно-климатическим изменениям / А.Л. Иванов // Плодородие. – 2018. - №1. – С. 42-47.
53. Иванова, Е.А. Структура микробного сообщества агрегатов чернозема типичного в условиях контрастных вариантов сельскохозяйственного использования / Е.А. Иванова, О.В. Кутовая, А.К. Тхакахова, Т.И. Чернов, Е.В. Першина, Л.Г. Маркина, Е.Е. Андронов, Б.М. Когут // Почвоведение. – 2015. - №11. – С. 1367-1372.
54. Казеев, К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: Методология и методы исследований / К.Ш. Казеев. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.
55. Калужских, А.Г. Влияние агрогенных факторов и рельефа на содержание и динамику микробной биомассы в черноземе типичном / А.Г. Калужских // Дисс. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Курск, 2010. – С. 76-91.
56. Карабутов, А.П. Реакция чернозема типичного на многолетнее действие агроприемов / А.П. Карабутов, Г.И. Уваров // Бюллетень научных работ. Вып. 25. – Белгород: БелГСХА, 2011. – С. 37-42.
57. Карабутов, А.П. Питательный режим чернозема типичного в многолетнем опыте с удобрениями / А.П. Карабутов, Г.И. Уваров // Материалы конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения» XVМеждунар. науч.-практ. конференция (23-26 мая 2011 г.) – Белгород, 2011. – С. 37.

58. Карпушина, Л.Е. Плодородие выщелоченного и типичного черноземов Предгорного районов Ставропольского края / Л.Е. Карпушина // Плодородие. – 2010. - №1. – С. 4-5.
59. Кирюшин, В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.В. Кирюшин // Пути решения экологических проблем в сельскохозяйственном производстве Урала: Материалы науч. Конференции 21 декабря 2006 г. – Екатеринбург, 2007. – С. 19-27.
60. Ковтун, И.А. А как же быть с заделкой органических удобрений? / И.А. Ковтун // Земледелие. – 1988. - №5. – С. 35-38.
61. Ковтун, Б.М. Эволюция доминирующих парадигм в учении о гумусе и почвенном органическом веществе. / Б.М. Ковтун, В.М. Семенов // Агрохимия. – 2015. - №12. – С. 3-17.
62. Когут, Б.М. Водопрочность и лабильные гумусовые вещества типичного чернозема при разном землепользовании / Б.М. Когут, С.А. Сысуев, В.А. Холодов // Почвоведение. – 2012. - №5. – С. 555-561.
63. Когут, Б.М. Принципы и методы оценки содержаемого трансформируемого органического вещества в пахотных почвах / Б.М. Когут // Почвоведение. – 2003. - №3. – С. 308-316.
64. Когут, Б.М. О некоторых изменениях гумусного состояния типичного чернозема под влиянием плоскорезной обработки / Б.М. Когут, Н.П. Масютенко // Почвоведение. – 1990. - №1. – С. 148-153.
65. Коржов, С.И. Характеристика различных комплексов воспроизводства плодородия чернозема выщелоченного / С.М. Коржов, В.В. Верзилин, Н.И. Придворев // Материалы конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения» XIII Междунар. науч.-произв. конференция (19-22 мая 2009 г.) – Белгород: БелГСХА, 2009. – С. 19.
66. Костычев, П.А. Почвы черноземной области России / П.А. Костычев. – М.: Сельхозгиз, 1949. – С. 161 -162.
67. Котлярова, О.Г. Биологизация в ландшафтных системах земледелия / О.Г. Котлярова // Инновационно-технологические основы развития земледелия. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2006. – С. 175-179.
68. Крохин, С.В. Биологическая продуктивность и гумусовое состояние черноземов Хомутовской степи / С.В. Крохин // Материалы

- XIVМеждунар. науч.-произ. Конференции. – Белгород: БелГСХА, 2010. – С. 26.
69. Кудеяров, В.Н. Современное состояние углеродного баланса и предельная способность почв к поглощению углерода на территории России / В.Н. Кудеяров // Почвоведение. – 2015. - №9. – С. 1049-1059.
70. Кудеяров, В.Н. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / В.Н. Кудеяров, Г.А. Заворзин, С.А. Благодатский. – М.: Наука, 2007. – 315 с.
71. Кузнецова, Л.Н. Биологическая активность чернозема типичного в зависимости от способа обработки / Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, А.Г. Ступаков // Сахарная свекла. – 2016. - №1. – С. 36-38.
72. Кузнецова, Л.Н. Целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов при «нулевой» технологии / Л.Н. Кузнецова // Вестник Курской гос. с.-х. академии. – 2014. - №7. – С. 49-51.
73. Лаврентьева, Е.В. Ежедневная динамика целлюлозной активности в пахотной почве в зависимости от обработки / Е.В. Лаврентьева, А.М. Семенов, В.В. Зеленев, Ю. Чжун, Е.В. Семенова, Б.Б. Намсараев, А.Х.К. Ван Бругген // Почвоведение, 2009. №8. – С. 952-961.
74. Лазарев, В.И. Динамика эффективного плодородия чернозема при длительном сельскохозяйственном использовании / В.И. Лазарев, А.Ю. Айдиев, И.А. Золотарева, Н.Н. Трутаева. – Курск: Изд. Курской с.-х. академии, 2007. – 122 с.
75. Ларионова, А.А. Трансформация органического вещества в агросерной почве и агрочернозёме в процессе гумификации биомассы кукурузы // А.А. Ларионова, Б.Н. Золотарева, Ю.Г. Колягин, В.Н. Кудеяров // Почвоведение. – 2013. - №8. – С. 947-955.
76. Ларионова, А.А. Влияние температуры на интенсивность разложения лабильного и устойчивого органического вещества агрочернозема / А.А. Ларионова, А.К. Квиткина, И.В. Евдокимов, С.С. Быховец, А.Ф. Стулин // Почвоведение. – 2013. - №7. – С. 803-812.
77. Линков, С.А. Влияние сидеральных культур на микробиологическую активность почвы / С.А. Линков, А.Ю. Пятницкая // Проблемы и решения современной аграрной экономики. XXIМеждунар. научн. – произв. – конференция (пос. Майский, 23-24 мая 2017 г.) Т. 1. – п. Майский ФГБОУ ВО Белгор. ГАУ. – 2017. – С. 167-168.

78. Линков, С.А. Изменение микробиологической активности почвы под посевами кукурузы в зависимости от способов заделки сидератов / С.А. Линков, А.В. Бурлуцкий // Проблемы и решения современной аграрной экономики. XXI Междунар. научн. – произв. – конференция (пос. Майский, 23-24 мая 2017 г.) Т. 1. – п. Майский ФГБОУ ВО Белгор. ГАУ. – 2017. – С. 165-166.
79. Линков, С.А. Влияние сидеральных культур и способов их заделки на микробиологическую активность почвы и урожайность подсолнечника и кукурузы на зерно / С.А. Линков, А.В. Акинчин, А.С. Закараев, А.С. Федоров // Вестник Курской гос. с. – х. академии. – 2014. - №9. – С. 36-38.
80. Лицуков, С.Д. Восполнение органического вещества почвы за счёт пожнивных и корневых остатков ячменя / С.Д. Лицуков, Л.Н. Кузнецова // Ландшафтное земледелие – основа эффективного производства. Материалы конференции. – п. Майский: Изд. ФГБОУ ВО Белгор. ГАУ. 2017. – С. 167-182.
81. Лицуков, С.Д. Микробиологическая активность почвы в зависимости от способа заделки сидератов / С.Д. Лицуков, А.В. Акинчин // Материалы конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии энергоэффективности и IT-технологий». XXIII Междунар. научн. – произв. – конференция (26-27 мая 2014 г.) – Белгород, 2014. – С. 15.
82. Мамонтов, В.Г. Лабильные гумусовые вещества – особая группа органических соединений чернозема обыкновенного / В.Г. Мамонтов, Р.А. Афанасьев, Е.Л. Соколовская // Плодородие. – 2018. - № 5. – С. 15-19.
83. Масютенко, Н.П. Трансформация органического вещества в черноземных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства / Н.П. Масютенко. – М.: Россельхозакадемия, 2012. – 150 с.
84. Масютенко, Н.П. Проблемы оптимизации содержания и состава органического вещества черноземных почв / Н.П. Масютенко // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: Сб. докладов Междунар. научн. практ. конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – С. 3-7.
85. Масютенко, Н.П. Научные основы и регулирование органического вещества почвы / Н.П. Масютенко // Агроэкология оптимизация земледелия: Сб. докладов Междунар. научн. практ. конференции. –

- Курск: Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН, 2004. – С. 467-471.
86. Масютенко, Н.П. Устойчивость органического вещества черноземов к антропогенным воздействиям / Н.П. Масютенко // Сб. докладов Междунар. научн. практ. конференции «Модели и технологии оптимизации земледелия». – Курск, 2003. – С. 505-508.
87. Мерзлая, Г.Е. Биологические факторы в системах удобрения / Г.Е. Мерзлая // Агрохимия. – 2017. - № 10. – С. 24-36.
88. Мишустин, Е.Н. Методика определения целлюлозоразрушающей способности почвы / Е.Н. Мишустин, И.П. Востров, А.Н. Петров. – М.: Наука, 1987. – 375 с.
89. Мишустин, Е.Н. Изменение состава почвенной микрофлоры в результате длительного применения удобрений / Е.Н. Мишустин, В.Н. Прокошев // Микробиология. – 1979. – Т. 18. – Вып. 1. – С. 30-41.
90. Мишустин, Е.Н. Аппликационные методы в почвенной микробиологии / Е.Н. Мишустин, И.С. Востров // Микробиологические и биохимические исследования почв. – Киев: Урожай, 1971. – С. 3-12.
91. Моргун, Ф.Т. Обработка почвы и урожай / Ф.Т. Моргун. – М.: Колос, 1981. – 288 с.
92. Мощенко, Ю.Б. Влияние способа основной обработки почвы на условия питания растений / Ю.Б. Мощенко // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук. Бурятский с.-х. ин-т. – Улан-Удэ, 1970. – 24 С.
93. Невольнева, Е.В. Изменение свойств чернозема типичного и урожайности культур в зависимости от удобрений способов обработки почвы и севооборотов в юго-западной части ЦЧР / Е.В. Невольнева // .дисс. на соиск. уч. ст. кандидата с.-х. наук. – Брянск, 2018. – 24 с.
94. Невольнева, Е.В. Влияние агротехнических приемов на агрофизические свойства чернозема типичного / Е.В. Невольнева, В.Д. Соловиченко, А.Г. Ступаков, С.А. Дмитриенко // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. – 2014. - № 4. – С. 81-85.
95. Недбаев, В.Н. Гумусное состояние и биологическая активность чернозема типичного в зависимости от основной обработки // В.Н. Недбаев // Тезисы докладов науч.- практ. конференции Курского отделения Докучаевского общества почвоведов. – Курск, 2005. – С. 31-33.

96. Никитин, В.В. Многолетние бобовые травы как необходимое условие биологизации земледелия ЦЧР / В.В. Никитин, В.Д. Соловиченко, А.П. Карабутов // Почвозащитное земледелие России. – Курск: ВНИИЗ и ЗП.Э, 2015. – С. 220-223.
97. Никитин, В.В. Влияние севооборотов, способов обработки почвы и удобрений на изменение органического вещества в черноземе типичном / В.В. Никитин, В.Д. Соловиченко, В.В. Навальнев, А.П. Карабутов // Агрохимия. – 2017. – № 2. – С. 3-10.
98. Никитин, В.В. Значение отдельных агротехнических факторов в биологизации земледелия / В.В. Никитин, А.Н. Воронин, В.В. Навальнев, А.П. Карабутов // Агрохимия. – 2013. – № 8. – С. 53-58.
99. Никифорова, Л.И. Безотвальная обработка и гумусовое состояние эродированного чернозема / Л.И. Никифорова // Земледелие. – 1989. - № 3. – С. 27-29.
100. Овчинникова, М.Ф. Признаки природной устойчивости и агрогенной трансформации гумуса почв / М.Ф. Овчинникова // Почвоведение. – 2013. - №12. – С. 1449-1463.
101. Ореховская, А.А. Воспроизводство плодородия чернозема типичного в условиях биологизации земледелия / А.А. Ореховская, Т.А. Ореховская, А.Г. Ступаков, М.А. Куликова // Материалы конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий» (23-25 мая 2016 г.) Т.1. – Белгород, 2016. – С. 43-44.
102. Полякова, Н.В. Содержание гумуса и биологическая активность пахотных темно-серых лесных почв / Н.В. Полякова, Ю.Н. Платонычева, Е.Н. Володина // Материалы Международной науч. – практ. конференции. Агрохимия и экология: История и современность. – Нижний Новгород, 2008. – С. 79.
103. Полянская, Л.М. Особенности структуры микробной биомассы почв кольцевых западин Липецкой и Волгоградской областей / Л.М. Полянская, Н.И. Суханова, К.В. Чакмазян, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 2014. - № 9. – С. 1089-1094.
104. Полянская, Л.М. Содержание и структура микробной биомассы как показатель экологического состояния почв / / Л.М. Полянская, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 2005. - № 6. – С. 706-714.
105. Попов, Е.В. Влияние длительного применения удобрений в севообороте на продуктивность сахарной свеклы и физико-химические свойства чернозема выщелоченного / Е.В. Попов // //

Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук. – Рамонь, 2005. – 23 с.

106. Попова, Т.В. Отзывчивость целлюлозоразлагающих микроорганизмов на различные системы удобрений и виды сидератов / Т.В. Попова, С.И. смуров, О.В. Григоров // Материалы конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий». Т. 1. – Белгород, 2015. – С. 43-44.
107. Посынанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г.С. Посынанов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.
108. Принутнева, М.А. Влияние различных по интенсивности агротехнологий на содержание и состав гумуса в черноземе типичном / М.А. Принутнева, И.П. Масютенко, В.В. Шеховцова // Информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – Курск, 2002. – С. 234-237.
109. Прянишников, Д.А. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д.А. Прянишников. – М. – Л.: Изд. АН СССР, 2945. – 197 с.
110. Родионов, В.Я. Удобрения в современном земледелии: Монография / В.Я. Родионов, А.С. Трусов, Б.Ф. Азаров. – Белгород: «Отчий край», 2013. – 120 с.
111. Рымарь, С.В. Биоэнергетическая оценка применяемых агроприемов в условиях ЦЧР / С.В. Рымарь // Научно-практические основы сохранения и воспроизводства плодородия почв. Материалы заседания Территориального координационного совета «Проблемы земледелия ЦЧР». – Каменная степь, 2008. – С. 125-126.
112. Семенов, В.М. Почвенное органическое вещество / В.М. Семенов, Б.М. Когут. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
113. Семенов, В.М. Оценка обеспеченности почв активным органическим веществом по результатам длительных полевых опытов / В.М. Семенов, Б.М. Когут, С.М. Лукин, И.Н. Шарков, И.В. Русакова, А.С. Тулина, В.И. Лазарев // Агрохимия. – 2013. – № 3. – С. 19-30.
114. Семенов, В.М. Роль растительной биомассы в формировании активного нуля органического вещества почвы / В.М. Семенов, Л.А. Иванникова, Т.В. Кузнецова, Н.А. Семенова // Почвоведение. – 2004. - № 11. – С. 1350-1359.
115. Семенов, А.М. Диагностика здоровья и качества почвы / А.М. Семенов // Агрохимия. – 2011. - № 12. –С. 4-20.
116. Семенов, А.М. Осцилляции микробных сообществ в почвах / А.М. Семенов // Труды Всероссийской конференции

- (к 100-летию со дня рождения академика Е.Н. Мишустина). – М.: МАКС ПРЕСС, 2001. – С. 57-72.
117. смелый, А.Н. Влияние предшественников озимых культур на накопление органики и биологическую активность почвы / А.Н. смелый, Т.Н. Балабанова, Л.А. Наумкина // Материалы конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения». XII Международная науч. – произв. конференция. – Белгород: Изд. Белг.ГСХА, 2008. – С. 69.
118. Соловиченко, В.Д. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование / В.Д. Соловиченко, С.И. Тютюнов. – Белгород: «Отчий край», 2013. – С. 263-264.
119. Соловиченко, В.Д. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Черноземного региона / В.Д. Соловиченко, С.И. Тютюнов, Г.И. Уваров. – Белгород: «Отчий край», 2012. – 256 с.
120. Стахурлова, Л.Д. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в различных биоценозах / Л.Д. Стахурлова, И.Д. Свистова, Д.И. Щеглов // Почвоведение. – 2007. - № 6. – С. 769-774.
121. Ступаков, А.Г. Разработка биологизированных способов воспроизводства плодородия почв Центрального Черноземья / А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, А.П. Чернышова, А.А. Болдин // Актуальные проблемы естественных наук и их преподавания. – Липецк: ЛИРО, 2011. – С. 175-179.
122. Сусьян, Е.А. Микробная активность разных типов почв и экосистем / Е.А. Сусьян // Авторефдисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук: - Москва, 2006. – 24 с.
123. Сушков, В.П. Биологический азот в земледелии ЦЧР. Учебно-методическое пособие / А.П. Сушков, М.Н. Понедельченко, П.Г. Акулов, Б.Ф. Азаров, В.Б. Азаров. – Белгород, 2005. – 90 с.
124. Сыромятникова, Е.В. Энергетическая оценка биологизированного севооборота / Е.В. Сыромятникова, А.П. Карабутов, Г.И. Уваров // Почвозащитное земледелие в России: Сб. докладов Всерос. научн. – практической конференции (15-17 сентября 2015 г.) – Курск, 2015. – С. 290-293.
125. Тарасова, А.А. Плодородие агроценозов Курской области / А.А. Тарасова // Материалы XXII Международной науч. – произв. конференции «Органическое сельское хозяйство: Проблемы и

- перспективы» (28-29 мая 2018 г.) Т. 1. – п. Майский, 2018. – С. 61-62.
126. Технология эффективного использования растительных остатков как органических удобрений на черноземах лесостепи ЦЧР. – Курск, 2005. – 20 с.
127. Титова, Н.А. Органическое вещество и проблема устойчивости в XXI в.: соотношение и состав активной и инертной частей органического вещества черноземов длительных полевых опытов / Н.А. Титова, Л.С. Травникова, Б.М. Когут, М. Кёршенс // Современные проблемы почвоведения. – М., 2000. – С. 369-383.
128. Тихонов, А.В. Периодическая вспашка необходима / А.В. Тихонов, С.М. Свитко. // Земледелие. – 1988. - № 5. – С. 24-25.
129. Травникова, Л.С. Закономерности гумусонакопления: новые данные и их интерпретация / Л.С. Травникова // Почвоведение. – 2002. - № 7. – С. 832-843.
130. Трофимова, Л.С. Изменение плодородия черноземов под влиянием длительного применения обработки почвы и удобрений / Т.А. Трофимова // Ландшафтное земледелие – основа высокоэффективного производства Всерос. научн. – практической конференция (п. Майский, 4 июля 2017 г.) ФГБОУ ВО Белгор.ГАУ, 2017. – С. 269-276.
131. Трофимова, Т.А. Биологическая активность чернозема обыкновенного / Т.А. Трофимова // Достижения аграрной науки в решении экологических проблем Центральной России. – Орел: ОСХА, 1999. – С. 264-266.
132. Турусов, В.И. Изменение биологических и агрохимических свойств почвы под озимой пшеницей в зависимости от предшественников / В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова, Е.А. Балюнова // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия. Сб. докладов Международной науч. – произв. конференции Курского отд. МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – С. 368-372.
133. Турусов, В.И. Взаимосвязь микробиологических параметров и физических свойств черноземных почв / В.И. Турусов, Ю.И. Чевердин, Т.В. Титова, В.А. Беспалов, С.В. Сапрыкин, Л.В. Гармашова, А.Ю. Чевердин // Агрохимия, 2017, № 11. – С. 3-11.
134. Турусов, В.И. Научно-обоснованные севообороты – основа рационального использования почв и воспроизводства плодородия /

- В.И. Турусов // Почвозащитное земледелие в России: Сб. докладов. – Курск: ФГБНУ ВНИИЗ и ЗПЭ, 2015. – С. 6-12.
135. Турусов, В.И. Ферментативная активность чернозема обыкновенного в различных севооборотах при разных способах обработки почвы / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, Т.И. Дьячкова // Агрехимия. – 2012. - № 9. – С. 21-25.
136. Тютюнов, С.И. Плодо сменный севооборот – основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в Белгородской области / С.И. Тютюнов, В.Д. Соловиченко, И.В. Логвинов // Земледелие. – 2014. -№ 2. – С. 11-14.
137. Уваров, Г.И. Влияние удобрения, севооборота и обработки почвы на нитрификационную способность чернозема и содержание гидролизцемого азота / Г.И. Уваров, Я.Ю. Боровская // Агрехимия. – 2014. - № 3. – С. 36-42.
138. Филимонов, И.Н. Ресурсосберегающие приемы выращивания сахарной свеклы в условиях Белгородской области / И.Н. Филимонов, О.Г. Котлярова /// Бюллетень научных работ. Вып. 25. – Белгород: Бел ГСХА, 2011. – С. 61-66.
139. Хасанова, Р.Ф. Биологическая активность гумусового горизонта чернозема обыкновенного как показатель экологического состояния агроэкосистем(Башкортостан) / Р.Ф. Хасанова, Я.Т. Суюндуков, И.Н. Семенова // Почвоведение. – 2014. - № 8. С. 982-987.
140. Холодов, В.А. Способность почвенных частиц самопроизвольно образовывать макроагрегаты после цикла увлажнения и высушивания / В.А. Холодов // Почвоведение. – 2013. - № 6. – С. 698-706.
141. Черников, В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 3. Устойчивость почв к антропогенному воздействию / В.А. Черников, Н.З. Милащенко, О.А. Соколова. – Пущино: ОНГИ ПНЦ РАН, 2001. – 203 с.
142. Шевцова, Л.К. Гумус черноземов и его изменение при интенсивном сельскохозяйственном использовании / Л.К. Шевцова // Плодородие черноземов в России. – М.: Агроконсалт, 1998. – С. 196-224.
143. Шелганов, И.И. Органические удобрения в севооборотах Центрально-Черноземной зоны / И.И. Шелганов // Авторефдисс. на соискание уч. ст. доктора с.-х. наук. – М.: ВИУА, 1996. – 45 с.
144. Шикула, Н.К. Ответ оппонентам бесплужного земледелия / Н.К. Шикула // Земледелие. – 1989. - № 11. – С. 11-17.

145. Шлевкова, Е.М. Биологическая активность черонзема южного в зависимости от способа обработки почвы / Е.М. Шлевкова // Почвоведение. – 1993. - № 3. – С. 40-45.
146. Щанова, Л.Н. Микробная сукцессия при трансформации органического вещества / Л.Н. Щанова // Почвоведение. – 2004. - № 8. – С. 967-975.
147. Щербаков, А.П. Проблемы биологизации земледелия / А.П. Щербаков // Агроэкологический мониторинг и проблемы расширенного воспроизводства почв: Научные труды ВИУА. – М., 1991. – С. 44-50.
148. Щербаков, А.П. Плодородие почв и баланс и баланс питательных веществ в земледелии ЦЧО / А.П. Щербаков, В.Н. Нанштейн // Повышение плодородия почв и продуктивность с.-х. культур при интенсивной химизации. – М.: Наука, 1983. – С. 153-169.
149. Щербаков, А.П. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ / А.П. Щербаков, И.Д. Рудай. – М.: Колос, 1983. – 189 с.
150. Экологические основы земледелия на примере Белгородской области. Учебное пособие / С.В. Лукин, Г.И. Уваров, П.Г. Акулов и др. под редакцией С.В. Лукина, П.Г. Акулова, В.П. Сушкова. – Белгород: «Отчий край», 2006, С. 83-89.
151. Allen, M.R. Warming caused by cumulative carbon emissions towards the trillionth tonne / M.R. Allen, D.J. Frame, C. Huntingford // Nature. – 2009. V. 458. – P. 1163-1166.
152. Balota, E.L. Soil enzyme activities under long – term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystems / E.L. Balota, M. Kanashiro, A.C. Filho, A.S. Andrade, R.P. Dic // Braz. J. Microbiol. – 2004. – V. 35. - № 4. – P. 300-306.
153. Elliot E.T. Aggregate structure and carbon, Nitrogen, and phosphorus in Native and cultivated soils / E.T. Elliot // Soil Sci. Soc. Am J. – 1986 – V. 50. – P. 627-633.
154. Gil – Sotres F. Different approaches to evaluate soil quality using biochemical properties / F. Gil – Sotres // Soil Biology and Biochemistry. – 2005. – Vol. 37. – P. 877-887.
155. Hatcher, P. G. Modern analytical Studies of humic substances / P. G. Hatcher, K. J. Dria, S. Kim, W. Frazier // Soil Sci. – 2001. – V. 166. - № 11. – P. 770-794.

156. Kirschbaum, M. U. F. The temperature dependence of organic matter decomposition still a topic of debate / M. U. F. Kirschbaum // *Soil Biol. Biochem.* – 2006. – V. 38. – P. 2510-2518.
157. Kogel – Knabner, L. organo mineral associations in temperate soils: Integrating diology, mineralogy and organic matter chemistry / L. Kogel – Knabner, G. Guqqepberger, M. Kieber, E. Kandeler, K. Kalbitz, S. Scheu, K. Eusterhues, P. Leinweber // *J. of Plant Nutrition and Soil Science.* – 2008. – V. 171. P. 61-82.
158. Kunc F. Methods for the analysis of soil microbial communities / F. Kunc, Eds: K. Ritz, J. Digpton, K.E. Giller // *Beyond the biomass.* UK: John Wiley and Sons. – 1994. – P. 23-29.
159. Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate chance / R. Lal // *Geoderma.* – 2004. – V. 123. - №1-2. – P. 1-22.
160. Loveland, P. Is there a critical level of organic matteric the agricultural Soils of temperate regions: a review / P. Loveland, J. Webb // *Soil Tillage Res.* – 2003. – V. 70. №1. – P. 1-18.
161. Lutzow, M. Somfractionation methods: Relevance to functional pools and to stabilization mechanisms / M. Lutzow, L. Kogel – Knabner, K. Ekschmitt, H. Flessa, G. Guggenberger, B. Marschner, E. Malzner // *Soil Biol. And Bioch.* – 2007. – V. 39. – P. 2183-2207.
162. Powlson, A.S. The soil microbial biomass: before, beyond and back / , A.S.Powlson, Eds: K. Ritz, J. Digpton, K.E. Giller // *Beyond the biomass.* UK: John Wiley and Sons. – 1994. – P. 3-21.
163. Puget, P. Total and young organic matter distributions in aggregates of silty cultivated soils / P. Puget, C. Chehu, J. Balesdent // *Eur. J. Soil Sci.* – 1995. – V. 46. – P. 449-459.
164. Six J. A history of research on the link brtween (micro) aggregates, soil blota and soil organic matter: dunamics / J. Six, H. Rosseuyt, S. Degryze, K. Aenef // *Soil Tillage Reearch.* – 2004. – V. 64. – P. 7-31.
165. Six J. Soil structure and soil organic matter: J. Distribution. Aggregate associated carbon / J. Six, K. Paustian, E.T. Elliot, C. Combrink // *Soil Sci. Soc. Amj.* – 200. – V. 64. – P. 681-689.
166. Van Bruggen, A.H.C. In search of Biological indicators for soil. Health and Disease suppression / A.H.C.Van Bruggen, A.M. Semenov // *Applied Soil Ecology.* – 2000. – V. 15 (1). – P. 13-24.
167. Van Veen, J.A. Soil structural of organic matter by microorganisms / J.A.Van Veen, P.J. Kuikman // *Biogeochemistry.* – 1990. – V. 11. – P. 213-233.

168. Wyland, L.L. Soil – plant nitrogen dynamics following incorporation of a mature rye cover crop in a lettuce production system / L.L.Wyland, L.E. Jackson, K.F. Schnibach // J. Agric, Sci. – 1995. – V. 124. – P. 17-25.
169. Zelenev, V.V. Shortterm wave-like dynamics of bacterial populations in response to nutrient input from fresh plant residues / V.V. Zelenev. // Soil Microb. Ecol. – 2004. – V. 49. – P. 83-93.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
май 2019 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	6,0	3,8	4,9	7	1,0
2	9,0	2,8	5,9	10	6,0
3	19,0	10,4	14,7	20	0,6
4	22,04	17,0	19,52	24	
5	23,0	10,0	16,5	25	
6	24,0	10,3	17,15	25	
7	22,6	8,0	15,3	24	
8	21,6	15,2	18,4	23	0,6
9	20,0	14,2	17,1	21	6,5
10	15,2	9,2	12,2	17	4,5
11	19,0	15,4	17,2	21	
12	17,4	10,4	13,9	20	
13	22,0	10,2	16,1	25	
14	23,3	9,8	16,55	27	3,5
15	22,4	11,4	16,9	26	
16	22,4	19,0	20,7	24	
17	22,8	11,6	17,2	25	
18	23,5	12,2	17,85	27	
19	22,4	12,4	17,4	25	
20	25,0	12,4	18,7	29	
21	25,6	16,0	20,8	30	
22	24,3	14,8	19,55	27	
23	24,0	15,0	19,5	26	6,5
24	26,0	15,2	20,6	28	21,5
25	27,3	16,0	21,65	29	2,7
26	24,8	15,4	20,1	27	
27	24,0	18,0	21	30	
28	24,5	18,2	21,35	30	
29	29,0	19,2	24,1	32	
30	30,4	20,3	25,35	33	
31	30,0	18,0	24	32	

Сумма осадков за месяц 53,4

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы

июнь 2019 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	28,4	18,0	23,2	36	
2	27,3	14,7	21	32	6,4
3	28,8	15,6	22,2	35	
4	27,0	16,4	21,7	30	
5	25,0	16,0	20,5	30	
6	29,0	19,6	24,3	34	
7	30,8	19,8	25,3	37	
8	28,0	19,0	23,5	33	0,6
9	30,0	21,0	25,5	35	
10	31,06	21,6	26,33	40	
11	33,3	22,8	28,05	40	
12	32,0	23,0	27,5	39	
13	29,0	22,0	25,5	36	
14	30,2	21,4	25,8	37	
15	33,0	22,6	27,8	39	2,5
16	27,4	16,0	21,7	36	
17	27,4	24,0	25,7	38	
18	28,0	16,8	22,4	37	
19	29,3	20,7	25	41	
20	30,0	26,0	28	40	2,0
21	31,0	23,0	27	40	1,0
22	32,6	24,4	28,5	41	
23	32,9	25,8	29,35	41	
24	32,0	28,0	30	40	
25	32,0	28,0	30	40	
26	29,2	21,6	25,4	40	
27	20,2	17,3	18,75	23	
28	21,0	19,0	20	25	
29	20,0	16,4	18,2	25	
30	20,5	11,5	16	23	
31					

Сумма осадков за месяц 19,2

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы

июль 2019 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	27,2	15,0	21,1	29	
2	31,0	20,0	25,5	36	
3	28,4	18,4	23,4	33	
4	23,8	12,0	17,9	29	
5	22,0	11,6	16,8	27	
6	23,0	19,0	21	26	0,6
7	26,0	23,0	24,5	28	
8	18,	12,6	15,3	20	17,5
9	19,0	13,2	16,1	21	4,3
10	20,2	11,4	15,8	22	
11	22,0	17,4	19,7	23	2,7
12	22,5	11,8	17,15	24	
13	23,8	10,6	17,2	23	
14	23,0	19,0	21	25	0,2
15	26,0	22,0	24	28	
16	24,8	14,4	19,6	29	
17	23,5	13,6	18,55	26	0,3
18	24,0	20,0	22	26	
19	31,0	20,0	25,5	33	
20	26,5	14,6	20,55	28	
21	27,0	14,2	20,6	29	
22	30,0	21,0	25,5	31	
23	31,0	20,0	25,5	33	1,0
24	27,0	14,2	20,6	28	24,0
25	23,5	15,2	19,35	28	
26	22,0	20,0	21	24	3,6
27	26,6	19,8	23,2	28	
28	30,0	19,0	24,5	32	
29	31,5	20,0	25,75	34	8,8
30	28,0	20,0	24	30	
31	21,4	20,0	20,7	26	4,5

Сумма осадков за месяц 63,8

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
август 2019 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	22,0	13,0	17,5	24	
2	17,0	11,0	14	20	2,0
3	22,0	18,0	20	24	
4	18,0	17,0	17,5	20	
5	19,0	8,0	13,5	23	0,6
6	23,3	12,0	17,65	25	
7	26,0	18,0	22	30	
8	31,0	25,0	28	33	
9	26,0	16,0	21	28	
10	26,8	15,0	20,9	28	
11	26,0	21,0	23,5	30	
12	27,0	21,0	24	30	
13	30,0	14,2	22,1	33	
14	32,4	18,6	25,5	35	
15	33,0	22,0	27,5	32	
16	31,0	20,0	25,5	23	
17	20,0	16,4	18,2	26	
18	23,4	18,2	20,8	26	
19	28,0	17,0	22,5	30	
20	29,0	17,0	23	32	
21	30,2	17,8	24	36	
22	31,0	21,0	26	35	
23	28,0	17,0	22,5	34	
24	28,0	17,4	22,7	33	
25	25,0	13,0	19	35	
26	26,0	12,0	19	36	
27	26,0	21,0	23,5	34	
28	25,0	16,0	20,5	31	
29	24,5	10,0	17,25	27	
30	25,0	14,0	19,5	28	
31	25,0	16,0	20,5	27	

Сумма осадков за месяц 2,6

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
сентябрь 2019 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	28,0	15,0	21,5	30	
2	30,5	17,0	23,75	32	
3	32,0	18,0	25	35	
4	30,0	15,0	22,5	34	
5	27,0	13,0	20	30	
6	28,5	15,0	21,75	29	
7	27,5	14,0	20,75	29	
8	24,0	13,0	18,5	27	
9	29,0	19,0	24	30	
10	28,5	11,0	19,75	30	
11	27,5	14,0	20,75	27	
12	28,0	20,0	24	29	
13	28,0	20,0	24	29	
14	18,5	12,0	15,25	23	
15	18,0	8,0	13	20	
16	18,6	9,2	13,9	19	
17	18,0	13,0	15,5	20	
18	11,5	9,0	10,25	13	3,8
19	13,0	9,0	11	14	
20	14,0	10,0	12	15	
21	11,0	5,0	8	12	2,0
22	17,0	10,0	13,5	18	4,0
23	11,8	0,0	5,9	10	9,3
24	17,0	3,0	10	8,0	
25	16,0	1,0	8,5	7	
26	16,5	2,0	9,25	15	
27	13,0	8,0	10,5	9	1,0
28	16,0	12,0	14	12	
29	16,0	15,6	15,8	13	
30	17,5	9,0	13,25	16	10,0
31					

Сумма осадков за месяц 30,1

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
май 2020 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	21,0	8,0	14,5	23	
2	22,0	8,0	15	23	
3	23,5	9,8	16,65	22	
4	20,6	8,8	14,7	20	
5	19,0	10,0	14,5	20	
6	17,0	8,0	12,5	18	
7	18,4	9,0	13,7	17	
8	11,0	7,0	9	13	
9	14,0	9,0	11,5	15	
10	17,0	10,0	13,5	20	
11	20,0	11,0	15,5	24	
12	24,0	6,5	15,25	19	
13	13,0	4,0	8,5	14	
14	14,0	6,0	10	12	
15	15,5	7,5	11,5	17	
16	14,5	6,0	10,25	15	3,0
17	18,0	5,0	11,5	20	1,0
18	17,0	8,0	12,5	18	
19	14,6	3,4	9	15	1,0
20	10,0	4,0	7	16	8,0
21	16,0	5,0	10,5	17	
22	16,0	3,0	9,5	17	5,0
23	11,0	1,8	6,4	13	
24	16,0	8,0	12	19	
25	18,0	8,0	13	21	
26	12,0	10,0	11	12	7,0
27	18,0	10,0	14	18	4,5
28	17,0	10,0	13,5	19	21,0
29	22,0	12,0	17	23	4,0
30	22,0	12,0	17	24	17,0
31	18,6	13,0	15,8	17	

Сумма осадков за месяц 101,2

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
июнь 2020 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	15,0	9,8	12,4	18	33,7
2	17,0	10,0	13,5	19	
3	19,0	11,0	15	20	
4	18,5	9,0	13,75	20	
5	16,6	9,6	13,1	18	
6	25,5	15,0	20,25	27	4,5
7	28,0	16,0	22	33	8,0
8	29,0	12,4	20,7	33	
9	29,0	12,5	20,75	35	
10	31,0	18,0	24,5	36	
11	32,0	20,0	26	37	
12	32,0	19,0	25,5	37	
13	31,0	18,0	24,5	35	
14	30,0	18,0	24	36	
15	30,0	17,0	23,5	36	
16	28,0	17,2	22,6	33	
17	29,8	16,0	22,9	35	
18	30,0	16,0	23	35	
19	30,0	14,0	22	33	
20	31,2	17,0	24,1	37	6,0
21	27,0	19,0	23	30	
22	24,0	14,0	19	29	
23	23,0	10,0	16,5	28	
24	24,0	16,0	20	30	
25	25,6	13,0	19,3	29	
26	24,0	12,0	18	27	
27	25,0	12,0	18,5	27	
28	29,0	19,6	24,3	33	
29	24,4	18,4	21,4	29	10,0
30	24,0	11,0	17,5	27	
31					

Сумма осадков за месяц 62,2

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы

июль 2020 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	30,0	14,0	22	35	5,0
2	29,6	14,8	22,2	39	
3	30,5	16,8	23,65	36	
4	31,0	14,0	22,5	38	
5	33,0	16,0	24,5	39	
6	36,2	18,8	27,5	47	
7	34,9	20,8	27,85	47	
8	24,9	14,0	19,45	27	14,0
9	26,0	13,0	19,5	28	
10	22,4	10,8	16,6	25	
11	26,8	12,4	19,6	30	
12	24,0	12,0	18	29	
13	26,0	16,0	21	30	3,0
14	23,2	13,4	18,3	26	53,0
15	18,8	13,2	16	21	6,0
16	26,0	14,0	20	29	
17	26,0	14,0	20	28	
18	25,0	15,0	20	27	
19	24,4	12,8	18,6	26	
20	24,0	16,0	20	25	
21	26,0	13,0	19,5	27,	
22	22,4	10,0	16,2	25,	
23	24,6	10,8	17,7	27	
24	24,0	14,0	19	26	
25	26,0	19,0	22,5	30	
26	26,8	9,9	18,35	29	
27	31,0	16,0	23,5	37	
28	31,0	16,0	23,5	36	
29	31,0	14,0	22,5	37	
30	26,0	11,5	18,75	30	5,0
31	27,2	12,3	19,75	31	

Сумма осадков за месяц 86,0

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
август 2020 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	24,0	11,0	17,5	27	
2	23,0	11,0	17	25	12,0
3	22,6	11,3	16,95	27	
4	25,6	11,8	18,7	28	
5	27,0	12,0	19,5	30	
6	28,0	12,0	20	32	
7	30,2	13,0	21,6	35	
8	29,0	14,5	21,75	33	
9	27,0	14,0	20,5	32	
10	28,0	14,0	21	30	
11	28,5	14,3	21,4	31	
12	20,0	10,2	15,1	26	
13	23,0	12,0	17,5	25	
14	22,0	12,0	17	26	
15	23,0	9,2	16,1	27	
16	20,0	10,0	15	25	
17	24,0	10,0	17	26	
18	27,0	11,0	19	30	
19	29,0	10,3	19,65	33	
20	24,3	10,2	17,25	27	
21	27,0	13,0	20	30	
22	29,0	13,0	21	32	3,5
23	25,0	10,0	17,5	29	
24	24,4	10,5	17,45	28	
25	30,0	13,0	21,5	33	
26	27,0	13,0	20	30	
27	25,4	10,5	17,95	28	
28	19,0	9,0	14	24	
29	30,0	14,0	22	35	
30	30,0	13,0	21,5	33	
31	31,6	17,4	24,5	35	

Сумма осадков за месяц 15,5

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
сентябрь 2020 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	33,0	14,0	23,5	36,	
2	34,0	14,0	24	37	
3	33,0	13,0	23	36	
4	25,0	14,0	19,5	29	
5	28,0	13,0	20,5	24	
6	20,0	12,0	16	23	
7	20,0	9,0	14,5	24	
8	21,0	10,0	15,5	25	
9	20,0	9,8	14,9	23	
10	23,0	12,0	17,5	26	
11	21,0	10,0	15,5	26	
12	18,0	8,6	13,3	20	
13	25,0	12,0	18,5	26	
14	20,0	9,0	14,5	23	
15	19,0	7,0	13	21	
16	18,5	5,5	12	20	
17	18,5	10,4	14,45	19	
18	19,0	11,0	15	21	
19	20,0	8,0	14	23	
20	18,0	4,0	11	20	
21	18,0	1,6	9,8	19	
22	20,0	6,0	13	22	
23	24,0	8,0	16	26	
24	25,0	4,5	14,75	27	
25	26,0	10,4	18,2	27	
26	25,0	10,0	17,5	26	
27	22,0	10,0	16	25	
28	23,0	10,2	16,6	25	
29	17,0	9,0	13	18	
30	22,0	13	17,5	23	
31					

Сумма осадков за месяц 0

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
май 2021 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	21,0	13,4	17,2	19	
2	23,0	14,2	18,6	20	
3	17,3	10,0	13,65	16	6,5
4	11,3	2,0	6,65	11	
5	17,0	4,0	10,5	17	
6	19,0	9,0	14	20	
7	14,0	6,5	10,25	13	5,5
8	14,0	4,0	9	15	7,0
9	9,0	4,0	6,5	8	
10	14,5	2,5	8,5	12	
11	16,5	10,5	13,5	17	
12	11,8	6,3	9,05	13	
13	15,8	8,5	12,15	17	7,0
14	24,0	10,5	17,25	26	4,0
15	26,0	11,8	18,9	29	
16	27,0	17,0	22	30	
17	27,4	16,2	21,8	29	
18	18,0	11,0	14,5	20	7,8
19	16,0	10,0	13	19	3,0
20	15,0	10,2	12,6	16	2,0
21	12,0	9,8	10,9	14	0,5
22	20,0	6,9	13,45	24	
23	24,0	9,8	16,9	25	
24	24,0	10,0	17	23	16,0
25	22,5	11,3	16,9	24	
26	26,0	13,0	19,5	29	
27	27,0	16,5	21,75	30	
28	28,3	13,0	20,65	29	
29	28,6	17,3	22,95	29	5,1
30	18,3	10,0	14,15	20	5,2
31	11,0	8,3	9,65	13	

Сумма осадков за месяц 69,6

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы

июнь 2021 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	12,0	7,8	9,9	11	
2	18,0	8,9	13,45	16	1,2
3	18,2	10,3	14,25	19	
4	21,0	10,0	15,5	22	
5	18,0	10,2	14,1	17	2,0
6	19,0	13,0	16	17	13,0
7	20,5	10,6	15,55	19	2,5
8	21,0	10,5	15,75	20	0,5
9	21,5	10,5	16	19	8,0
10	25,0	11,3	18,15	23	3,8
11	24,0	13,0	18,5	25	
12	21,0	12,3	16,65	22	6,5
13	24,0	12,0	18	25	2,0
14	27,0	13,4	20,2	26	11,3
15	27,3	13,8	20,55	26	
16	27,8	13,7	20,75	28	2,6
17	27,0	15,3	21,15	32	
18	27,3	16,0	21,65	36	
19	27,0	16,3	21,65	35	
20	30,5	16,5	23,5	37	
21	32,0	20,0	26	35	
22	32,0	21,3	26,65	36	
23	33,0	22,3	27,65	35	
24	34,5	21,5	28	39	
25	35,0	22,5	28,75	40	
26	34,5	22,1	28,3	37	
27	32,0	21,0	26,5	35	
28	25,2	19,7	22,45	33	13,8
29	27,0	19,8	23,4	30	10,5
30	26,5	19,0	22,75	31	
31					

Сумма осадков за месяц 77,7

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы

июль 2021 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	28,3	15,0	21,65	36	
2	28,5	15,4	21,95	36	
3	31,0	18,3	24,65	37	
4	29,5	18,0	23,75	35	
5	27,0	15,0	21	34	
6	24,0	15,2	19,6	34	
7	27,5	17,5	22,5	35	
8	28,0	16,3	22,15	35	
9	30,5	15,0	22,75	37	
10	31,5	18,4	24,95	38	
11	32,0	19,3	25,65	39	
12	34,5	19,8	27,15	40	
13	32,5	17,8	25,15	40	
14	31,5	16,0	23,75	40	
15	33,0	16,5	24,75	40	
16	29,0	18,5	23,75	34	21,0
17	29,6	20,1	24,85	35	
18	31,5	19,3	25,4	40	
19	33,2	20,3	26,75	45	
20	34,4	18,8	26,6	47	
21	26,0	18,0	22	37	2,5
22	27,0	15,0	21	34	
23	25,0	12,7	18,85	31	
24	27,0	12,3	19,65	34	
25	28,5	12,4	20,45	33	
26	29,5	14,5	22	32	
27	30,5	14,8	22,65	35	
28	31,5	15,8	23,65	39	0,5
29	31,5	15,4	23,45	40	
30	32,5	18,8	25,65	38	
31	31,6	17,3	24,45	40	

Сумма осадков за месяц 24,0

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
август 2021 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	32,9	17,8	25,35	42	
2	34,0	19,0	26,5	42	
3	27,0	17,2	22,1	39	
4	25,5	12,5	19	35	
5	25,0	12,0	18,5	35	
6	33,0	17,0	25	39	
7	24,0	15,2	19,6	31	1,5
8	28,0	17,0	22,5	38	
9	35,0	19,8	27,4	40	
10	26,5	18,0	22,25	27	
11	28,0	16,3	22,15	35	6,3
12	29,5	18,5	24	37	
13	29,5	14,5	22	35	
14	26,4	14,3	20,35	30	
15	28,0	14,0	21	31	
16	31,2	12,0	21,6	36	
17	32,0	14,8	23,4	37	
18	33,0	19,4	26,2	35	
19	33,5	18,4	25,95	35	
20	32,0	18,3	25,15	34	14,0
21	19,5	14,4	16,95	29	
22	26,0	14,0	20	30	
23	26,3	14,2	20,25	27	
24	25,5	10,2	17,85	28	
25	27,0	12,0	19,5	29	3,0
26	29,5	17,5	23,5	31	
27	21,5	14,6	18,05	24	21,0
28	26,2	14,3	20,25	27	
29	30,0	18,0	24	32	
30	31,5	15,0	23,25	35	
31	18,0	9,0	13,5	20	6,0

Сумма осадков за месяц 51,8

Метеорологические данные вегетационного периода сахарной свёклы
сентябрь 2021 г.

Дата	Температура воздуха			Температура на поверхности	Осадки
	Максимальная	Минимальная	Средняя		
1	21,0	14,5	17,75	20	
2	16,5	6,0	11,25	14	22,5
3	16,0	0,5	8,25	10	
4	17,3	2,6	9,95	16	
5	14,0	3,0	8,5	14	
6	15,0	4,0	9,5	12	
7	16,0	-1,0	7,5	14	
8	20,6	6,6	13,6	19	
9	24,0	8,0	16	20	
10	25,0	2,0	13,5	23	
11	26,0	3,5	14,75	25	
12	24,0	8,6	16,3	21	
13	26,0	5,5	15,75	23	
14	24,5	4,5	14,5	19	
15	19,8	2,3	11,05	15	
16	18,5	3,8	11,15	12	
17	20,0	3,2	11,6	10	
18	17,5	4,3	10,9	14	
19	16,0	5,0	10,5	13	10,0
20	13,5	2,0	7,75	10	6,0
21	13,0	1,3	7,15	10	
22	9,8	0,3	5,05	7	0,5
23	10,5	0,5	5,5	8	
24	11,5	3,5	7,5	9	
25	12,5	6,0	9,25	9	7,4
26	14,0	6,5	10,25	10	2,6
27	11,0	1,0	6	6	
28	13,0	2,0	7,5	6	0,2
29	11,0	5,0	8	7	
30	12,0	0,0	6	7	
31					

Сумма осадков за месяц 49,2

Характеристика гибрида сахарной свёклы, возделываемого в
стационарном опыте

Гибрид сахарной свеклы КОНКУРС F1 - среднеспелый гибрид урожайно-сахаристого направления. Включён в Госреестр по Центрально-Чернозёмному (5) и Северо-Кавказскому (6) регионам. Односемянный триплоидный гибрид на стерильной основе N-типа. В ЦЧР средняя урожайность корнеплодов - 421 ц/га, содержание сахара - 18,2 %, сбор сахара - 74,0 ц/га, у стандарта соответственно: 402,2 ц/га, 18,7 %, 72,8 ц/га. Масса корнеплода - 548 г. За годы испытаний в полевых условиях региона очень слабо поражался корневыми гнилями, средне - церкоспорозом, корнеедом. Обработывался – круйзер, ТМТД, тачигарин, форс.

Урожайность сахарной свёклы по годам проведения исследований

Способ обработки почвы- вспашка

Вариант	Повторность			Ср урожайность
	2019	2020	2021	
1111*	28,52	29,13	26,22	27,95
1113	66,85	68,21	59,06	64,70
1131	39,1	45,15	35,29	39,84
1133	62,57	70,40	63,58	65,51
3111	27,35	25,87	20,87	24,69
3113	58,82	61,31	56,92	59,01
3131	44,36	44,29	34,27	40,97
3133	56,89	68,97	59,45	61,77

Способ обработки почвы- минимальная

Вариант	Повторность			Ср урожайность
	2019	2020	2021	
1311	30,41	29,92	24,66	28,33
1313	59,67	62,30	58,69	60,22
1331	43,61	46,65	37,58	42,61
1333	66,16	67,66	62,19	65,33
3311	26,47	30,52	20,16	25,71
3313	53,77	65,75	57,17	58,89
3331	39,92	43,90	36,89	40,23
3333	64,24	67,51	58,61	63,45

*- индекс варианта: 1 цифра 1- ЗТП; 3- ЗПП. 2 цифра 1-вспашка; 3- минимальная обработка 3 цифра 1- без навоза; 3- навоз. 4 цифра 1- без минеральных удобрений; 3- минеральные удобрения

Сахаристость сахарной свёклы по годам проведения исследований

Способ обработки почвы- вспашка

Вариант	Повторность			Ср урожайность
	2019	2020	2021	
1111*	15,25	18,55	17,80	17,20
1113	19,05	18,60	16,75	18,13
1131	19,05	18,95	18,35	18,78
1133	17,05	19,05	17,65	17,91
3111	18,85	19,75	18,55	19,05
3113	19,55	16,95	19,05	18,51
3131	18,15	19,55	18,00	18,56
3133	17,55	19,65	18,95	18,71

Минимальная обработка почвы

Вариант	Повторность			Ср урожайность
	2019	2020	2021	
1311	18,10	19,00	17,60	18,23
1313	16,55	19,20	17,00	17,58
1331	18,45	18,05	18,95	18,48
1333	17,95	17,65	17,50	17,70
3311	16,15	19,95	18,10	18,06
3313	16,55	19,90	18,25	18,23
3331	16,25	17,00	19,15	17,46
3333	15,65	16,55	17,45	16,55

*- индекс варианта: 1 цифра 1- ЗТП; 3- ЗПП. 2 цифра 1-вспашка; 3- минимальная обработка 3 цифра 1- без навоза; 3- навоз. 4 цифра 1- без минеральных удобрений; 3- минеральные удобрения