

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**На правах рукописи**

**КУКУШКИНА ВАЛЕРИЯ ВАЛЕРЬЕВНА**

**ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НА  
АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОЗЁМА  
ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И УРОЖАЙНОСТЬ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА**

**06.01.04 – агрохимия**

**ДИССЕРТАЦИЯ  
на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук**

**Научный руководитель:  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор Есаулко А.Н.**

**Ставрополь – 2018**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Изменение состава и свойств почвы при сельскохозяйственном использовании.....	8
1.2 Методы повышения плодородия почв с помощью горных пород и отходов промышленности.....	22
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	37
2.1 Характеристика объекта исследований.....	37
2.2 Методы исследований.....	40
3. ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВНЕСЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД.....	45
3.1 Содержание макроэлементов.....	45
3.2 Содержание микроэлементов.....	55
4. СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В РАСТЕНИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД.....	75
5. СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННО-ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА И pH ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА В ЗАВИСИМОСТИ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД.....	90
5.1 Химический состав почвенно-поглощающего комплекса .....	90
5.2 pH почвенного раствора.....	93
6. ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ ОТ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД.....	96
6.1 Количество аммонификаторов.....	96
6.2 Количество микроорганизмов преобразующих минеральные соединения азота.....	98

6.3	Количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов.....	100
6.4	Количество микромицетов.....	101
7.	УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СВЯЗИ С ПОСЛЕДЕЙСТВИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД.....	107
7.1	Урожайность сельскохозяйственных культур.....	107
7.2	Качество сельскохозяйственных культур.....	109
8.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД.....	116
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
	ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ.....	124
	Список литературы.....	125
	Приложение.....	144

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** В процессе почвообразования происходит выветривание минеральной основы почв и вынос продуктов выветривания с надпочвенным и внутрипочвенным стоком. Эта проблема усугубляется в агроценозах, т.к. на пашне идёт постоянное отчуждение элементов питания вместе с урожаем. В таких условиях неизбежно обеднение почв элементами питания и снижение эффективного плодородия.

Можно ли решить эту проблему с помощью удобрений? Внесение минеральных удобрений направлено на повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий. При увеличении биомассы растений мы добиваемся увеличения выноса элементов питания вместе с возросшим урожаем. С удобрениями вносятся один или несколько элементов питания. В рацион сельскохозяйственных растений входит большинство элементов системы Менделеева, вынос которых не восполняется с удобрениями.

В целях увеличения плодородия почв необходимо периодически проводить реминерализацию минеральной компоненты горными породами, богатыми по химическому составу.

**Степень разработанности темы.** Анализ литературных источников свидетельствует о том, что применение различных горных пород на почвах южной и центральной России приводит к улучшению режима питания растений, изменению свойств почв и повышению урожайности сельскохозяйственных культур (Азимбаев, С.А. и др., 2016; Арефьев, А. Н. 2014; Баутдинов, Т. С., 2016; Васильев, А. А., 2005; Кузин, Е.Н., 2015; Куликова, А.Х. и др., 2007; Лукманов, А.А., 2014; Мамиев, Д.М., 2011; Соловьев, А.С., 2014; Яппаров, А.Х. и др., 2013). Представленная диссертация во многом подтверждает выводы авторов, но есть и свои особенности, обусловленные почвенными и климатическими условиями зоны исследований.

**Цель и задачи исследований.** Целью исследований являлось определение влияния последствий горных пород на агрохимические показатели плодородия чернозёма выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур в звене севооборота в условиях Центрального Предкавказья.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить динамику содержания подвижных форм макро- и микроэлементов в 0-20 см слое почвы при внесении горных пород;
2. Определить содержание макро и микроэлементов в растениях звена севооборота в результате реминерализации чернозёма выщелоченного ;
3. Установить изменение состояния и химического состава почвенного поглощающего комплекса в связи с изучаемыми приемами;
4. Выявить влияние горных пород на численность микроорганизмов в почве
5. Определить урожайность, качество и экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур при внесении различных горных пород.

**Научная новизна исследований:** впервые в условиях Центрального Предкавказья изучалось влияние последствий от применения горных пород на агрохимические показатели плодородия чернозема выщелоченного, биологическую активность почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в звене севооборота. Изучено содержание элементов питания в системе почва-растение, содержание и качественный состав микроорганизмов основных физиологических групп чернозёма выщелоченного в зависимости от доз и состава горных пород.

**Теоретическая и практическая значимость** состоит в том, что результаты эксперимента станут основой для теоретических расчетов доз внесения различных горных пород и разработки практических рекомендаций сельскохозяйственным предприятиям по повышению плодородия почв.

Результаты исследований используются в образовательном процессе при проведении лекционных и лабораторных занятий дисциплин «Почвоведение» и «Микробиология» для студентов ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Применение горных пород увеличивает содержание подвижных форм макро и микроэлементов в почве и растениях.

2. Горные породы изменяют химический состав и соотношение катионов в системе почвенно-поглощающего комплекса и изменяют рН среды в сторону подщелачивания.

3. Дозы и сочетания горных пород увеличивают численность и разнообразие почвенной микрофлоры.

4. На протяжении двенадцати лет от закладки стационара мелиоративный эффект от отдельного и совместного применения горных снижается, но с экономической точки зрения остается выгодным.

**Реализация результатов исследований.** Результаты исследований апробированы в учебно-опытном хозяйстве СтГАУ и в СПК колхозе «Родина» Красногвардейского района на общей площади в 987 га. Применение горных пород позволило увеличить урожайность сельскохозяйственных культур на 25-30%.

**Апробация работы.** Материалы диссертации докладывались ежегодно (2015-2018гг.) на конференциях Ставропольского ГАУ, доложены на V международной научной конференции «Эволюция и деградация почвенного покрова»(г. Ставрополь, 19-22 сентября 2017г.), конференции «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах» (4-5 октября 2018).

**Объём и структура работы.** Диссертация изложена на 157 страницах машинописного текста, состоит из введения, восьми глав, выводов, предложения производству, списка литературы и приложений. В тексте содержится 10 таблиц, 52 рисунка и 20 приложений. Список используемой

литературы включает 136 наименований, в том числе 1 на иностранном языке.

**Личный вклад автора.** Автор участвовал в полевых исследованиях, в отборе почвенных образцов по фазам развития культур. Им были проведены лабораторные исследования и анализ отобранных образцов на их химический и микробиологический состав. Кроме этого автор осуществлял учет урожайности сельскохозяйственных культур и расчет экономической эффективности их выращивания.

Автор выражает глубокую благодарность за осуществление руководства диссертационной работы доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры агрохимии и физиологии растений А.Н. Есаулко, а также коллективу кафедры агрохимии и физиологии растений за помощь в полевых и лабораторных исследованиях и коллективу учебно-научной испытательной лаборатории Ставропольского государственного аграрного университета. Особую благодарность автор выражает ректору Ставропольского государственного аграрного университета академику РАН, профессору Трухачеву В.И. за моральную и финансовую помощь в проведении исследований.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Изменение состава и свойств почвы при сельскохозяйственном использовании

Антропогенное воздействие человека приводит к существенным и зачастую необратимым изменениям экосистем и их составляющих, в том числе и почвенного покрова. В процессе сельскохозяйственного воздействия с пашни, может отчуждаться 20-80% всей биологической продукции в качестве органического сырья, фуража, продовольствия или топлива. Такие процессы приводят к разомкнутости круговорота химических элементов, а также к изменению баланса энергий (Б.П. Ахтырцев, 1977). Вследствие такого воздействия возникает обеднение экосистемы, а главное почвенного покрова важными элементами минерального питания и запасами потенциальной энергии (И.П. Бабьева, 1989).

«Интенсивное использование сельскохозяйственных угодий приводит к постепенному истощению пахотного горизонта. Минеральные элементы питания используются растениями и отчуждаются с урожаем, щелочные и щелочноземельные элементы постепенно вымываются в более глубокие слои почвы. Соответственно, происходит снижение урожайности культурных растений. В современных условиях это приводит к таким негативным последствиям как уплотнение, слитизация, обесструктурирование и снижение продуктивности обрабатываемых угодий» (В.С. Цховребов, 2003).

Совокупностью явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почве, является процесс почвообразования. Это сложный многофазный окислительно-восстановительный процесс преобразования минералов почвообразующей породы и отмерших растительных остатков. Прикорневом питании растений, в процессе фотосинтеза в процессе корневого питания растений, дыхании микроорганизмов и различных процессах брожения при гетеротрофном типе



питания в почве образуются протоны и электроны (Т.И. Лысенко, Т.И. Льгова, А.Н. Марьин, 2003).

Плодородие почвы и понятие почва неразрывны. Плодородие почвы, это её способность обеспечивать растения в элементах питания и удовлетворить потребность корневых систем в необходимых объемах воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормального роста и развития растений. Почвенное плодородие, это неотъемлемое свойство почвы, которое отличает её от горной породы. Различают такие понятия как: условия и факторы почвенного плодородия.

К условиям почвенного плодородия относят совокупность свойств и режимов, их взаимодействие определяет возможность обеспечить растения необходимыми факторами, такие как физические и физико-химические свойства, наличие токсических веществ и др. Вода, воздух и тепло это факторы питания растений, азотного и зольного. Наиболее важными параметрами, от которых зависит уровень плодородия, являются показатели почвенных режимов, таких как температурный, питательный, водно-воздушный, физико-химический, окислительно – восстановительный и биохимический солевой.

Определяют параметры почвенных режимов по климатическим условиям региона, агрофизическим свойствам почв и их химическим и механическим составом потенциальных запасов элементов питания. А также по запасам гумуса и его содержанием, составом и интенсивностью микробиологических процессов и другими физико-химическими свойствами (И.С. Кауричев, 1989).

В большей степени сельскохозяйственное использование почв приводит к отрицательным изменениям плодородия почв. Основными причинами деградации пахотных почв считают не соблюдение требований обработки почвы, низкая доля в севооборотах многолетних трав, подверженность эрозии, атак же недостаточное количество используемых минеральных органических удобрений, (Ф.Я. Багаутдинов, с соавторами,

2004). В плодородии почв различают такие виды как: естественное, искусственное, потенциальное, эффективное, относительное и экономическое. Под естественным плодородием понимают плодородие, которым обладает почва в своем природном состоянии без антропогенного воздействия человека, и определяется сложным взаимодействием свойств почв и её режимов, обусловленных развитием природного почвообразовательного процесса. В естественном виде оно присуще целинным почвам.

Плодородие, которым обладает почва в результате воздействия на неё деятельности человека это плодородие искусственное. Это присуще пахотным почвам, используемым в сельском хозяйстве. Может проявляться в их способности поддерживать урожайность культурных растений. Оно зависит от развития научных и технических достижений, от возможности наиболее полно использовать природное плодородие почвы для получения урожая культур.

Потенциальное плодородие – суммарное плодородие почвы, характеризуется запасами элементов питания растений, формами их соединений, так же сложным взаимодействием всех других свойств.

Эффективное плодородие – это часть плодородия потенциального, представленная урожайность сельскохозяйственных культур при определенных климатических и технико–экономических условиях.

Экономическое плодородие, это оценка почвы с экономической точки зрения в связи с её потенциальным плодородием и экономическими характеристиками земельного участка (Н.И. Базилевич, Н.В. Семенюк, 1984). Продуктивность сельскохозяйственных угодий определяют долевым участием плодородия, уровнем агротехники и применением минеральных удобрений.

Экономически более эффективно постепенное повышение урожайности, согласующееся с повышением плодородия почвы, чем за счет использования минеральных удобрений. Уменьшение применения

минеральных азотных удобрений позволяет ввести в севооборот сидеральные пары (М.П. Банкин., В.А. Таразанов, К.С. Русинова, 2004).

До настоящего времени в литературе имеется не полное количество исследований, о закономерностях изменения содержания гумуса. Имеющиеся же сведения о влиянии сельскохозяйственного использования на состояние гумуса в почве противоречивы. Многие исследователи говорят о том, что содержание гумуса в почве может изменяться под воздействием возделываемых культур и соответствующей системе обработки почвы (Л.Н. Александрова, 1980).

По прошествии 50-70 лет сельскохозяйственного возделывания земель безорганических удобрений большинство почв теряют запасы гумуса на 20-50% по сравнению с исходными данными (В.А. Ковда, с соавторами, 1986). Подобные данные так же получены и И.К. Хабировым, и З.Г. Простяковой (1985).

После распашки целинных участков впервые 20-30 лет содержание органических веществ резко снижается. (Н.И. Лактионов, с соавторами, 1974). При последующем использовании почвы процессы минерализации и гумификации протекают с одинаковой интенсивностью, и стабилизируется содержание гумуса в почве.

Некоторые учёные пришли к выводу, что использование минеральных и органических удобрений влечет за собой стабилизацию содержания гумуса в почве и даже некоторое повышение его количества.

Вследствие внесения удобрений, обработки почв и сельскохозяйственном воздействии на пашни, увеличивается биомасса растений, а, следовательно, и объёмы выветривания элементов питания из почв. У почвенных коллоидов, как и, у корневых волосков, имеется в наличии определенная емкость поглощения катионов и анионов. Ионы водорода занимают большую часть ёмкости катионного обмена растений. Когда растение находится в условиях недостатка элементов питания оно

вынуждено разрушать минеральную основу почв. Выветривание первичных минералов поддерживает плодородие почв (Л.М.Томпсон,1982).

Ставропольский край относят к зоне рискованного земледелия. За последние десятилетия утрачивается способность природных ландшафтов сохранять динамическое равновесие. Так же наблюдается уменьшение запасов почвенного гумуса, активного обменного калия, фосфора, приводит к изменению и рН среды. А значит, и продуктивность сельскохозяйственных ландшафтов идет на спад. Земельный фонд Ставропольского края, по данным 2004 г., составлял 193579 га, на которых ведут свою деятельность более 20 крупных сельскохозяйственных предприятий, сельские администрации, крестьянские фермерские хозяйства и другие предприятия и организации. Это ведет к неизбежному истощению земельных ресурсов (Д.А. Шевченко, 2013).

Говоря о причинах деградации пахотных земель, главными причинами этого процесса можно назвать несоблюдение требований обработки почв, применение химических средств защиты, посев культур интенсивного типа и отчуждение значительной части элементов питания с урожаем. В результате такого интенсивного использования земель происходит обеднение почв доступными элементами минерального питания (В.С. Цховребов с соавторами, 2013).

На ряду с деградацией земель, в последнее время, актуален вопрос повышения содержания тяжелых металлов в почве вследствие техногенного влияния. Восстановление плодородия загрязнённых почв и вовлечение их в сельскохозяйственное производство очень важная и актуальная проблема для любого промышленного региона. Решение данной проблемы целесообразно начинать с определения механизма избирательного накопления металлов растениями. Он может быть осуществлён как за счет исключения, при котором металлы накапливаются главным образом в корневой системе, так и аккумуляции, когда тяжелые металлы накапливаются преимущественно в надземных органах растений. В некоторых случаях отмечено отсутствие

зависимости между содержанием металла в растениях и его содержанием в почве (К.Е. Сокаев с соавторами, 2004).

Проблема взаимосвязи и взаимовлияния почв и экологических факторов почвообразования (климата, материнских пород, растительности) является кардинальной для почвоведения, лесоведения и ландшафтоведения. В теоретическом плане это проблема экологии почвообразования в разных природных условиях, в практическом - рационального использования лесных ресурсов и повышения продуктивности древостоев естественного происхождения, а также создания лесных культур, питомников, плантаций, парков и т.д. (В.Н. Горбачев, 2014).

Раньше считалось (К.И. Рудаков, 1953; Е.И. Russel, 1950), что выделение веществ корнями в почву процесс патологический, и расценивался как «потеря веществ», тона данный момент большинство исследователей говорит о важность и выявляют прямую закономерность выделительной функции корнями растений (Э.И. Шконде, 1982). Корневые выделения растений изменяют химические условия в ризосферной зоне, определяют направленность почвообразовательных процессов, приспособлявая зону выветривания для выполнения функции питания.

Для всех видов почв процесс почвообразования един, но его проявление может иметь разный характер. Это зависит от определенных условий почвообразования, климат и качество исходной породы.

Многие ученые такие как К.Д. Глинка (1908), В.И. Вернадский (1928), П.А. Замятченский (1934), И.Д. Седлецкий (1934), Н.И. Горбунов (1962, 1967, 1959, 1965, 1969,), Н.И. Горбунов, Б.П. Градусов (1967) в своих работах обращают внимание на необходимость изучения минералогического состава почвы, который определяет плодородие и направленность почвообразовательного процесса.

Многие исследователи наблюдали поступление протонов водорода в почву можно проследить по подкислению почвенного раствора в суточном и вегетационном цикле (В.В. Снакин, 1989; Т.Л. Быстрицкая, 1987). Так же

было отмечено значительное подкисление почв агроландшафтов в сравнении с целинными почвами. В следствии этого пришли к выводу, что новообразование и разрушение минералов на агроценозах проходит более быстрыми темпами.

Скорость трансформации минеральной основы почвы являются мало изученными как в естественных условиях, так и на агроценозах. Такие исследователи как М.М. Кононова, И.В. Александров и Н.А. Титова (1964), что в процессе энзимного воздействия корневой системы на почву может происходить не только физическое выветривание минералов (в том числе алюмосиликатов), но и изменятся кристаллические формы.

Долю  $H^+$  растения экспортируют в почвенный раствор в следствии этого он становится более кислым. Корни растений в почве окружены особой оболочкой, состоящей в основном из  $H$ -ионов. В зоне непосредственного соприкосновения корневой системы растений с минералами почвообразующей породы, рН может равняться 2, при этом это зона непрерывно обновляется с поступлением новых протонов водорода (У.Д. Келлер, 1963). Корнями также выделяются особые ферменты и ряд соединений кислотного характера (уксусную, щавелевую, муравьиную, молочную, яблочную и другие кислоты), которые при диссоциации выделяют в раствор некоторое количество протонов водорода (В.П. Иванов, 1973).

Благодаря малым размерам и высокому заряду  $H^+$  может с легкостью проникать в кристаллическую решетку и разрывать химические связи высвобождая элементы питания (В.С. Самарина, 1977). Проникая в кристаллическую решетку протоны водорода забирают электроны с внешних орбиталей атомов, в результате происходит их ионизация (Р.Дикерсон, 1982, А.Х. Браунлоу, 1984).

Монтмориллонит поглощая калий и переходит в иллит. В этом случае происходит процесс обратный слитизации наблюдаемый на черноземах. При переходе монтмориллонита и каолинит происходит каолинитизация и «старение» почвы.

Один из деградированных подтипов черноземов является чернозем выщелоченные. Во всех почвах процесс выщелачивания связан с переходом щелочных и щелочноземельных элементов в подвижное состояние и вынос их в низлежащие горизонты. Выщелоченные чернозёмы представляют собой более деградированную минералогию. В ходе активного использования происходит обеднение почв элементами минерального питания в доступной форме, и почвы по основным макро- и микроэлементам переходят в менее обеспеченные разряды по данному показателю. За последние 10-15 лет снижение рН у черноземов выщелоченных составило 0,20 – 0,25 (Г.М. Соляник, 2004).

Растения в процессе почвообразования играют важную роль, и без их участия и без их корневых выделений, этот процесс не может протекать. Как считает А.А. Роде (1947), основу почвообразования составляет обмен веществ в системе «почва - растения».

При использовании удобрений мы не только повышаем биомассу растений, но так же, приводим растения в условия минерального голода. Это связано с тем, что вместе с удобрениями мы даем, как правило, три элемента питания – азот, фосфор, калий либо только один из них. Для питания растениям могут потребоваться более 70 элементов таблицы Менделеева.

Так для существующего поколения растений мы улучшаем питательный режим, но наряду с этим для следующего поколения ухудшаем. Это происходит в связи с отчуждением с пашни микро и макроэлементов.

Это происходит даже с самыми распространенными элементами в почве, например, кадмий. При использовании удобрений можно повышать фон по определённым элементам питания, но в значительной степени снижаем по всем остальным элементам (В.С. Цховребов, 2003.).

В процессе жизнедеятельности растений и почвенных микроорганизмов образуют различные органические соединения кислотного характера, которые в свою очередь ускоряют гидролиз щелочных минералов и в первую очередь карбонатов. Разрушение карбонатно-кальциевой системы

изменяет соотношение обменных катионов в сторону уменьшения обменного натрия в почвенно-поглощающем комплексе. Влагообеспеченность верхней зоны коры выветривания способствует поступлению кислорода и углекислого газа, который ускоряет физико-химический процесс разрушения твердых минералов. Образование ярозита натрия в этой зоне понижает содержание обменного натрия в почвенно-поглощающем комплексе. Гидрокарбонат кальция вымывается в низлежащие горизонты, где концентрация углекислоты снижается, гидрокарбонаты превращаются в карбонаты и образуют горизонт белоглазки, а магний внедряется в почвенно-поглощающий комплекс при одновременном снижении обменных кальция и натрия (Н.И. Хаджинов 1986г.).

В вопросе о влиянии минеральных удобрений на физические свойства почв мнения ученых часто расходятся. Одни говорят о том, что изменение объемной массы и пористости почвы происходит при применении минеральных удобрений (В.В. Медведев, 1978) остальные утверждают, что внесение минеральных удобрений не могут оказывать заметного влияния на показатели физических свойств почвы – плотность и пористость (В.И. Захаревский, 1978; Г.В. Назаров, 1970).

Некоторые исследователи считают, что вещества, переходящие в водную вытяжку, представляют собой подвижную часть органического вещества. В связи с динамичностью они принимают непосредственное участие в почвообразовании и образовании гумуса. Водорастворимые органические кислоты способны вызывать разрушение аутигенных минералов, особенно при выветривании полимиктовых пород богатых по минералогическому составу и участвуют в миграции продуктов выветривания минералов по вниз профилю. Гумусовые кислоты, в частности, фульвокислоты, входят в состав водорастворимых веществ участвуют в выветривании минералов почвы (В.Н. Переверзев с соавторами, 2007).

Существуют сведения о том, что избыточное содержание гумуса (более 3%) приводит почвах к блокировке фосфатов органическим и



пленками в исследуемых, а, следовательно, и к уменьшению их подвижности (В.И. Савич с соавторами, 2007).

Процессы почвообразования по своей сути являются в большей степени не созидательным, а разрушительным процессом минеральной массы материнских пород. С момента возникновения в породе растительные организмы, сменяя друг друга, непрерывно в процессе своей жизнедеятельности потребляют элементы минерального питания вплоть до полного их исчерпания. Постепенное выветривание минералов в процессе сельскохозяйственной деятельности приводит к разрушению и вымыванию естественных структурообразователей карбонатно-гипсовой системы, гидроксидов железа, разрушению трехслойных минералов. С помощью макро- и микроудобрений невозможно пополнить их запасы. В результате ухудшаются физические, водно-физические, физико-химические и биологические условия жизни не только корневой системы, но и всего растения в целом.

В результате исследований (В.И. Тюльпанов, 1981; В.И. Тюльпанов, С.А. Мануков, 2003), минеральная деградация грозит в большей степени черноземам, занимающим наиболее влагообеспеченную часть края. Важную роль в плодородии почвы играют микроэлементы. Они входят в состав ферментов живых организмах, гормонов, витаминов и других соединений. Считается, что около 30 микроэлементов могут участвовать в подобных соединениях. В ходе ряда экспериментов было установлено, что микроэлементы необходимы для важных биохимических процессов. Недостаток микроэлементов замедляет эти процессы и может их даже останавливать (Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова, 2005г.). Основной ролью микроэлементов является повышение активности различных ферментов, катализирующих многие биохимические процессы (Я.В. Пейве, 1961г.).

Так же велико воздействие микроорганизмов и на развитие растений в том числе все почвенные биохимические процессы накопления и

трансформации. Перенос органических соединений в экосистеме обуславливается набором микроэлементов. Микроэлементы также стимулируют деятельность микроорганизмов.

Большая доля микроэлементов содержащихся в почве находится в недоступной для растений форме. Так называемые подвижные, то есть доступные, соединения Cu, Co, Mn составляют около 10 - 25% от общего количества микроэлементов в почве. Доступные соединения цинка и молибдена достигают меньше 1%, а иногда до 1%. Определение только лишь валового содержания микроэлементов в почве является недостаточным для определения обеспеченности растений необходимыми им элементами. Только валовое содержание микроэлементов говорит только о потенциальных их запасах. Объективным показателем обеспеченности растений можно считать только определение доступных форм элементов питания (Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова, 2005).

Главным источником микроэлементов в почве являются почвообразующие породы.

На черноземах данного региона, почвообразующими породами являются лессовые породы различного генезиса. Терригенные отложения лессовых пород приносились и переотлагались ветрами из приморских регионов обширного Каспийского бассейна. В процессе седиментации осевший алевритовый материал под действием диагенетических процессов приобрел свойства лессовых пород (А.Я. Антыков, А.Я. Стомарев, 1970; Л.Г. Балаев, П.В. Царев, 1964).

В процессе сельскохозяйственного использования черноземы выщелоченные стали в большей степени терять свои природные свойства вследствие слитизации, увеличения плотности и глыбистости структуры (Н.С. Голоусов, 2003).

В ходе изучения вопросе изучения вопроса о «старении» почв выявили что, в условиях сельскохозяйственного использования черноземов снижается доля монокремниевых кислот и возрастает доля поликремниевых.

Особенно сильно это проявляется на черноземах выщелоченных. Это и является главной причиной слитизации почв (В.С. Цховребов, 2003).

В результате интенсивной антропогенной нагрузки на земли сельскохозяйственного назначения идет обеднение почв доступными формами элементов минерального питания. Почвы со средней или высокой обеспеченностью по основным показателям могут перейти в разряд с низкой или очень низкой обеспеченностью макро- и микроэлементами. Так за последние 10-15 лет происходит снижение у черноземов выщелоченных рН составило 0,20 - 0,25 (В.С. Цховребов, 2003).

Как считает В.И. Тюльпанов (2003), для того чтобы повысить продуктивность земледелия и защищать почвенный покров от минеральной деградации на почвах, которые подвергаются сильному антропогенному воздействию и в результате сильно изнашиваются. Это относится, в первую очередь, к черноземам выщелоченным. Поэтому необходимо периодически проводить «омоложение» минеральной основы методом внесения различных горных пород. Последствие от внесения одноразовой дозы сохраняется в течение 5-8 лет, а продуктивность растений увеличивается на 30-60 %.

Для улучшения минеральной основы черноземов могут использоваться фосфоритовые желваки, глауконитовые пески, апатит-карбонатные и апатит-доломитовые породы. Внесение глауконита повышает урожайность свёклы на 36,5 ц/га, а внесение глауконита совместно с желваками фосфорита повышает урожайности зелёной массы кукурузы в 8 раз по сравнению с контрольным вариантом (В.И. Седлецкий, 1943).

В сельском хозяйстве ФРГ также используют муку из гранита, базальта, вулканической лавы для улучшения почвенных условий и плодородия растений. При этом содержание в ней силикатов должно быть не менее 40%. Особенно важно высокое содержание микроэлементов. Муку этих горных пород используют для внесения в почву, некорневой подкормки растений, защиты их от вредителей и болезней. Внесение минеральных

удобрений, по мнению В.И. Бгатов (1985), является вмешательством в сложившиеся в природе внутренние многовековые связи.

Используемые минеральные удобрения, постоянно вносимые в почву, вымываются поверхностными водами и транспортируются в виде ядовитых соединений в водные бассейны и водотоки, заражая тем самым окружающую среду. В их числе могут быть азотные, фосфорные и калийные удобрения.

К примеру, в качестве калийных удобрений можно применять различные концентраты калиевых полевых шпатов, лейцититов и т.д. В качестве фосфорных – фосфориты, апатиты и другие (В.И. Бгатова, 1985)

В ходе изучения изменений почвенного плодородия установлено, что в современном сельскохозяйственном производстве наблюдаются существенные изменения свойств чернозема выщелоченного. Для повышения и сохранения эффективного плодородия необходимо оптимальное содержание в почве свободного кальция. Кальций, как основной структурообразователь, создает в почве наиболее благоприятные агрохимические параметры, при полном насыщении ее емкости обмена. Катионы кальция - основные конкуренты других химических элементов при образовании комплексов с гумусовыми веществами в почвенном растворе. Поэтому сведения о применении кальцийсодержащих соединений представляют значительный интерес. Для предотвращения негативных процессов необходима реализация в практике земледелия комплекса приемов, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия, на достижения положительного баланса гумуса и биогенных элементов, улучшения биологического круговорота веществ (В.Г. Минеев, А.И. Подколзин, 2010).

Главным недостатком используемых в настоящее время минеральных удобрений является их лёгкая растворимость. Поэтому при внесении годовой нормы единовременно создаётся повышенная концентрация, а при выпадении обильных осадков их большая часть вымывается, поступая в

поверхностные или грунтовые воды, загрязняя окружающую среду (С.Д. Гилев, 2015),

Без применения мер по воспроизводству и сохранению плодородия почвы современное земледелие приводит к развитию деградационных процессов: ухудшению гумусного состояния, изменению физических и физико-химических свойств, снижению биологической активности почвы (Е.П.Проценко, 2013).

Путем реминерализации почвы можно замедлить естественное «старение», следовательно, проводить ее «омоложение». Известкование может служить одним из главных мелиоративных приёмов по «омоложению» почвы (В.Н. Слюсарев, 2006).

С экологической и экономической точки зрения применение апатита может быть выгоднее применения фосфорных удобрений. При применении фосфорных удобрений коэффициент полезного действия составляет всего 30-40%. Большая часть карбонатов кальция, переходят в нерастворимый трифосфат кальция ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ). Фосфор переходит в свое первоначальное нерастворимое состояние. Наиболее экономически выгодным считают применение фосфора в первоначальном виде. В производственных условиях фосфор добывается путем растворения апатита серной кислотой. Содержащиеся в почве нитрификаторы могут так же воспроизвести этот процесс. Распад апатита и поступление  $\text{P}_2\text{O}_5$  в растворенной форме происходит помощью азотной кислоты (В.С. Цховребова, 2003).

В настоящее время в мелиоративных целях широко используют фосфогипс, который является отходом промышленного производства фосфорной кислоты. Главной составляющей фосфогипса является двуводный сульфат кальция (гипс), в котором содержится 20-22 % кальция. Кроме того, одним из наиболее ценных компонентов фосфогипса является легкогидролизуемый фосфор (1,8-2,0 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) в виде ортофосфорной (фосфорной) кислоты. В последствии использования фосфогипса в почву происходит легкоразличимое (визуальное) положительное влияние на

растения в течение одного-двух лет (Г.В. Васяев, Т.П.Шевченко,1974; И.М. Богдевич, Н.И. Смян, В.Д. Лисица, 1997).

Резкое увеличение содержания поглощенного кальция наблюдается при внесении гипса, мела и суперфосфата. Не наблюдается сильных различий между мелом и гипсом в размерах такого насыщения. Однако, отмечается то что, если гипс уже в первый год проявил свой максимальный мелиорирующий эффект в насыщении почв кальцием, то мел, увеличивал свое действие на протяжении ряда лет (А.Х. Куликова с соавторами, 2007).

Применение лессовидной породы в сочетании с минеральными удобрениями могут уменьшать гидролитическую кислотность на 24,7%, обеспечивает нужный запас основных катионов и мягкий, но достаточный подщелачивающий эффект (В.Н. Слюсарев, 2007).

По изменению почвенной кислотности можно судить о темпах растворения мелиорантов в почве. После известкования в почвах достигается нормальный сдвиг рН, а кальций извести полностью переходит в почвенно-поглощающий комплекс. Эти данные не отражают действительного состояния свежепроизвесткованных почв, поэтому, что при обработке навески известкованной почвы 1 Н КСl происходит ускоренное разложение извести (А.А.Завалин,2013).

Обобщая мнения вышеприведенных исследователей, можно сделать вывод о том, что использование черноземов в сельскохозяйственном производстве значительно влияет на их состав и свойства. Невозможно добиться повышения почвенного плодородия внесением одних только удобрений, но и внесение горных пород ведет за собой влияние на физические и химические свойства почв.

## **1.2 Современные методы повышения плодородия почв**

Нетрадиционными агрорудами можно считать: бентониты, глаукониты, фосфориты и другие богатые макро и микроэлементами руды

применяются в качестве дополнительного питания растений в различных регионах России, в том числе и для сохранения влаги и очистки почвы от загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами. (И.Н. Чумаченко, 1991)

В Китае нетрадиционными агрорудами считают цеолиты и серпены, и используют их в качестве устранения дефицита недостающих микроэлементов (Ф.Г. Шарафеева, 1980)

Во Франции их так же используют для питания растений и пополнения запасов микро и макроэлементов в почве (Г.М. Шубанов, 1991)

По мнению Ю.А. Кипермана, М.А. Комарова, и А.И. Ангелова современному сельскому хозяйству необходимо переходить на новые комплексные технологии с использованием местных минеральных ресурсов. Ряд наблюдений различных исследователей говорит о том, что использование местных агроруд, могут улучшают почву, обеспечивают охрану окружающей среды и повышают урожайность сельскохозяйственных культур. В России более 63 млн га почв с низким содержанием фосфора. Наряду с этим, запасов в месторождениях фосфоритовых руд насчитывается 679,1 млн. т. За счет применения фосфорсодержащих агроруд можно увеличить содержание фосфора в почве и повысить урожайность культур.

На всех этапах развития сельского хозяйства приоритетной и важной целью было обеспечение населения продуктами питания, животноводство кормами, а перерабатывающую промышленность сырьем. (А.А. Тедеева, Д.М. Мамиев, З.П. Оказова, 2015; Н.Т. Хохоева, И.Г. Казаченко, А.А. Тедеева, 2012). Для достижения этих целей необходимо находить самые оптимальные пути и методы повышения урожайности сельскохозяйственных культур, сохранения качества продукции, поддержания плодородия почвы и охраны окружающей среды (И.Э. Солдатова, 2011).

Агрохимическое минеральное сырье это полезные ископаемые, способствующие улучшению агрохимических и агрофизических свойств почвы и содержащие питательные вещества для растений (Н.Е. Абашеева с

соавторами, 2012; Ш.А. Алиева, Л.М. Биккина, 2012; С. Бауатдинов с соавторами, 2014)

Природные запасы цеолитов по Российской Федерации составляют 2,7 млрд т. (А.Х. Яппаров с соавторами, 2013).

В сельском хозяйстве широко используются природные цеолитсодержащие агроруды в качестве улучшителей свойств удобрений, а также для повышения плодородия почвы (Ш.А. Алиев, Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров, 2009; Ш.А. Алиев, Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров, 2013; М.С. Ежкова, Л.М.-Х. Биккина, В.О. Ежков, 2013; Ш.А. Алиев, Л.М.-Х. Биккина, 2012).

Так же использование цеолитов, в последние годы стало одним из перспективных, экологически безопасных направлений, которые в малых дозах расхода стимулируют рост и развитие растений, способствуют усилению продукционных процессов в них и при этом повышают устойчивость их к болезням, конкурентную способность против вредных организмов, а также содействуют формированию более высоких урожаев с высоким качеством (А.А. Абаев с соавторами, 2001; Д.М. Мамиев, А.А. Абаев, Э.И. Кумсиев, 2015; Д.М. Мамиев, А.А. Абаев, 2016; И.Д. Тменов, М.А. Басиева 2010).

Использование местных агроруд имеют высокую экологичностью эффективность и обоснованное применения их при выращивании сельскохозяйственных культур абсолютно перекрывает отрицательное действие пестицидов на почву, её микрофлору, водно-физические свойства, урожайность и качество получаемой продукции, а также последствие на другие культуры севооборота и окружающую среду (Д.М. Мамиев, А.А. Абаев, Э.И. Кумсиев, 2015; Д.М. Мамиев, Н.А. Мисик, А.А. Шалыгина, 2011; И.Э. Солдатова, 2011; А.А. Тедеева, Ф.Т. Гериева, Д.М. Мамиев, 2015)

Возделывание культур по современным высокоинтенсивным технологиям предъявляет повышенные требования к агрофизическим свойствам почв, их водно-воздушному режиму, способности обеспечить



растения элементами минерального питания. Значительное сокращение применения органических удобрений на фоне возрастающих цен на минеральные туки делает особенно актуальным использование местных агроруд. Одним из перспективных направлений является, по мнению авторов, изучение возможности применения глауконитового песка (С. К. Курбаниязов, Н. А. Абдимуталип, 2012; В. И. Пындак, А. Е. Новиков, Ю. А. Степкина, 2013; А. А. Васильев, 2009, 2005; В. Г. Уточкин, И. Н. Чумаченко, Б. А. Сушеница, 1995)

Важной задачей сельского хозяйства остается разработка приемов сохранения плодородия и повышение продуктивности земледелия. На сегодняшний момент набирает обороты в сельское хозяйство нетрадиционных минеральных ресурсов, которые улучшают агромелиоративное состояние почв.

В последние десятилетия увеличивается тенденция использования минеральных удобрений в сельском хозяйстве и за период с 2006 по 2011 составляло с 1,5 до 2,44 млн. тонн. Не смотря на это, дефицит баланса питательных веществ в земледелии в среднем составляет 53,6%. Следовательно, актуальным является использование местных агроруд в качестве удобрений и мелиорантов (Е.В. Агафонов, Г.Е. Мажуга, В.П. Горячев, 2015) Авторами было изучено влияние бентонитовой глины на черноземе южном под подсолнечником. В ходе исследований выявили, что применение бентонитовой глины способствует улучшению обеспеченности почвы продуктивной влагой, а также доступными формами азота, фосфора и калия. Оптимальной дозой бентонита оказалась – 10 т/га.

Исследования влияния природных цеолитов и их сочетание с навозом, проводили Е. Е. Кузёной, А. Н. Арефьевой, Е. Н. Кузиной (2016) на черноземах выщелоченных Пензенской области. Уже в первый год исследований выявили снижение кислотности в пахотном горизонте. Кроме этого установили переход почвы из класса со слабокислой реакцией в класс с нейтральной. В ходе исследований сравнивались два различных

месторождения Пензенской области, Бессоновского и Лунинского месторождений. Клиноптиолита Бессоновского месторождения увеличивал рН по сравнению с контролем на 0,9 и на 0,6. При внесении клиноптиолита Лунинского месторождения, такая динамика сохранялась и в исследованиях трех последующих лет.

По результатам исследований по использованию цеолитосодержащих агроруд проводимых в горной зоне РСО – Алания (М.Д. Мамиев, Э.И. Кумсиев, А.А. Шалыгина, 2016) выявили повышение урожайности на 20,0 ц/га при внесении агроруды в дозе 2 т/га. Повышалась ферментативная активность почвы при совместном применении агроруды с гуматом калия и 1% раствором экстразола: активность каталазы увеличилась на 0,4-0,8 мл O<sub>2</sub> на 100 г почвы, фосфолитическая - 0,3-0,5 мл P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 100 г почвы, уреазы - 0,3-0,9 мл NH<sub>3</sub> на 100 г почвы. По результатам исследований экономическая рентабельность повышается на опытных культурах, так на кукурузе на силос повышение составило 10,4-18,5%, фасоли 0,8-14,7%, столовой свеклы 8,5-23,6%.

По мнению Е.Н. Кузина с соавторами (2015) сельскохозяйственное использование пашни в условиях дефицита энергетических и материальных ресурсов при современной системе земледелия приводит к упадку эффективного и потенциального плодородия почв. Поэтому авторы считают более рациональным использование местных более дешевых минеральных ресурсов в качестве удобрений и мелиорантов. В ходе опытов изучалось действие и последствие цеолита совместно с удобрениями и их сочетаний на свойства серой лесной почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Сочетания органических удобрения с цеолитом существенно повлияло на накопление обменного калия. Это влияние было наиболее заметно в первые годы исследований, в последствии эффект снижался. Максимальную продуктивность зернопропашного севооборота показали варианты с повторным внесением навоза и минеральных удобрений по фону после действия природного цеолита. Так продуктивность варьировала от 15,97

(цеолит 20 т/га + навоз) до 16,88 з.е. (цеолит 40 т/га + навоз). Такой способ внесения удобрений по цеолитному фону существенно влияет на накопление щелочногидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия на исследуемых территориях.

Исследования, проводимые А.Н. Арефьевым и Е.Н. Кузиным (2014) по сравнению использования природных цеолитов Бессоновского и Лунинского месторождений Пензинской области, показали улучшение в восстановлении и сохранении агрономически ценной структуры почв. Наилучший эффект по восстановлению структуры наблюдался на варианте опыта с внесением природных цеолитов в сочетании и мелиоративной нормой навоза. В первый год исследований на их фоне количество водопрочных агрегатов в пахотном горизонте превышало контроль на 21,8-13,3%, на второй год исследований на 18,7-19,5% и в третий год на 19,7-20,4%. Структурное состояние пахотного горизонта по результатам трехлетних исследований характеризовалось как отличное.

А.Х. Яппаров с соавторами (2015) изучал изменение свойств и продуктивности чернозема выщелоченного и серой лесной почвы под влиянием таких мелиорантов как: фосфориты, глауконитовые пески, цеолито-содержащие породы. В ходе исследований были изучены такие показатели как влияние агро-мелиорантов на агрохимические свойства почв, состав фосфатов в почве под влиянием мелиорантов, так же на динамику калия, базальное дыхание и микробная биомасса почвы и влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. В результате были сделаны выводы, внесение агро-мелиорантов положительно влияет на агрохимические свойства почв, улучшает реакцию почвенной среды, способствует росту, насыщенности почвы основаниями, повышает фосфатный уровень и доступность калия растениям, то есть создает благоприятные условия для усиления процессов роста и развития растений. Различные дозы мелиорантов обеспечили прибавку к урожаю.

И.А. Яппаров с соавторами (2016), изучали применение цеолито содержащих пород в земледелии, им были проведены ряд оптов на серой лесной среднесуглинистой почве под гречихой. Комплексное удобрение, вносимое под гречиху, получали путем насыщения цеолито содержащей породы сточными водами животноводческих комплексов в соотношении 1:300. Данное комплексное удобрение вносилось на фоне минеральных удобрений и без них, что дало прибавку всхожести семян на 87-92 и 89-91% соответственно. Так же данное комплексное удобрение применялось в качестве средства для обработки семян в предпосевных обработках, что так же дают положительный результат на всхожесть семян гречихи.

По результатам исследований, (Д.М. Мамиев, А.А. Абаев, А.А. Шалыгина, 2017) влияния элементов биологизации на биологическую активность почвы, выявили, что на вариантах с применением цеолитосодержащих агроруд ферментативная активность почв была выше чем на контроле. Урожайность фасоли была так же выше на вариантах с применением агроруды в дозе 2 т/га и экстразола в дозе 2,5 л/га, и составляла 144,4 ц/га, что на 21,4 ц/га больше чем на контроле. При внесении агроруды рентабельность увеличивается на 18,8% от контрольного результата.

В экспериментах с золошлаком в качестве альтернативы минеральным удобрениям в Северо-Казахстанской области было выявлены улучшения в росте тест-растения на четвертой неделе применения удобрения. По результатам исследований (П.С.Дмитриев с соавторами, 2014) пришли к выводу о том, что сохранение и поддержание уровня плодородия почв возможно с помощью золы ПТЭЦ-2, полученной при сжигании углей, как нетрадиционного химического мелиоранта.

В поисках способов сохранения и поддержания уровня плодородия почв в Северо-Казахстанской области было (П.С. Дмитриев с соавторами, 2014) так же использовано местное сырье в виде золошлака ПТЭЦ-2, сапрпель и торф. Исследования показали, что применение

золошлака агрофизические свойства почв, пополняет его микро- и макроэлементный состав, улучшает пористость, нейтрализует кислотность.

Исследования, проводимые Е.А. Гребенщиковой, М.А. Юстом и М.А. Пыхтеевой (2016) на бурых лесных почвах с внесением золошлака в различных дозировках. По результатам исследований были сделаны выводы о том, что в условиях Амурской области рекомендованная доза золошлака для улучшения агрохимических и водно-физических свойств почв составляет 60 т/га. Данная доза внесения оказалась так же оптимальной для увеличения уровня обменного калия.

Использование на территории Амурской области золошлака в качестве химвелиоранта позволит предприятиям получать стабильно высокие урожаи сельскохозяйственных культур, в частности сои. (Н.А. Горбачева, Н.А. Юст, 2015) Так при внесении золошлака в дозе 40 т/га дало прибавку урожайности на 0,01 – 0,31 т/га. На вариантах опыта с предельным порогом влажности 80% НВ и внесением золошлака так же в дозе 40 т/га повысело урожайность на 0,49 – 0,99 т/га.

Зависимость от внесения золошлака под сою и ее орошением изучали Е.П. Боровой, Н.А. Юст и Н.А. Горбачева (2015). В своих опытах они изучали два фактора: орошение и поддержание влаги на уровне 60, 70 и 80% НВ, и эффективность внесения золошлака в дозах 40 и 60 т/га. По итогам опытов было установлено, что наиболее эффективной дозой внесения золошлака была доза в 60 т/га, так как она дала большую прибавку к урожайности, а улучшенный водный режим обеспечивает увеличение продолжительности вегетации.

В ходе определения влияния минеральных удобрений и агроруд (глоуконита и глоукофоса) на урожайность хлопчатника, его рост и развитие, У.Е.Исмаиловым (2016) были проведены фенологические наблюдения. Эти наблюдения показали, что для более благоприятного роста и развития хлопчатника были при внесении минеральных удобрения N185, P130, K90 кг/га, глауконита 600 кг/га и глаукофоса 600 кг/га. При этом прибавка по

урожаю была не столь значительна как на контроле, но совместное внесение мелиорантов сокращает дозу внесения минеральных удобрений на 25%, что с экономической и экологической точки зрения является более приемлемым вариантом для подкормки хлопчатника.

Одним из часто используемых в земледелии агроруд является глауконит. Глауконит используют не только в качестве удобрения без переработки, но так же его сорбционные и катионообменные свойства позволяют использовать его как сорбент катионов тяжелых металлов, для реабилитации имеющих высокую техногенную нагрузку территорий. В этой агроруде присутствуют такие элементы минерального питания, как марганец, цинк, кобальт, бор и фосфор. Это позволяет использовать минерал в качестве комплексного удобрения, которое обогащает почву необходимыми микроэлементами, улучшает структуру почвы и стимулирует рост растений. (В.И. Панасин с соавторами, 2017).

Исследования о влиянии глауконитовых песков на урожайность кукурузы было проведено Т.С. Бауатдиновым и А.Т. Джуманазаровой (2016) в результате которых под кукурузу вносились азото-фосфорные удобрения совместно с глауконитовым песком. Было выявлено, что под влиянием глауконита улучшается рост растений и увеличивается масса зерна одного початка, так же повышается содержание белка в зерне. Лучшие показатели были получены на варианте опыта с нормой внесения глауконита в дозе 600 кг/га.

Как считает Ф.Г. Адрахимов и Е.А. Маликова (2017) глауконитовый песок является перспективным сырьем для почвоулучшения Челябинской области. Авторы пришли к выводу, что высокая удельная поверхность глауконита позволяет сорбировать ионы и равномерно их распределять в период вегетации, повышая эффективность минеральных удобрений. По данным ГНУ ЮУНИИСК повышенные дозы глауконитового песка с 2 до 40 т/га снижают кислотность на 0,1-0,3 едpH, так же увеличивает содержание доступного фосфора в почве на 16-28 мг/кг и обменного калия на 2-25 мг/кг

относительно фона, обладает способностью высвобождать элементы питания на протяжении длительного времени. Так же глауконит более, экономически и экологически привлекательнее минеральных удобрений.

А.А. Васильев (2017) изучая влияние глауконитового песка на урожайность картофеля на среднесуглинистых выщелоченных черноземах с содержанием гумуса 6,18 – 6,48 %, установил, что внесение данного мелиоранта усиливает усвоение питательных веществ из почвы. В фазу всходов количество усвоенного растениями азота у сорта «Спиридон» повысилось на 44,5%, «Невский» на 21,5%, «Губернатор» на 9,7%, фосфора на 52,9%, 28,3% и 14,3% соответственно, калия на 61,6%, 6,1% и 12,9% соответственно. Вынос растениями из почвы азота составил 4,21 – 5,14 кг, фосфора 1,09 – 1,25кг, и калия 8,51 кг на каждую тонну клубней. Высокая роль глауконита в питании картофеля связана с его поглотительными и ионообменными свойствами, и с непосредственным его участием в минеральном питании.

В ходе исследований минеральных агроруд на урожайность хлопчатника У.Е. Исмаилов с соавторами (2016) выявили зависимость урожайности от дозы внесения агроруд. В среднем в ходе исследований урожайность хлопчатника составляла 21,7-33,7 ц/га. При внесении агроруды (глауконита) в дозе 600 кг/га без минеральных удобрений урожайность составила 21,7 ц/га. Данный показатель урожайности говорит о том, что в составе глауконита недостаточно макроэлементов необходимых для растения. На варианте внесения глаукофоса в аналогичной дозе урожайность составила уже 26,5 ц/га. Совместное применение глауконита в дозе 600 кг/га с комплексом минеральных удобрений дало значение урожайности на 32,1 ц/га. Так же урожайность, на варианте с совместным применением глаукофоса в аналогичной дозе с комплексом минеральных удобрений, составила 33,7 ц/га. Так же авторами было отмечено, что при повышении дозы глауконита урожайность снижается.

Исследования, проводимые в Ташкентском государственном аграрном университете (С.А. Азимбаев, А.Сайымбетов, С.Хайдаров, 2016) показали, что при внесении в почву фосфогипса и каолина дает лучший результат урожайности по вариантам опыта под хлопком. По мнению авторов, каолин так же как и фосфогипс не является инертным веществом, и его применение на выращиваемой культуре в определенных дозах влияет на состояние культуры.

А.В. Козловым, В.Р. Овезовым, И.А. Тарасовым (2016) проводились исследования на базе Нижегородского государственного педагогического университета. Схема опыта была представлена в вариантах с использованием Крезацина и NPK в качестве фона, а так же варианты с внесением диатомита, цеолита и бентонитовой глины. Опыт закладывался на участке сложном дерново-подзолистой легкосуглинистой почвой, опытной культурой была озимая пшеница. В условиях данного участка Борского района Нижегородской области на фоне Крезацина и NPK наиболее эффективный результат принесли варианты опыта с внесением двойной и тройной дозы (6 и 12 т/га) диатомита и бентонитовой глине, и двойная доза (6 т/га) цеолита. Прибавка урожайности по диатомиту достигла 24%, по бентониту 20%.

С помощью бентонитовой глины, цеолита и сапропели возможно не только улучшение почвы и увеличение урожая сельскохозяйственных культур, но и реанимация загрязненных земель нефтепродуктами, этот вопрос исследовали Алборов И.Д. с соавторами (2016) в республике Северная Осетия-Алания. Концентрация нефтезагрязняющих веществ в почве составляла 65,0 г/кг, а углеводов 2048 мг/кг, при стандарте AFNOQ 90114 в 500 мг/кг. При использовании смеси 3-х глин совместно с биопрепаратами и мелассой дозе 9-10 т/га показали значительное снижение в почве нефтепродуктов до отметки в 13,2 г/кг, и содержание углеводов до 350м/кг. Следовательно, была достигнута цель в реанимации загрязненных земель нефтепродуктами путем несения глин различных видов.



Д.А. Тунгушова (2015) исследовала влияние применения бентонитовых глин на плодородие почвы. По результатам исследований проведенных на супесчаных почвах в Сухандарьинской области при использовании бентонитовых глин месторождения Хаудаг показали экономическую целесообразность, так урожайность хлопчатника на пониженном фоне NPK увеличилась на 3,5-5,1 ц/га и пшеницы на 2,1-6,7 ц/га. Использование бентонитовых глин позволило снизить количество минеральных удобрений на 15-20%, а так же позволило сохранить плодородие почв. Контрольный вариант с использованием минеральных удобрений NPK 150-105-75 кг/га дал урожайность зерна за два года 38,2-41,7 ц/га. На варианте с использованием бентонита в дозе 3,0 т/га этот показатель составил 40,3-43,8 ц/га, а с использованием бентонита с нормой 9 т/га был достигнут наилучший результат урожайности и составлял 44,9-48,4 ц/га.

Д. Тунгушева, С. Болтаев и Р. Назаров (2016) исследовали вопрос применения нетрадиционных агроруд (бентонитовых глин) и комплексов удобрений в хлопководстве. Так показали исследования применение агроруд не только увеличивает урожайность, но и повышает технические качества и свойства хлопка-сырцы. Как например, масса 1000 шт. семян увеличилась с 114,5 до 125,0 г. При использовании агроруд на фоне минеральный удобрений NPK 150-60-50 кг/га, выход волокна был равен 35,8-37,4%, а на контроле 34,9%.

Л.С. Маликова (2015) исследуя эффективность применения кальций содержащих агроруд (глинисто-известковые отходы карьера Адлерского района) на бурых лесных почвах проводила ряд исследований. В частности агрохимический анализ, который показал, что кальций содержащие агроруды характеризуется слабощелочной реакцией водной суспензии (рН – 8,20), содержит в доступной форме кальций (10,9 мг-экв/100г), в меньшем количестве магний (2,2 мг-экв./100 г), присутствуют также доступные формы азота, фосфора и калия. Полевые опыты по внесению кальций содержащих агроруд проводились на чайных плантациях с целью восстановления его

запасов при существенном выщелачивании почв. При внесении агроуд в дозе 100 кг д. в. СаО/га в течении 7 лет повлияло на свойства почв, так например в верхних слоях уменьшились показатели почвенной кислотности, при соответствующем увеличении содержания обменного калия, и в целом насыщенности почв основаниями. Существенное повысилось плодородие почв, выражаемое через комплекс агрохимических показателей и содержание питательных элементов, в частности NPK.

В своих исследованиях Л.С. Малюкова (2016) рассматривала вопросы применения кальций содержащих агроуд в земледелии. Опыты проводились на серой лесной среднесуглинистой почве, в качестве агроуды использовали глинисто-известковые отходы карьера Адлерского района, образующиеся путем дробления известняков на мелкие фракции щебня. В ходе исследований пришли к выводу, что кальцийсодержащие агроуды регулируют кислотно-щелочной баланс бурых лесных почв, так же улучшает их питательный режим, насыщает почву подвижными формами кальция, магния, фосфора, калия и азота.

Исследования по определению значения кремнесодержащих агроуд диатомита и трепела для развития газонного травостоя при применении как на фоне полного минерального удобрения, так и без внесения основных питательных элементов, приводились А.С. Соловьевым и Н.В. Верховцовой (2014) на газонных травах. Внесение минеральных удобрений в сочетании с агроудами положительно повлияло на биомассу газонных травах, которая возрастала по сравнению с контролем. При этом биомасса на опыте с внесением трепела была больше чем с внесением диатомитом. В последствие на второй год, действие агроуд усиливалось, на третий год эффект сохранился.

Наиболее приоритетными загрязняющими веществами почвенного покрова в агроэкосистемах являются тяжелые металлы. На ряду с этим многие исследователи свидетельствуют о способности детоксикации высококремнистых пород в отношении подвижных металлов в почве (А.Х.

Куликова, А.В. Козлов, 2016). Исследования показали, что применения высококремнистых пород различного генезиса повлияло на снижение цинка, кадмия, свинца и меди. Наибольшее снижение токсичных металлов наблюдалось на вариантах опыта с внесением в почву диатомовой породы, так снижение по кадмию составило 68%, по свинцу 36%, по цинку 15% и по меди 9%.

А.А. Лукмановым и А.В. Маликовым (2017) было изучено влияние местных агроруд на накопление тяжелых металлов и радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур. Снижение накопленных радионуклидов в урожае озимой ржи на 14,6-61,8% дало применение цеолитосодержащих пород в дозах 10-15-20 т/га. Бентонитовые глины в дозах 6-9-12 т/га уменьшили накопления радионуклидов на 4,9-39,5 и 16,0-85,7%. Так же на опытных станциях вносились и глауконитовые пески в дозах 5-40 т/га. Это позволило сократить накопление радионуклидов и тяжелых металлов на 5,9-66,3 и 10-88%. Внесение местных мелиорантов на фоне минеральных удобрений оказалось наиболее эффективным, как в экономическом, так и в экологическом плане.

Эффективность применения агроруд (ирлит) под сою на черноземе выщелоченном была рассмотрена С.Х. Дзанаговым, А.Ю. Хадиковым и Т.С. Дзанагавым (2014). Ирлит вносился в различных дозах и в сочетании с NPK. Результаты исследований показали, что при внесении ирлита в дозе 800 кг/га более эффективно как при отдельном внесении, так и в сочетании с NPK. Эта доза повышает как энергетическую ценность прибавки, так и энергетический КПД.

Л.П. Икоева и О.Э. Хаева (2016), исследовали вопрос об использовании биопрепаратов в сочетании с агрорудой (аланит), при консервации кормовых культур. В ходе исследований пришли к выводу, что применение смеси биопрепаратов в дозе по 0,05% раствора в сочетании с агрорудой в дозе 10 кг/т зеленой массы при заготовке силоса, снижает потери питательных веществ. Также увеличивается общее число органических

кислот с 1,89 до 2,54%, создаются благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий, и улучшается качество силоса.

Индикатором условий окружающей среды можно считать фитоценоз местности. По состоянию растительности на склонах Северного Кавказа можно достаточно точно установить степень деградации почвенного покрова, она указывает на техногенное загрязнение территории. (К.Х. Ерижев, 1998; А.А. Кутузова, Л.С. Трофимова, 2000; П.И. Ромашев, Д.Н. Якушев, 1969)

В горных регионах РСО-Алания геоботанические обследования агроландшафтов установило, что 80-85% территории находится в состоянии различной степени деградации. (Э.Д. Солдатов, И.Э. Солдатова, 2016) Продуктивность снижается со скоростью 10% за каждые 5 лет. Восстановление деградирующих агроландшафтов предложили с помощью цеолитосодержащих агроруд, которые являются экономически и экологически выгодными. Агроруда вносилась на лугопастбища в пылевой форме в дозе 1т/га. По истечении трех летних исследований было установлено, что сбор сухого вещества лугопастбищного корма дал прибавку в 22,2 ц/га, что составило 276% к контролю. Так же увеличился и энергетический потенциал почвы с 12,93 ГДж/га до 14,4 ГДж/га.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Характеристика объекта исследований

Объектом исследований является чернозем выщелоченный, мощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Исследования проводились на опытной станции СтГАУ.

Учебно-опытное хозяйство расположено в Шпаковском районе, юго-восточнее города Ставрополя, основано в 1932г. На территории учхоза находится три населенных пункта: село Демино, хутор Холодногорский, хутор Гремучий. Центральная усадьба расположена в селе Демино. Преобладающая формой рельефа - волнистая равнина с пологими склонами. Рельеф исследуемого участка также равнинный.

Климатические условия свидетельствуют о том, что исследования проводились в зоне умеренного увлажнения. Осадки имеют ливневый характер. Сумма осадков более 600 мм при сумме активных температур за вегетационный период 2600- 3000° и ГТК= 1,2-1,5.

Январь является наиболее холодным месяцем при среднемесячной температуре около -4°, -5°. Температура воздуха в среднем понижается до -32°. Как правило, отсутствует устойчивый снежный покров. Часто бывают оттепели, которых на западе района наблюдается до 60 за зиму.

Лето относительно не жаркое. Средняя месячная температура июля 20-21°. Максимальная температура может достигать 40°. Увлажненность района хорошая, атмосферные засухи встречаются довольно часто.

Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод средняя температура и сумма температур были типичными.

Таблица 1 – Среднемесячная температура воздуха

Средняя многолетняя норма (норма N)	Сентябрь		Октябрь		Ноябрь		Декабрь		Январь	
	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N
	16	-	10,0	-	3,4	-	-1,1	-	-3,7	-
2014	16	0,0	7,5	-2,1	1,8	-1,6	1,4	+0,3	-3,0	0,7
2015	19,9	+3,9	8,5	-1,5	3,9	+0,5	1,3	+0,2	-1,7	+2,0
2016	15,8	-0,2	7,3	-2,7	3,5	+0,1	-4,1	-3	-3,2	+0,5
2017	19,4	+3,4	9,6	+0,4	3,9	+0,5	2,6	+1,5	-2,8	+0,9

Средняя многолетняя норма (норма N)	Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь		Июль	
	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N	Температура (°)	Отклонение от N
	-3,0	-	1,6	-	8,6	-	15,2	-	19,0	-	21,9	-
2014	-1,7	+1,3	4,3	+2,7	9,3	-0,7	17,3	+2,1	19,3	+0,3	23,0	+1,1
2015	-0,9	+1,1	3,3	+1,7	8,4	-0,2	15,4	+0,2	20,8	+1,8	23,2	+1,3
2016	3,4	+0,4	4,8	+3,2	14,2	+5,6	15,2	0	20,2	+1,2	23,6	+1,7
2017	-2,3	+0,7	4,5	+2,9	9,3	-0,7	14,4	-0,8	19,0	0	23,7	+1,8

Температуры воздуха были близки к норме, однако нельзя не отметить, что они были выше нормы в 2016 и в 2017 году в период активной вегетации подсолнечника и кукурузы.

Количество осадков также было меньше среднемноголетних в 2015 и в 2016 гг. Наиболее сухими были летние месяцы. Это сказалось отрицательно на урожайности подсолнечника и особенно кукурузы.

Таблица 2 – Сумма осадков (мм) за месяц и год

	Месяцы												Су мм а заг од
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Норма	32	27	34	53	70	90	80	53	54	43	46	41	623
2014	55	29	39	61	135	61	54	22	72	52	16	27	633
% к норме	172	107	115	115	193	67	67	42	133	121	47	66	104
2015	21	31	24	52	103	46	35	15	15	40	54	89	525
% к норме	66	114	71	98	147	51	44	48	28	93	117	217	92
2016	49	16	42	7	103	85	26	14	61	41	34	65	543
% к норме	153	59	123	13	147	94	32	26	113	95	47	158	88
2017	16	39	33	21	174	82	43	12	15	92	8	77	612
% к норме	50	144	97	40	249	91	54	23	28	214	17	188	99

Почвообразующими породами чернозёмов выщелоченных являются лёссовидные суглинки. Эти породы являются богатыми по химическому и минералогическому составу и основными почвообразующими для региона.

Среди кластогенных минералов преобладающим в лессах является кварц. Полевые шпаты представлены калиевыми (ортоклазом и микроклином), смешанными (анортоклазом) и натриевыми разновидностями.

Карбонаты в лессах делятся на первичные – унаследованные с породой (аллотигенные) и вторичные - новообразованные (аутигенные). Первичные карбонаты представлены чистыми сероватыми зёрнами кальцита со следами золотого переноса или окатанными кристаллами кальцита.

Разнообразны по форме аутигенные карбонаты. В виде длиннопризматических или ромбических зёрен кальцит и реже доломит. Имеются также агрегаты в виде рыхлых стяжений («белоглазка», примазки,

пленки и др.) белого цвета с кремовым оттенком кальцит-доломитового состава с примесью окислов и гидроокислов железа и алюминия.

Слюды легкой фракции представлены флогопитом, мусковитом, иногда серицитом. Их содержание колеблется в пределах от 1,6 до 3,0%.

## 2.2 Методы исследований

В чернозёмах выщелоченных карбонаты вымыты за пределы почвенного профиля. Вместе с ними удалены и многие элементы питания, высвобожденные из минералов при их выветривании. Это приводит к трансформации почвенно-поглощающего комплекса и снижению рН в кислую сторону. Можно считать, что этот тип почв находится в первой стадии деградации. Как следствие этому чернозёмы выщелоченные характеризуются низкой обеспеченностью многих макро- и микроэлементов питания.

В целях повышения плодородия почвы вносились такие горные породы как апатит, известняк ракушечник и фосфогипс как отход при производстве минеральных фосфорных удобрений. Производили как отдельное так и совместное внесение данных пород.

Схема вариантов опыта:

- 1 Контроль
- 2 Известняк-ракушечник ( $\text{CaCO}_3$ )- 6 т/га
- 3 Известняк-ракушечник ( $\text{CaCO}_3$ )- 12 т/га
- 4 Апатит ( $\text{Ca}_5\text{PO}_4$ )<sub>3</sub>·F - 1,5 т/га
- 5 Апатит ( $\text{Ca}_5\text{PO}_4$ )<sub>3</sub>·F - 3,0 т/га
- 6 Фосфогипс ( $\text{CaSO}_4$ )- 12 т/га
- 7 Известняк-ракушечник ( $\text{CaCO}_3$ )- 6 т/га + апатит( $\text{Ca}_5\text{PO}_4$ )<sub>3</sub>·F - 1,5 т/га
- 8 Известняк-ракушечник ( $\text{CaCO}_3$ )- 12 т/га+апатит( $\text{Ca}_5\text{PO}_4$ )<sub>3</sub>·F - 3,0 т/га



9 Известняк-ракушечник ( $\text{CaCO}_3$ )- 6 т/га+апатит( $\text{Ca}_5\text{PO}_4$ ) $_3\cdot\text{F}$  - 1,5 т/га+гипс( $\text{CaSO}_4$ )- 12 т/га

10 Известняк-ракушечник ( $\text{CaCO}_3$ )- 12 т/га+апатит( $\text{Ca}_5\text{PO}_4$ ) $_3\cdot\text{F}$  - 3,0 т/га+гипс( $\text{CaSO}_4$ )- 12 т/га.

Опыт заложен в 2006 году и в 2010 году защищена диссертация Калугиным Д.В. Было опубликовано достаточно много статей по материалам, полученным из данного стационара (Калугин Д.В., Цховребов В.С., Иванов А.И., и др., 2007, Калугин Д.В., Иванов А.И., Ильинова М.И., 2007; Калугин Д.В., Ильинова М.И., Фаизова В.И. и др., 2009; Цховребов В.С., Калугин Д.В., Ильинова М.И. и др., 2009; Калугин Д.В., Фаизова В.И., Никифорова А.М., 2010; Цховребов В.С., Калугин Д.В., Фаизова В.И. и др., 2011; Калугин Д.В., 2012, 2014и др.) Мы исследовали последствие горных пород на 10-й, 11-й и 12-й годы исследований.

1	10	6
2	9	7
3	8	8
4	7	9
5	6	10
6	5	1
7	4	2
8	3	3
9	2	4
10	1	5

Рисунок 1 – Схема размещения делянок в опыте

Выбор горных пород обусловлен содержанием в них большого количества микро- и макроэлементов.

Известняк-ракушечник - богатая осадочная горная порода, биогенного происхождения, которая содержит Ca - 36-37%; Mg - 0,48%; а также макро и микроэлементы питания (таблица 3). Доставлена была эта порода из карьера горы Недреманного, расположенного на расстоянии 30 км от опытного участка.

Апатит добывается на Кольском полуострове и транспортируется в г.Лермонтов для производства фосфорных удобрений. Он также содержит достаточно большие валовые запасы макро и микроэлементов.

Фосфогипс получается в результате производства фосфорных удобрений путём его орошения серной кислотой. Полученная ортофосфорная кислота используется для производства удобрений, а гипс является побочной продукцией. Его запасы на Ставрополье исчисляются миллионами тонн. Он также является относительно богатым мелиорантом по химическому составу.

Таблица 3 – Валовое содержание элементов питания в горных породах%

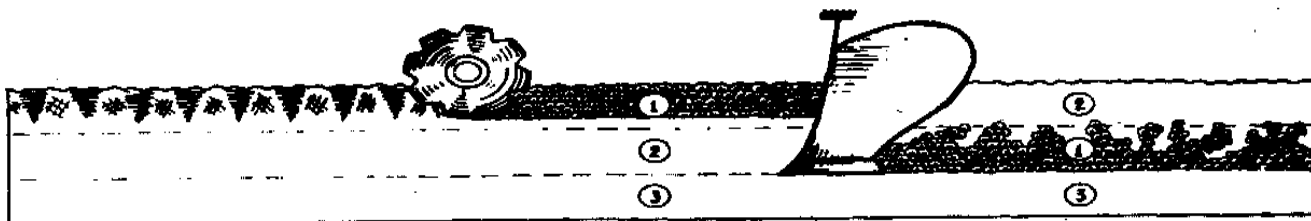
Горная порода	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	B	Mn	Cu	Zn	Co	Mo
Фосфогипс	3,4	20,2	0,1	1,0	0,01	0,05	0,03	0,05
Известняк-ракушечник	0,24	-	0,2	1,5	0,5	1,5	0,2	0,13
Апатит	41,0	-	0,15	2,3	0,4	1,3	0,09	0,1

Известняк-ракушечник необходим для увеличения содержания свободного кальция и микроэлементов; апатит для увеличения содержания фосфора и кальция и микроэлементов. Фосфогипс вносили с целью ликвидации дефицита серы и кальция.

Внесение мелиорантов производилось дробно. Половину дозы разбрасывали непосредственно на стерню, дисковали БДТ-7 на глубину 10-12 см с последующей отвальной пахотой на глубину 20-25 см. Затем вносили вторую половину дозумелиоранта и проводили повторное боронование БДТ-7. Добиваясь таким образом полного перемешивания почвы с мелиорантом. (рисунок 2).

Отбор почвенных образцов производили из зоны ризосферы. Исследовалось звено севооборота: озимая пшеница (сорт Юка) – 2015год;

подсолнечник (гибрид Барс) – 2016 год; кукуруза на зерно (гибрид Вералия)  
– 2017 год.



**дискование 10-12 см**

**вспашка на глубину 20-25см**



**дискование 10-12 см**

Рисунок 2 – Схема обработки почв

В опыте были проведены следующие полевые и лабораторные исследования:

1. Определение содержания калия, фосфора, серы и микроэлементов (Cu, Mn, B, Zn, Co, Mo) в чернозёме выщелоченном по вариантам внесения горных пород;
2. Изучение суммы обменных оснований, ёмкости поглощения и гидролитической кислотности и pH;
3. Определение содержания элементов питания в озимой пшенице.
4. Изучение количества основных групп микроорганизмов и фитосанитарного состояния чернозёма выщелоченного в результате внесения горных пород.
5. Урожайность и качество урожая сельскохозяйственных культур;
6. Математическая обработка полученных данных.

Учет урожайности сплошной поделяночный.

Исследования проводились по следующим методикам:

- Подвижный фосфор и калий – по Мачигину модификации ЦИНАО;
- Подвижная сера – по методу ЦИНАО ГОСТ 26490-85;
- Определение подвижного бора – по методу Бергера и Труога;
- Определение подвижных марганца, кобальта, цинка, меди – по методу Пейве и Ринькса;
- Определение подвижного молибдена – по методу Грига;
- Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена-Гильковица;
- Определение гидролитической кислотности по Каппену;
- рНводный потенциометрическим методом;
- Определение азота в растениях – фотометрический с использованием реактива Несслера;
- Определение фосфора в растениях – по методу Труогу-Мейеру;
- Определение бора в растениях – фотометрический, по методу Бергера и Труога;
- Определение марганца, меди, кобальта, молибдена, цинка в растениях – по методу Пейве и Ринькса;
- Определение стекловидности – ГОСТ 10987-76
- Определение количества и качества клейковины – ГОСТ 13586.1-68

#### Численность микроорганизмов:

- на среде МПА - количество аммонификаторов;
- на среде КАА - количество микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота;
- на среде Гетченсона - количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов;
- на среде Чапека-Докса - количество микромицетов;

Результаты исследований обработаны дисперсионным методом (Б.А. Доспехов, 1979).

### **3. ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВНЕСЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД**

#### **3.1 Содержание макроэлементов**

Содержание подвижного фосфора в почве во многом определяется запасами его валовых форм. При внесении фосфорсодержащих пород корректируется величина общих валовых запасов этого элемента питания. В слабокислой среде ризосферной зоны, которую обеспечивают почвенная микрофлора и корни растений, он высвобождается из недоступных форм и переходит в доступные, подвижные формы.

Почвенные образцы для анализа отбирали из зоны ризосферы сельскохозяйственных культур в основные фазы роста и развития. Это наиболее активная биогенная зона. Все процессы преобразования косной материи, перевод элементов питания в растворимые, доступные формы осуществляется в этой части почвы (А.Н. Есаулко, Д.В. Калугин, В.В. Кукушкина, 2017).

В процессе лабораторных исследований выявлено, что по фазам вегетации озимой пшеницы различий в изучаемом показателе не обнаружено (Приложение 1). Для удобства восприятия информации были рассчитаны средние величины по вариантам опыта. Отмечено, что наименьшим содержание подвижного фосфора под озимой пшеницей было на контроле и составляло 18,6 мг/кг (рисунок 3). Внесение известняка-ракушечника в различных дозах увеличило количество  $P_2O_5$  на 3,5- 3,8 мг/кг. При внесении апатита 1,5 и 3,0 т/га такое увеличение было на уровне 4,3 и 5,2 мг/кг соответственно. При совместном внесении горных пород увеличение в содержании подвижного фосфора было выше, чем на других вариантах. Наибольшие показатели были отмечены при применении известняка-ракушечника - 12 т/га+апатита- 3,0 т/га+ фосфогипса - 12 т/га.

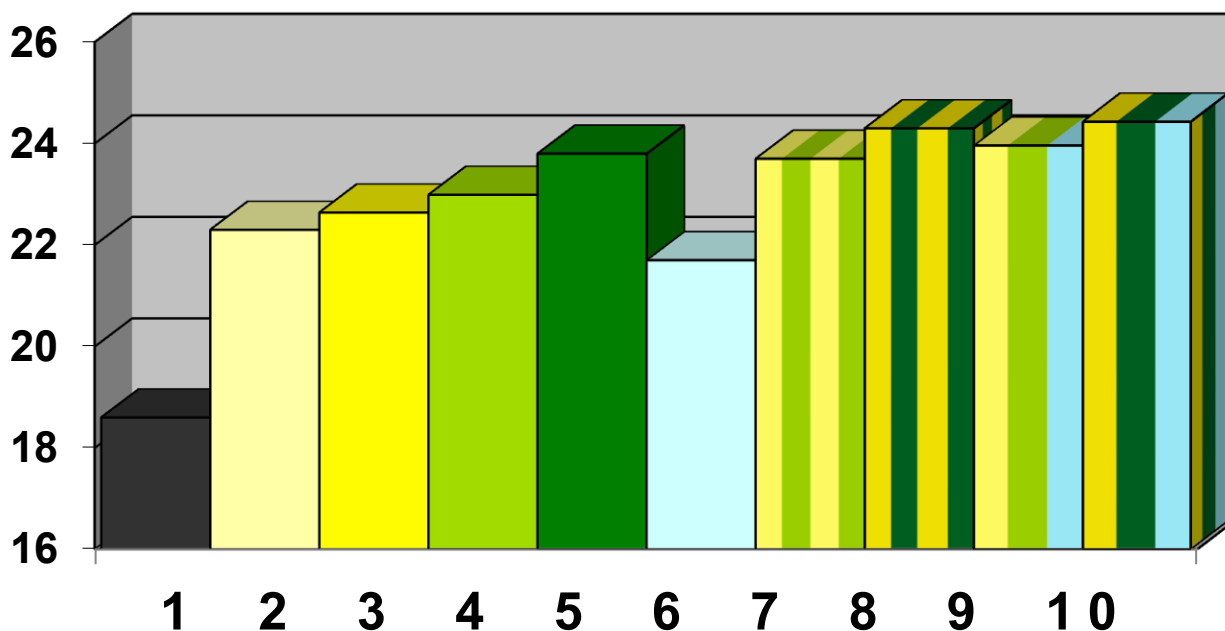


Рисунок 3 –Среднее содержание (мг/кг) подвижного фосфора за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+ фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ фосфогипс-12 т/га.

Увеличение содержания  $P_2O_5$  под подсолнечником до 21,6 и 22,3 мг/кг на вариантах с применением апатита связано с его высоким содержанием в породе (рисунок 4). При совместном применении горных пород определяющим фактором является доза внесения апатита. По-прежнему, наиболее высоким содержанием подвижного фосфора отмечено с применением известняка-ракушечника - 12 т/га, апатита - 3,0 т/га и фосфогипса - 12 т/га. На этом варианте исследуемая величина достигла 24,3 мг/кг, что на 4,7 мг/кг выше по сравнению с контролем. Значительным такое увеличение назвать нельзя (Д.В. Калугин, А.Н. Есаулко, В.В. Кукушкина, 2017). Тем не менее, оно достоверно, о чем свидетельствуют результаты

математической обработки. И всё же на 11 год последствия наблюдается снижение мелиоративного эффекта.

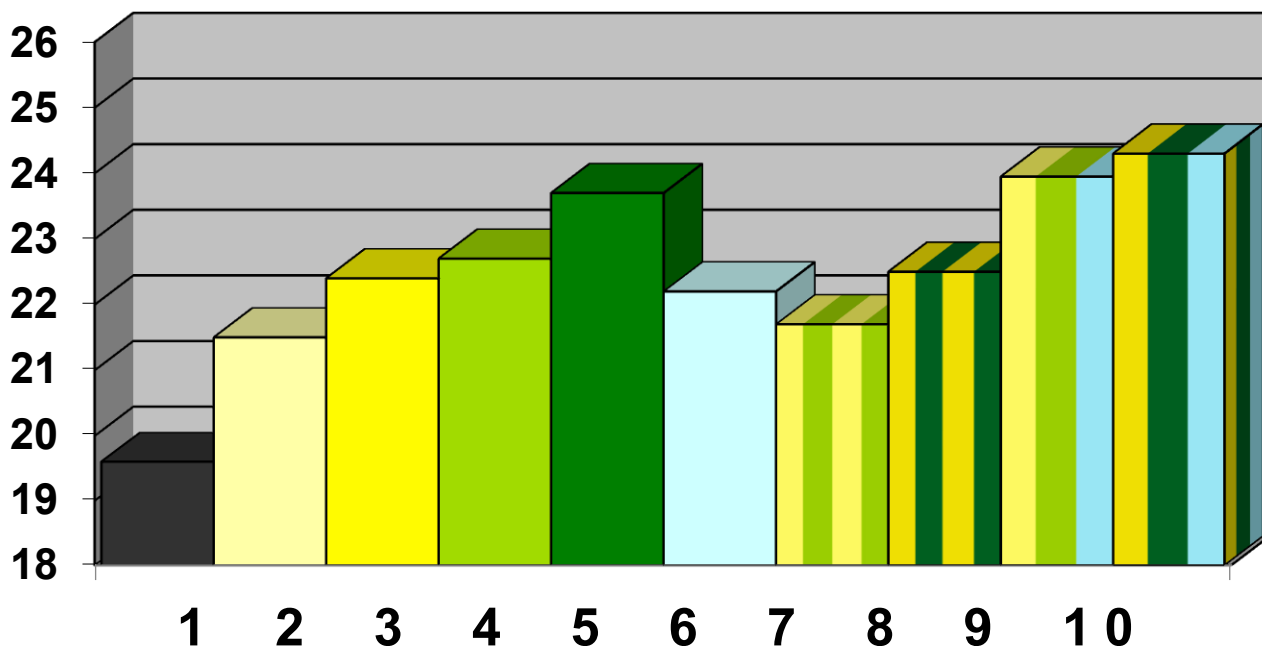


Рисунок 4 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного фосфора за вегетационный период под подсолнечником в результате последствий горных пород, 2016 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

Как показали исследования, наименьшим содержанием подвижного фосфора обладал контроль. Внесение известковой породы повлияло на данный показатель. В дозах 6 т/га и 12 т/га произошло возрастание в среднем на 3 и 4 мг/кг соответственно. Применением фосфорсодержащей породы в различных дозах увеличило содержание подвижного фосфора на 4,2 и 5,6 мг/кг. Внесение фосфогипса увеличило содержание подвижного фосфора относительно контроля в среднем на 3,2 мг/кг (рисунок 5). Даже на 12-й год

последствия гипс сохраняет своё влияние. Возможно это происходит за счёт увеличения активности микрофлоры.

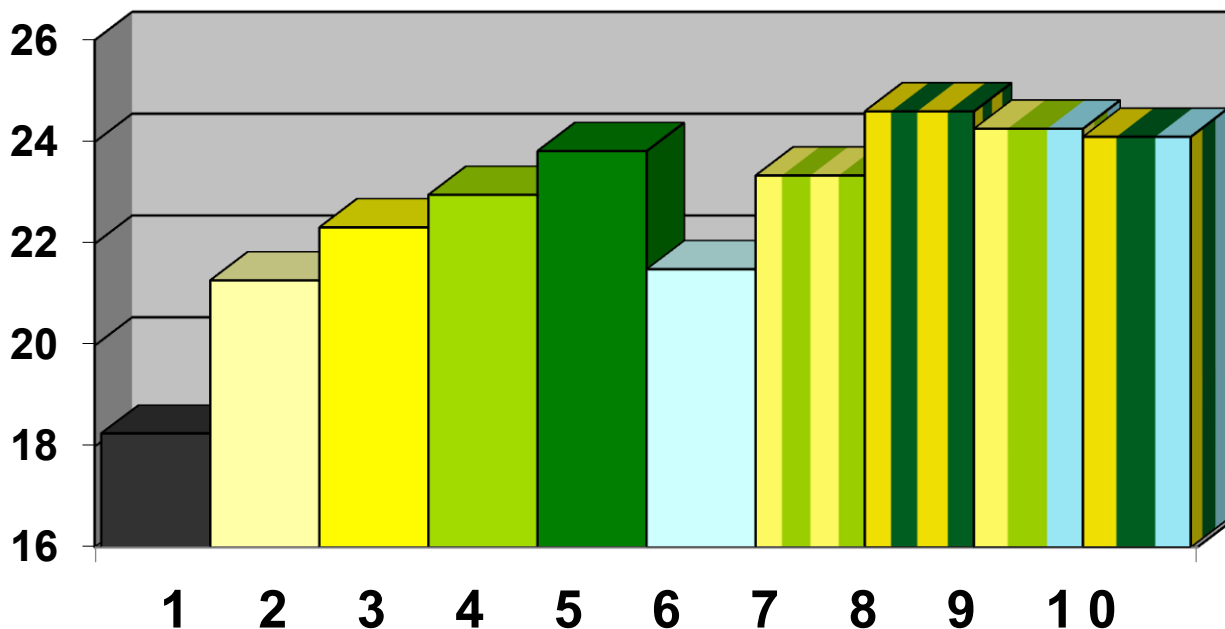


Рисунок 5 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного фосфора за вегетационный период под кукурузой в результате последействия горных пород, 2017г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

Совместное внесение горных пород было более эффективно. На варианте известняком и апатитом в различных дозах увеличение исследуемого показателя составило 5,1 и 6,3 мг/кг соответственно. Внесение известняка-ракушечника 6 т/га и фосфогипса увеличило данный показатель на 6,1 мг/кг. Настолько же эффективным было и совместное применение мелиорантов в более высоких дозах. Здесь наблюдалось увеличение содержания подвижного фосфора на 5,7 мг/кг.



Под озимой пшеницей не было выявлено достоверных изменений в содержании обменного калия (рисунок 6). Следовательно, внесение горных пород не может в значительной степени повлиять на исследуемый показатель. Почвы по этому показателю характеризуются как среднеобеспеченные.

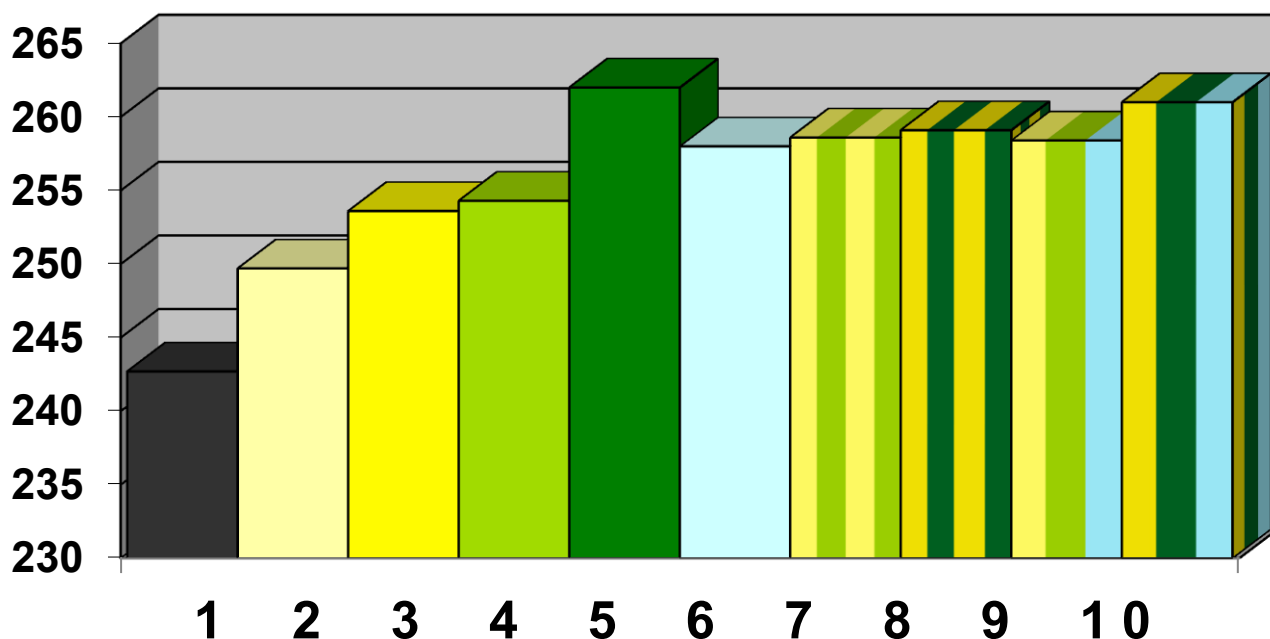


Рисунок 6 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного калия за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                      |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                    |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |  |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |  |

Содержание обменного калия остаётся не стабильным в течение вегетационного периода и мало зависит от фазы развития подсолнечника (Приложение 5). Внесение горных пород, хотя и незначительно, но повлияло на изучаемый показатель. В среднем за вегетацию на контроле количество калия в пределах 214 мг/кг (рисунок 7). При применении известняка-ракушечника в дозе 12 т/га и совместное внесение горных пород приводит к

увеличению содержания обменного калия достоверно по отношению к контролю. Это происходит, возможно, за счет активизации его высвобождения из ППК.

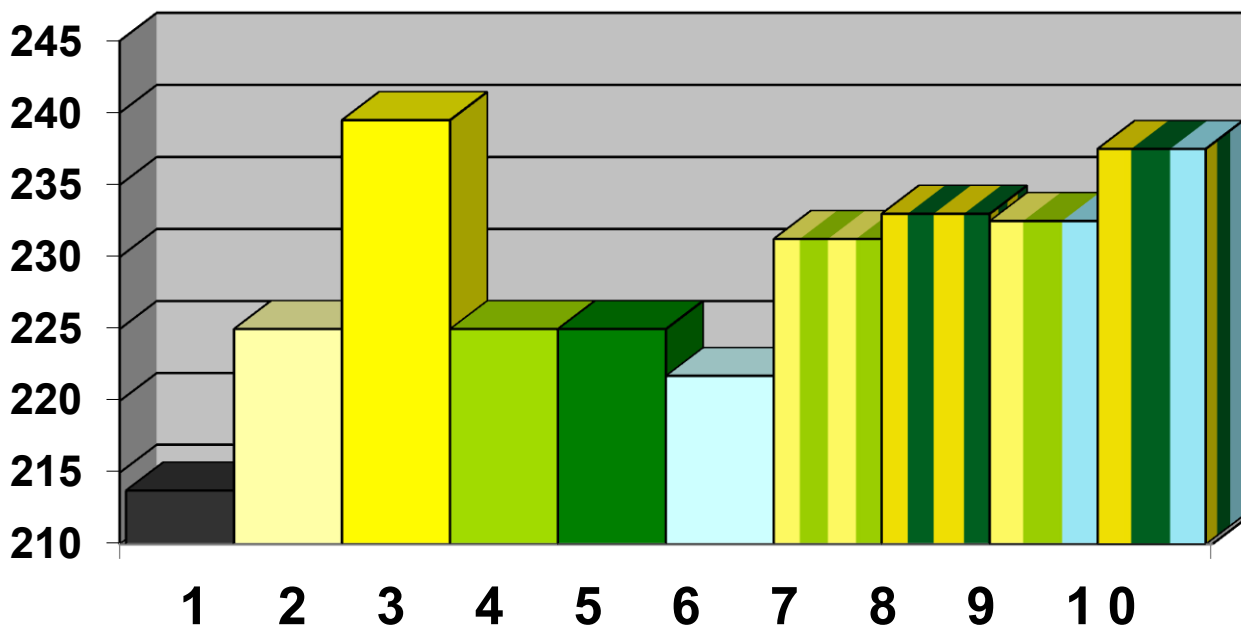


Рисунок 7 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного калия за вегетационный период под подсолнечником в результате последействия горных пород, 2016г.

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                       |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                     |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+ фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |   |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |   |

Внесение горных пород слабо повлияло на количество подвижного калия под кукурузой по всем вариантам опыта. Наибольшее увеличение этого элемента наблюдается при внесении известняка-ракушечника в дозе 12 т/га (рисунок 8).

Таким образом, влияние горных пород на содержание обменного калия неоднозначно и не подчинено определённой закономерности. Виной тому 2 фактора. Во-первых, содержание этого элемента в породах не столь значительно. Во вторых его очень много в исходной почвообразующей породе, которой является лёссовидный суглинок. Огромное значение, к тому

же, имеет влажность почвы и фаза развития культуры. В условиях низкой влажности он поступает не только из обменных, но и необменных форм в почвенный раствор.

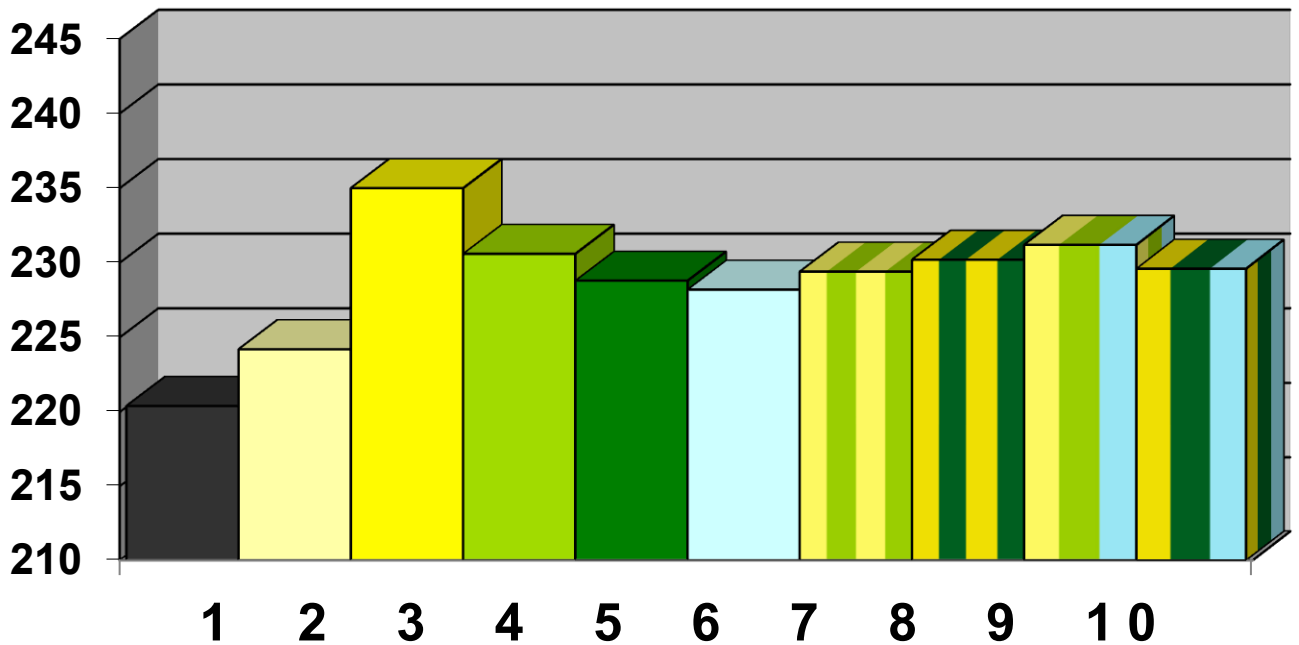


Рисунок 8- Среднее содержание (мг/кг) подвижного калия за вегетационный период под кукурузой в результате последействия горных пород 2017 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

Сера в почве присутствует в виде растворимых сульфатов и абсорбированных на минералах почвы, в серо- и сульфатсодержащих минералах и органическом веществе. Сульфиды часто содержат почвообразующие породы. На воздухе происходит процесс окисления сульфидов до сульфатов, и они переходят в раствор.

В почвах подверженных выветриванию в небольшом количестве сера содержится в минеральной почве, значительная её часть переходит в

органическое вещество. Аминокислоты такие как цистин и метионин, а так же витамины тиамин и биотин относятся к серосодержащим.

В поведении подвижной серы наблюдается совсем иная картина (рисунок 9). Наименьшее её содержание было на контроле и составило 3,11 мг/кг. Применение известняка-ракушечника и апатита в различных дозах не оказало значительного влияния на данный показатель. Это, прежде всего, связано с отсутствием этого элемента в данных горных породах.

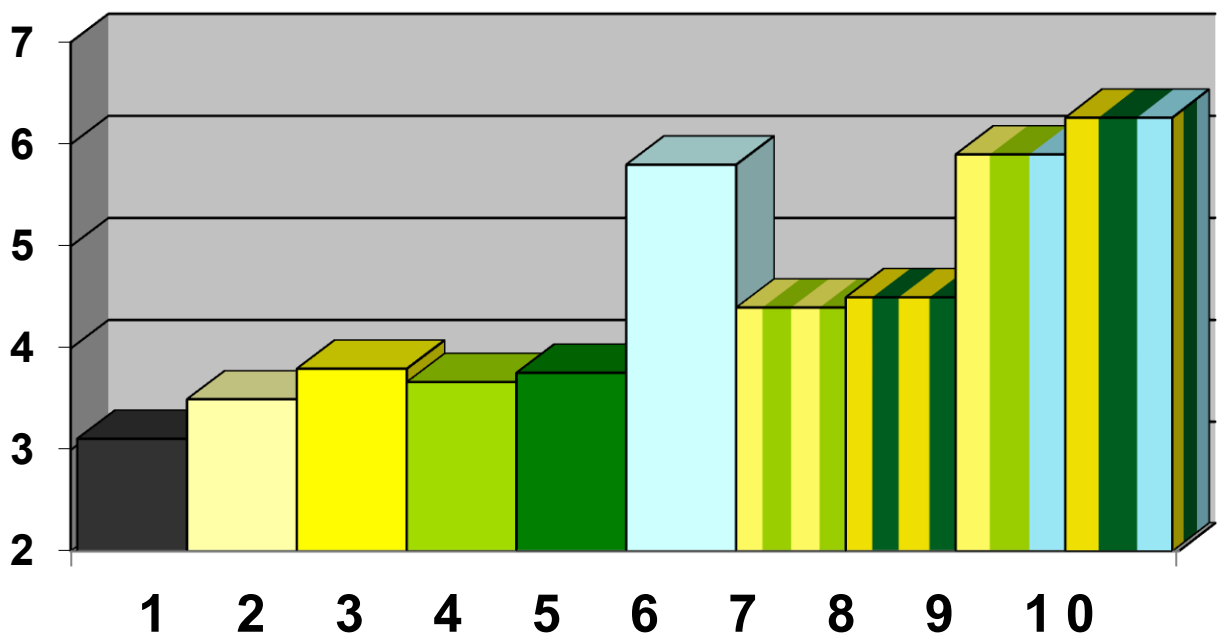


Рисунок 9 – Среднее содержание (мг/кг) подвижной серы за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

При внесении фосфогипса количество серы увеличивается почти в 2 раза.

При внесении всех горных пород этот показатель имеет тенденцию

дальнейшего увеличения. Почвы из разряда низкообеспеченных по содержанию подвижной серой переходят в разряд среднеобеспеченных.

При определении содержания подвижной серы под подсолнечником выявили сходство с показателями по озимой пшенице (рисунок 10). Применение известковой и апатит содержащей породы как отдельно, так и совместно не влияет на содержание подвижной серы. Разница с контролем, на котором этот показатель составлял 3,6 мг/кг, составляла всего 0,5-1,1 мг/кг. При внесении фосфогипса и совместном применении горных пород с фосфогипсом, изучаемый показатель возрастал почти в 2 раза и почвы переходили из разряда низкообеспеченных в разряд среднеобеспеченных по этому показателю.

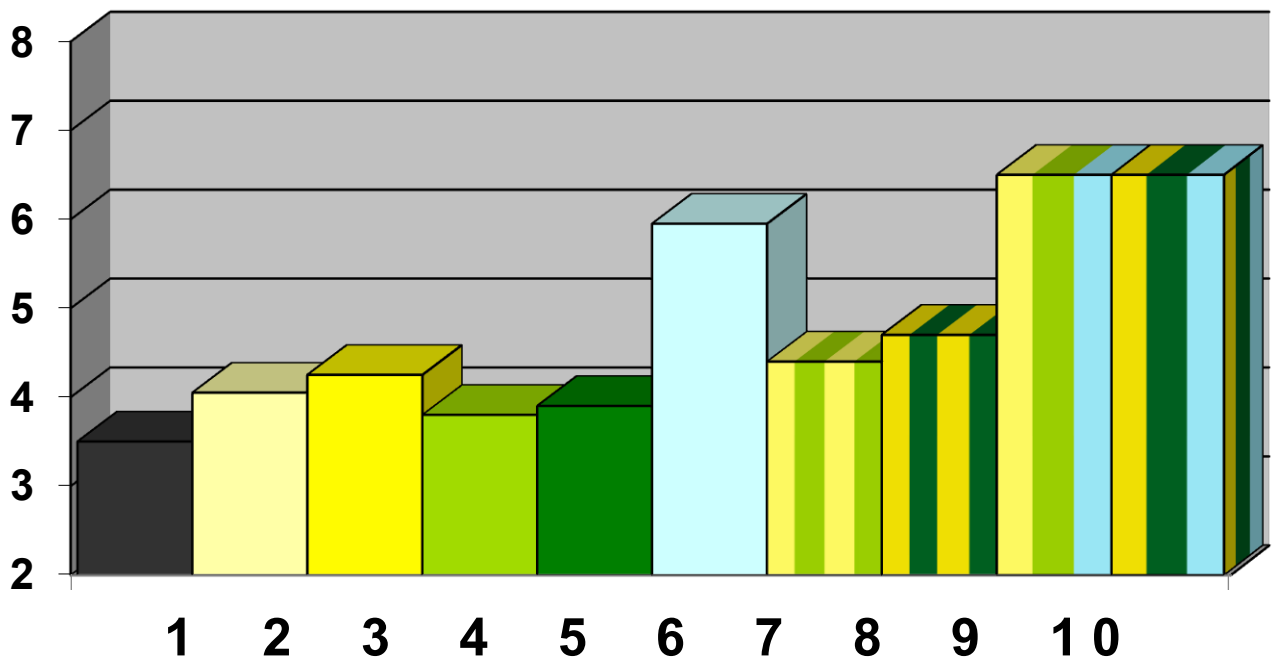


Рисунок 10 – Среднее содержание (мг/кг) подвижной серы за вегетационный период под подсолнечником в результате последействия горных пород, 2016 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

Особых изменений в содержании подвижной серы по фазам развития кукурузы не выявлено (рисунок 11). Наиболее высокие показатели приходились на фазы активного роста и развития (Приложение 8). Применение отдельных доз горных пород, таких как известняка и апатита незначительно увеличили этот показатель на 0,2-0,5 мг/кг. Варианты с внесением фосфогипса напротив показали увеличение количества этого элемента (в среднем в 1,8-1,9 раза), что гарантирует переход почв из разряда низкообеспеченных в разряд среднеобеспеченных (Д. В. Калугин, А.Н. Есаулко, В. В. Кукушкина, 2017).

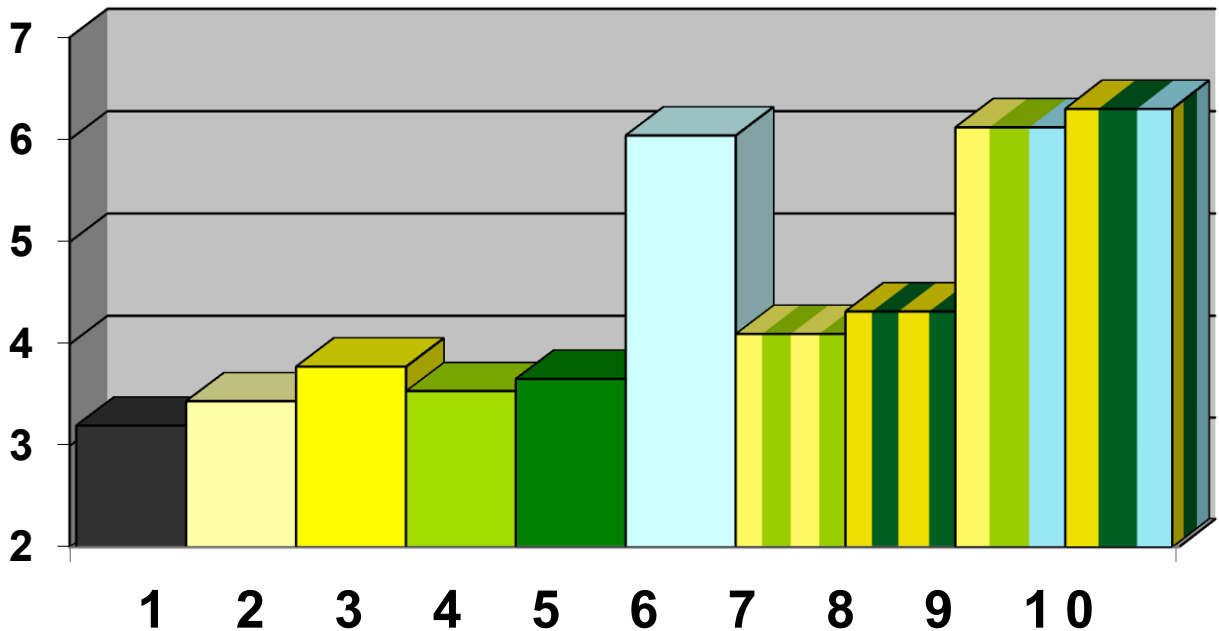


Рисунок 11 – Среднее содержание (мг/кг) подвижной серы за вегетационный период под кукурузой в результате последствие горных пород, 2017 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

Таким образом, наиболее эффективно совместное внесение фосфогипса с другими горными породами. Возможно, причина этого явления кроется в повышении биологической активности почв при обогащении её различными макро и микроэлементами

### **3.2 Содержние микроэлементов**

В жизни растений животных и человека важную физиологическую биохимическую роль играют микроэлементы. Существует тесная связь между количеством микроэлементов в почве и уровнем урожайности растений. Так как микроэлементы входят в состав ферментов и витаминов. В почве они присутствуют в форме различных соединений.

Почвообразующие породы являются главным источником микроэлементов содержащихся в почве. В свою очередь содержание их в материнских породах напрямую зависит от гранулометрического состава. Микроэлементы в большем количестве содержатся в почвах с тяжелым механическим составом чем в почвах с легким.

Бор содержится в кислых химических соединениях, образуя ряд минералов, таких как гидроксиды и силикаты, наиболее распространенными из них минералы группы турмалин. Уменьшение количества бора способно понизить количество оплодотворенных цветков, тем самым ухудшая фиксацию азота корневой системой растений.

Изучая содержание подвижного бора в сезонной динамике под озимой пшеницей выявили, что этот показатель слабо динамичен по фазам развития озимой пшеницы (Приложение 2). В течение вегетации культуры исследуемы значения были относительно на одинаковом уровне. Следовательно, трансформация валовых подвижных соединений бора не зависит от активности корневой системы растений. Высокое содержание подвижного бора обусловлено высоким содержанием валовых форм, которое зависит от

минерала турмалин в исследуемых почвах (рисунок 12). Почвы всей чернозёмной зоны характеризуются высоким содержанием этого элемента питания.

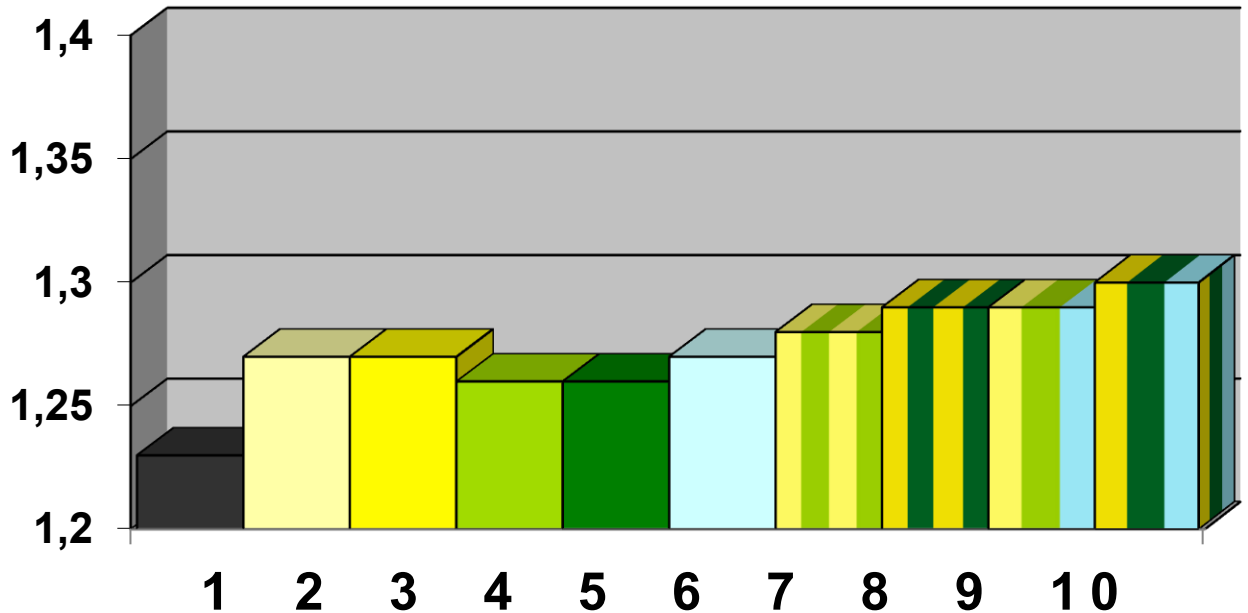


Рисунок 12 –Среднее содержание (мг/кг) подвижного бора за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+ фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ фосфогипс-12 т/га.

Аналогичные результаты были получены при изучении содержания бора и под подсолнечником. Количество подвижного бора наблюдается в пределах 1,19–1,29 мг/кг при незначительных увеличениях данного показателя на опытных вариантах (рисунок 13). В сезонной динамике так же не было сильных различий по фазам вегетации подсолнечника.



(Приложение 6). Следовательно, изучаемые культуры слабо влияют на данный показатель.

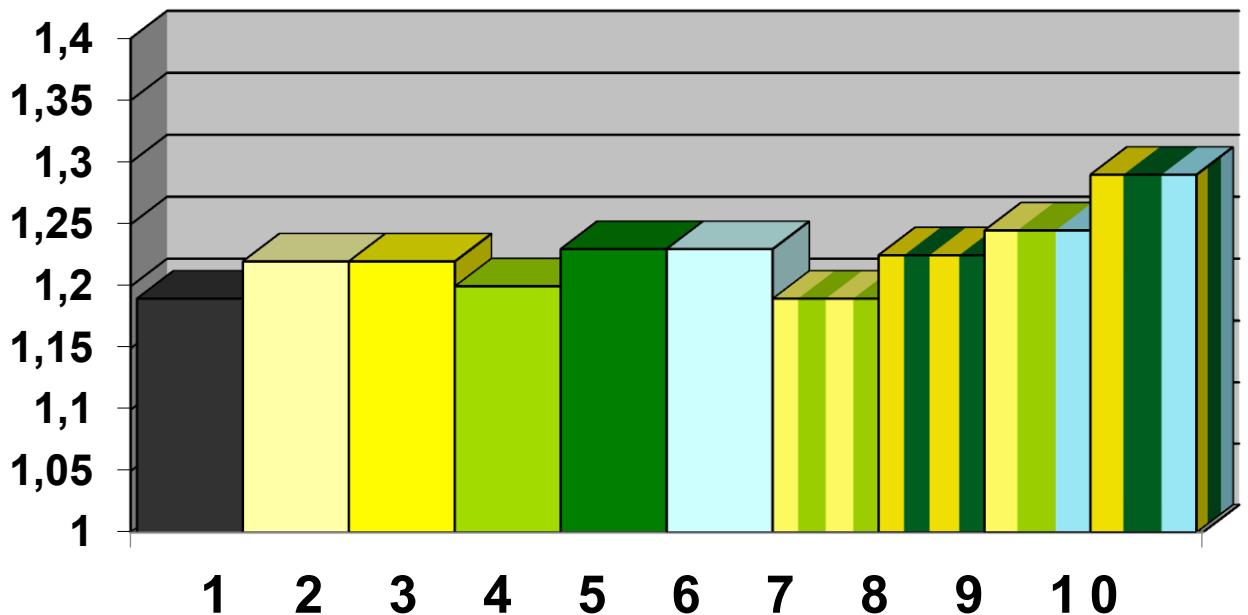


Рисунок 13 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного бора за вегетационный период под подсолнечником в результате последействия горных пород, 2016 г.

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                       |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                     |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+ фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |   |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |   |

При изучении содержания подвижного бора под кукурузой была выявлена та же закономерность, при отсутствии различий в количестве бора по сравнению с другими культурами (рисунок 14). В сезонной динамике так же не было выявлено различий и под кукурузой (Приложение 9).

Таким образом, поведение бора в почве в незначительной степени зависит от применяемых мелиорантов. В сезонном цикле выветривание борсодержащих минералов не зависит от фазы развития культур.

Марганец образует ряд минералов, в которых он обычно присутствует в виде ионов  $Mn^{2+}$ ,  $Mn^{3+}$ , или  $Mn^{4+}$ , однако чаще всего в породообразующих

силикатных минералах встречается его окисленное состояние. Катион  $Mn^{2+}$  обладает способностью замещать двухвалентные катионы некоторых элементов ( $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) в силикатах и оксидах.

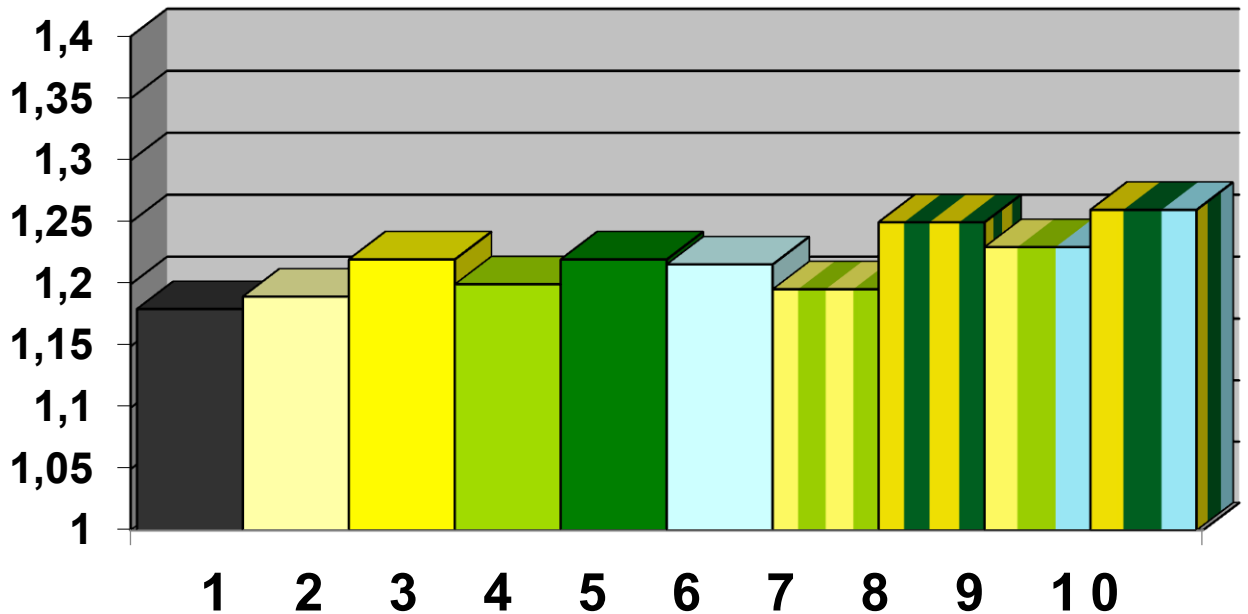


Рисунок 14 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного бора за вегетационный период под кукурузой в результате последействия горных пород, 2017 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

При исследовании содержания подвижного марганца под озимой пшеницей выявили достоверные различия между вариантами опыта (рисунок 15). Наименьшее содержание подвижного марганца было на контроле и составляло 8,8 мг/кг. Внесение известняка- ракушечника в дозах 6т/га и апатита в минимальных и максимальных дозах дало достаточную прибавку. Внесение известняка-ракушечника и фосфогипса в дозах 12 т/га при совместном применении мелиорантов возрастание изучаемой величины достоверно. Так, например, при внесении фосфогипса содержание подвижного марганца возрастало до 10,5 мг/кг при совместном внесении

горных пород до 11,1 мг/кг.

Следовательно, наибольшее влияние на изучаемый показатель оказало совместное внесение всех мелиорантов.

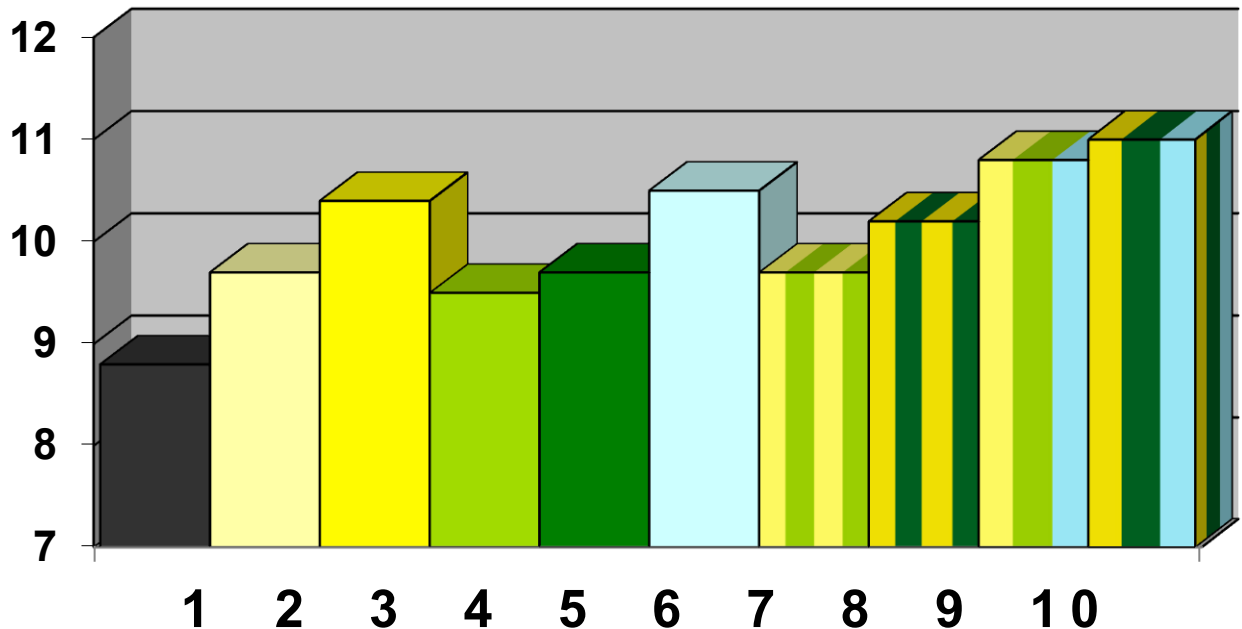


Рисунок 15 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного марганца за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га    |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.  |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | фосфогипс-12 т/га.                               |
| 5-апатит-3,0 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ |
| 6-фосфогипс-12 т/га            | фосфогипс-12 т/га.                               |

Увеличение в содержании марганца, как правило, обусловлено высоким содержанием микроэлементов в горных породах. В особенной степени это относится к апатит-карбонатным породам. Породы морского генезиса, как правило, богаты этим элементом. Следовательно, внесение мелиорантов влияет на исследуемую величину. При изучении содержания марганца по фазам развития пшеницы не было выявлено различий (Приложение 2).

Аналогичные результаты были получены и при изучении содержания

подвижного марганца под подсолнечником (рисунок 16), как средних значений, так и по фазам вегетации (Приложение. 6).

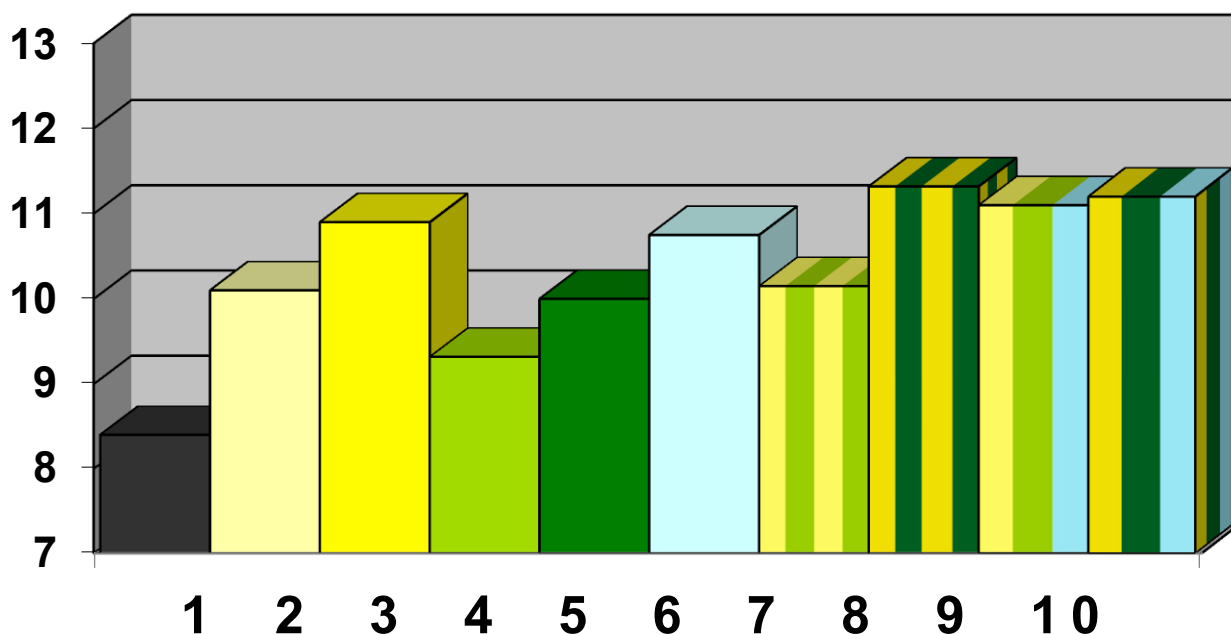


Рисунок 16 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного марганца за вегетационный период под подсолнечником в результате последействия горных пород, 2016 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

При изучении содержания подвижного марганца под кукурузой можно выявить, что его количество в большей степени возросло при с внесении горных пород, по сравнению с озимой пшеницей и подсолнечником (рисунок 17). Так на контроле этот показатель составлял 8,5 мг/кг. Внесение известковой породы и совместное внесение мелиорантов повышало исследуемый показатель в 1,4-1,5 раза.

Закономерность в распределении изучаемой величины, как по вариантам опыта, так и по фазам развития кукурузы, было аналогичной другим культурам (Приложение 9). Можно прийти к выводу, что растение кукурузы

и сопутствующие ей микрофлора более активно разрушает недоступные соединения марганца, переводя их в доступные.

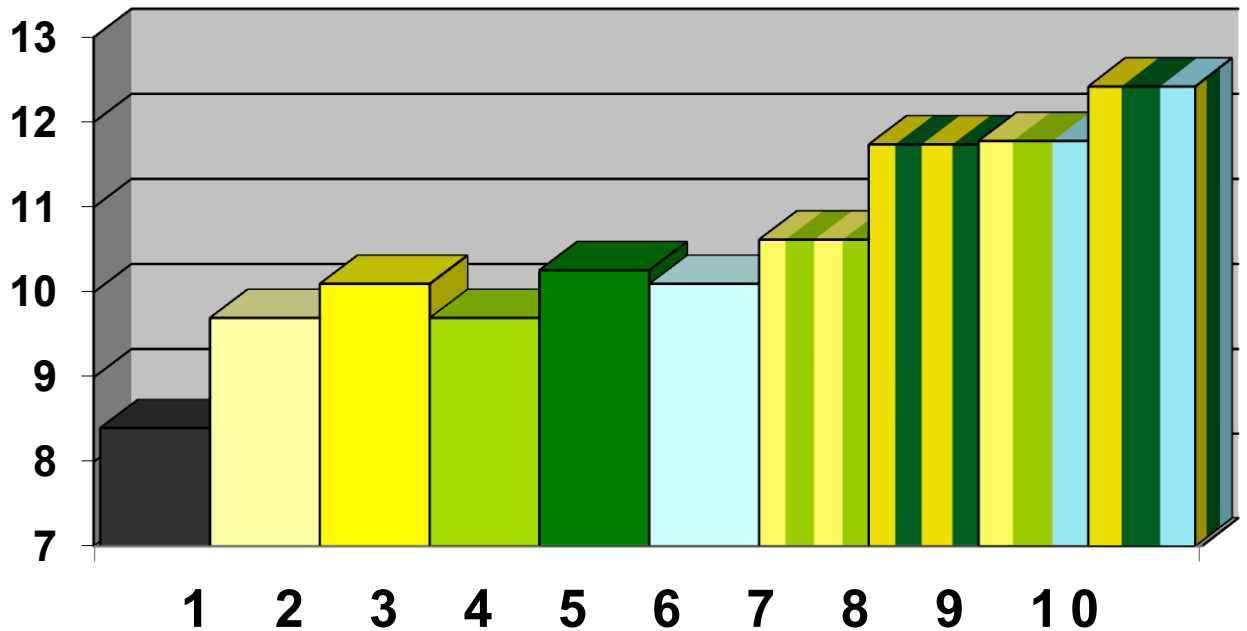


Рисунок 17 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного марганца за вегетационный период под кукурузой в результате последействия горных пород, 2017 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

Определённый интерес в наших исследованиях представляло содержание подвижной меди. Она входит в большое количество ферментов, обуславливающих энзимную активность почв. Она довольно легко растворяется при выветривании минералов и высвобождается в почвенный раствор. Это характерно для любых почв, но особенно для нейтральных и слабокислых, которым является чернозём выщелоченный. Поэтому медь считается одним из наиболее подвижных тяжелых металлов в почвенных системах.

В результате проведённых исследований наблюдали изменения в

содержании подвижной меди под пшеницей. Контрольный вариант отличался более низкими показателями (0,22 мг/кг) (рисунок 18). В результате внесения известковой породы в дозах 6 т/га и 12 т/га установили увеличение исследуемого показателя до 0,29 и 0,32 мг/кг соответственно. Внесение апатита также увеличило исследуемый показатель, но различий между минимальной и максимальной дозой внесения этой горной породы не обнаружено.

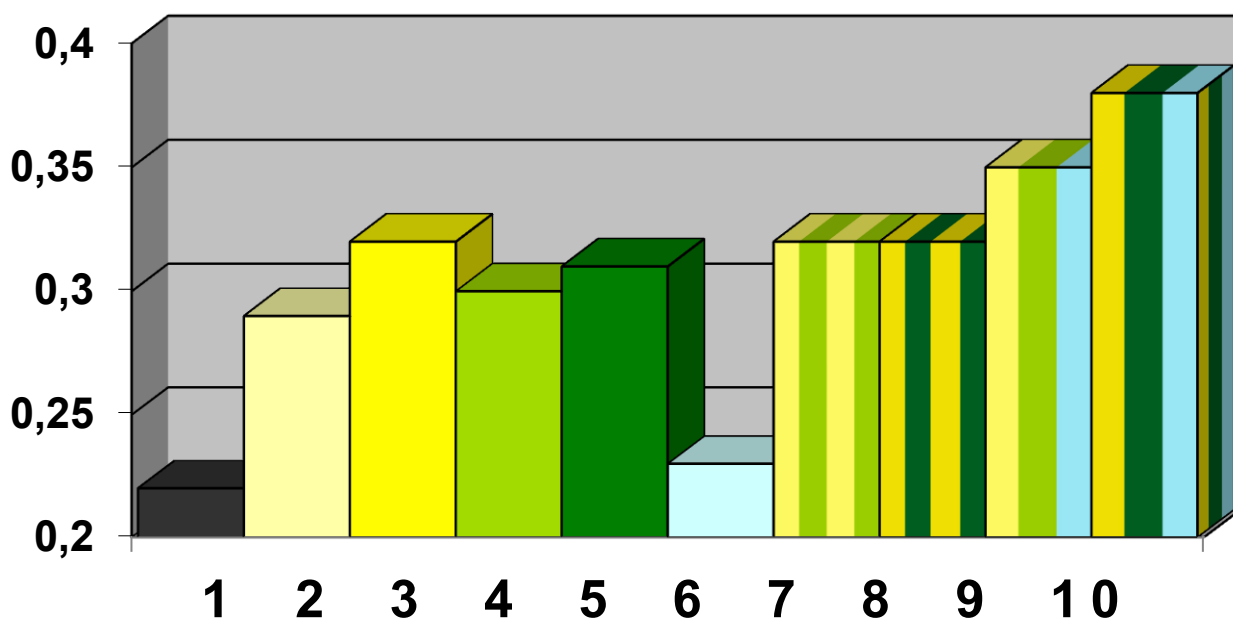


Рисунок 18 – Среднее содержание (мг/кг) подвижной меди за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га    |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.  |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | фосфогипс-12 т/га.                               |
| 5-апатит-3,0 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ |
| 6-фосфогипс-12 т/га            | фосфогипс-12 т/га.                               |

Внесение фосфогипса не оказало влияние на изучаемую величину. Наибольшее возрастание содержания подвижной меди было от совместного применения известняка – ракушечника 12 т/га, фосфогипса 12 т/га, апатита 3 т/га и составляло 0,38 мг/кг. Таким образом, увеличение по отношению к

контролю было в пределах 0,16 мг/кг или в 1,7 раза. Такое увеличение можно объяснить высоким содержанием меди в горных породах. Так в известняке – ракушечнике валовое содержание этого элемента составляет 0,5%, а в апатите 0,4% от массы горной породы (рисунок 18).

Исследуя содержание подвижной меди по фазам вегетации пшеницы пришли к выводу, что различия в исследуемых показателях в течение сезона незначительны или отсутствуют (Приложение 2).

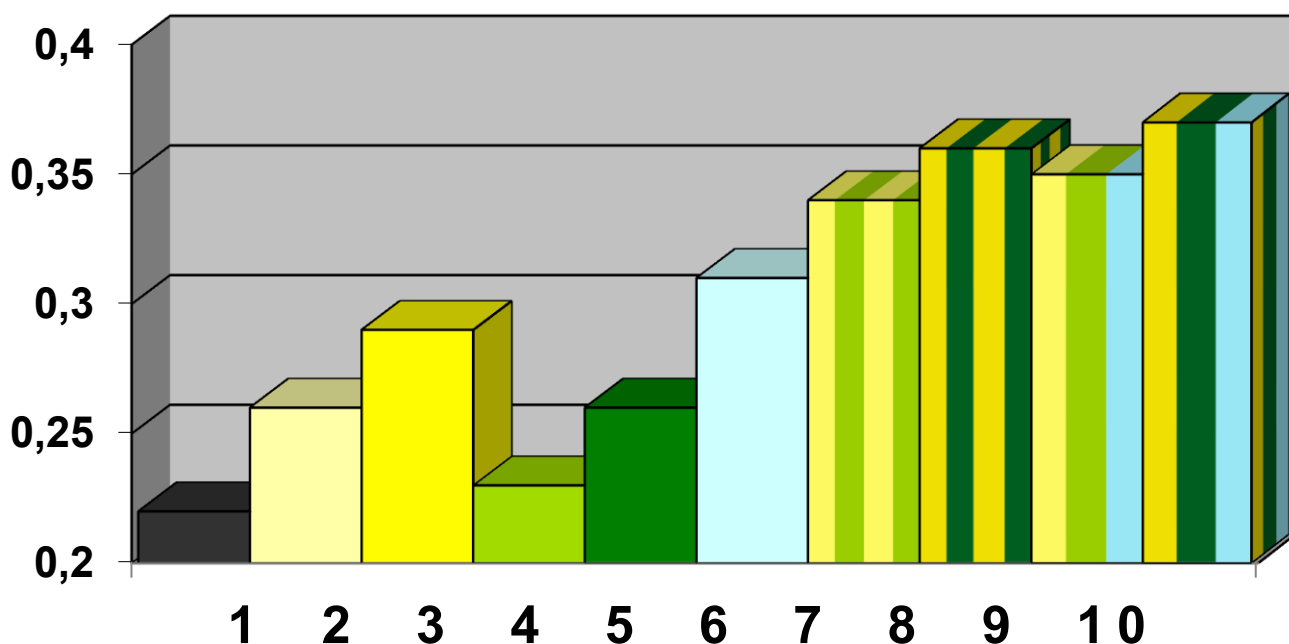


Рисунок 19 – Среднее содержание (мг/кг) подвижной меди за вегетационный период под подсолнечником в результате последствие горных пород, 2016 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

Аналогичные результаты были выявлены и под подсолнечником. Разница состоит лишь только в том, что при применении фосфогипса увеличение в содержании микроэлемента были более достоверными по отношению к контролю (рисунок 19). Наибольшее увеличение исследуемого

показателя и в данном случае обеспечило внесение известняка-ракушечника. Но совместный эффект с другими породами был более значимым. На этих вариантах обеспеченность чернозёма выщелоченного приближалась к повышенной. На контрольном варианте обеспеченность можно считать низкой.

При изучении содержания меди по фазам развития подсолнечника не было выявлено различий (Приложение 6).

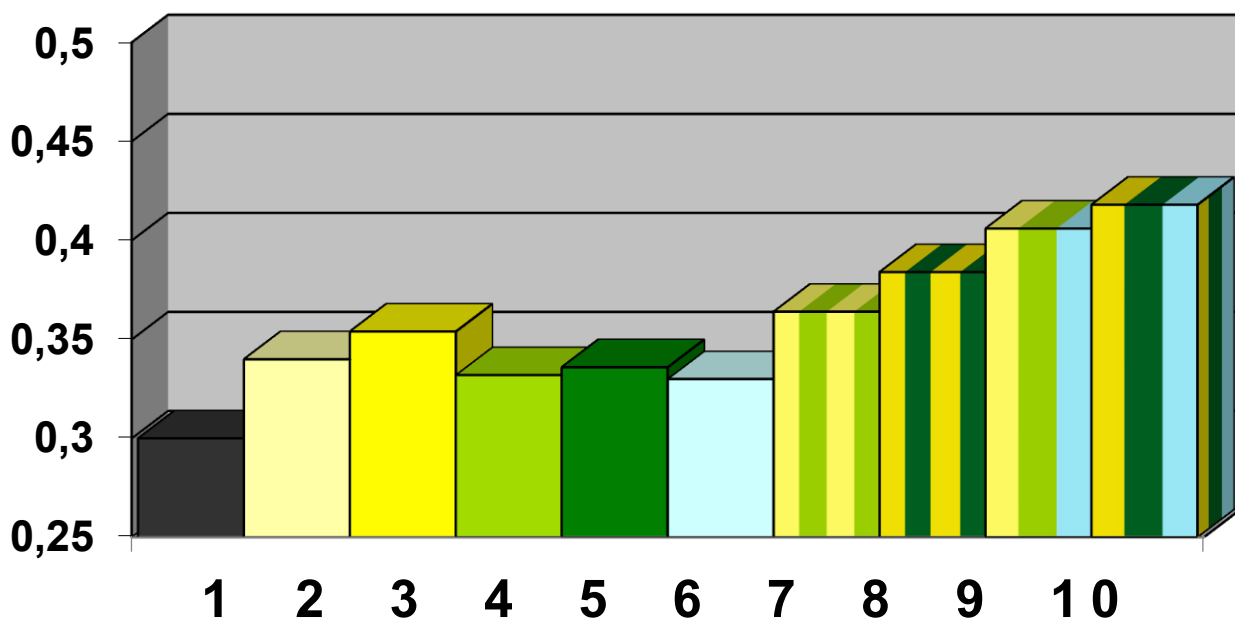


Рисунок 20 – Среднее содержание (мг/кг) подвижной меди за вегетационный период под кукурузой в результате последействия горных пород, 2017 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

При изучении содержания подвижной меди под кукурузой выявили сохранение общей закономерности по увеличению данного показателя по



сравнению с другими культурами в среднем на 0,03 – 0,05 мг/кг (рисунок 20). В сезонной динамике так же не было выявлено различий по фазам развития кукурузы (Приложение 9). Следовательно, растение кукурузы способно переводить медь в доступные формы лучше, чем пшеница и подсолнечник.

Особый интерес в исследования представляло содержание подвижного цинка. Он входит в большое количество ферментов, образование которых свойственно для изучаемых сельскохозяйственных культур. К тому же в применяемых горных породах и в фосфогипсе содержатся значительные количества его валовых форм.

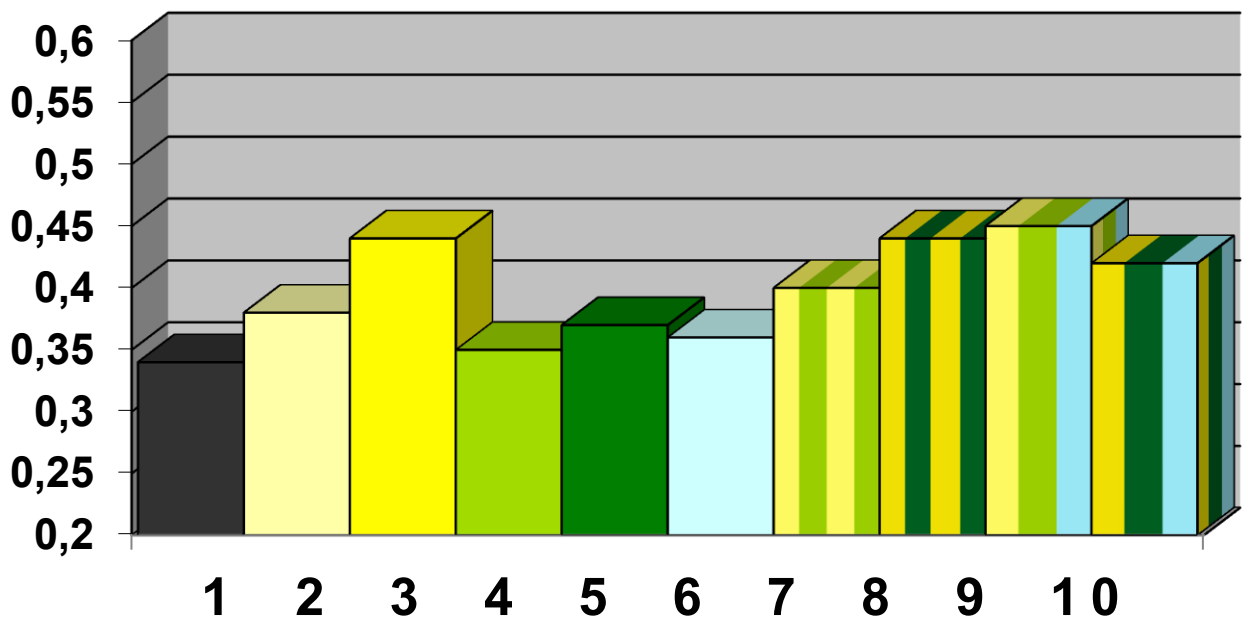


Рисунок 21 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного цинка за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га    |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.  |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | фосфогипс-12 т/га.                               |
| 5-апатит-3,0 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ |
| 6-фосфогипс-12 т/га            | фосфогипс-12 т/га.                               |

Внесение горных пород увеличивало содержание цинка. На контроле этот показатель составляет 0,34 мг/кг (рисунок 21). При внесении известняка

– ракушечника 6 т/га произошло увеличение исследуемой величины на 0,04 мг/кг или 1,3 раза. Внесение апатита и фосфогипса в меньшей степени повлияло на данную величину. Наибольшее возрастание обнаружено при совместном внесении пород различного генезиса и фосфогипса. Так при внесении пород без фосфогипса произошло увеличение в содержание этого элемента по сравнению с контролем на 0,13 мг/кг, а при внесении вместе с фосфогипсом на 0,10 мг/кг. В сезонной динамике не было обнаружено различий в данном показателе по фазам вегетации озимой пшеницы (Приложение 3).

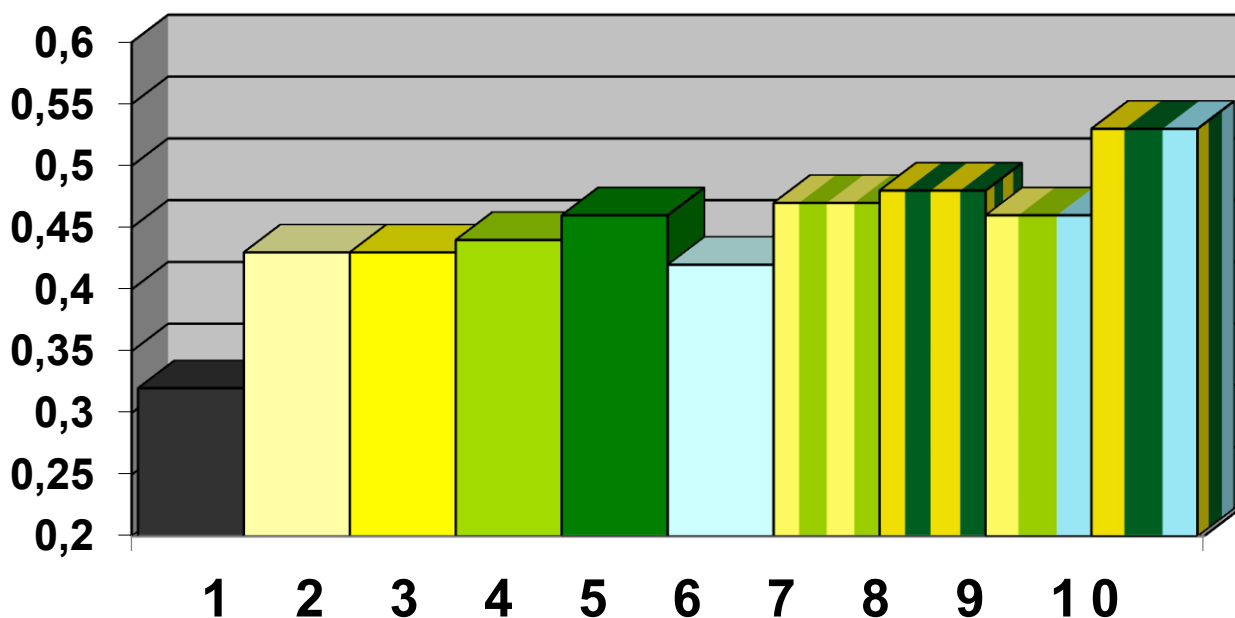


Рисунок 22– Среднее содержание (мг/кг) подвижного цинка за вегетационный период под подсолнечником в результате последействия горных пород, 2016 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-apatит-1,5 т/га

5-apatит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+apatит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+apatит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+apatит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+apatит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

Аналогичная картина была обнаружена и под подсолнечником. Различие заключается в том, что известняк-ракушечник в разных дозах, имел

одинаковый эффект (рисунок 22). При внесении 6 т/га и 12 т/га известковой породы содержание подвижного цинка составило 0,42 мг/кг. Наибольшее увеличение исследуемой величины отмечено на 10-ом варианте опыта. Разница с контролем составляла 0,21 мг/кг. При исследовании сезонной динамики содержания подвижного цинка пришли к выводу, что по различным фазам вегетации подсолнечника достоверной разницы не наблюдалось (Приложение 6).

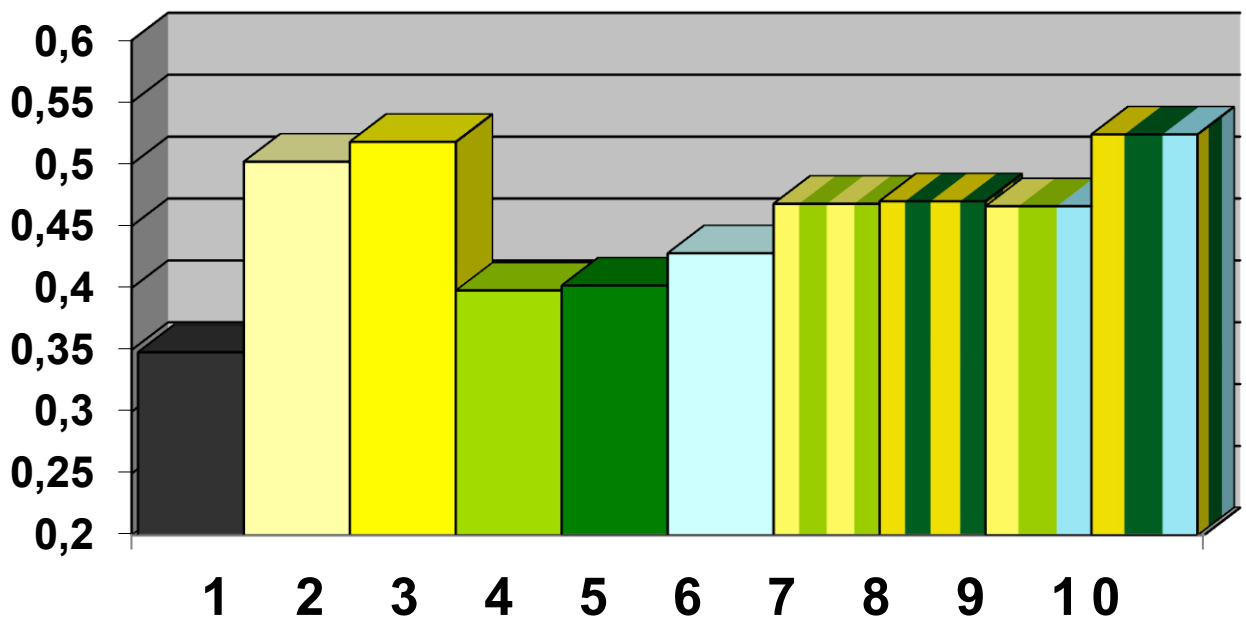


Рисунок 23 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного цинка за вегетационный период под кукурузой в результате внесения горных пород, 2017 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

При исследовании содержания подвижного цинка под кукурузой обнаружили существенное увеличение данного показателя при внесении известняка-ракушечника как отдельно, так и совместно с другими породами (рисунок 23). Применение апатита меньше всего повлияло на данный

показатель, так как прибавка по отношению к контролю была на уровне ошибки опыта. При содержании подвижного цинка 0,35 мг/кг на контроле, разница с вариантом внесения известняка-ракушечника 12 т/га с апатитом 3 т/га и фосфогипсом 12 т/га составило 0,17мг/кг. В сезонной динамике так же не было выявлено различий в исследуемом показателе по фазам развития кукурузы (Приложение 10). Можно лишь отметить снижение в его содержании от начала до конца вегетации. Возможно это связано с активностью его поглощения сельскохозяйственными растениями.

Подвижный кобальт также представляет интерес, т.к. его количество довольно незначительно в чернозёмах выщелоченных, а в исследуемых породах высокое содержание его валовых форм.

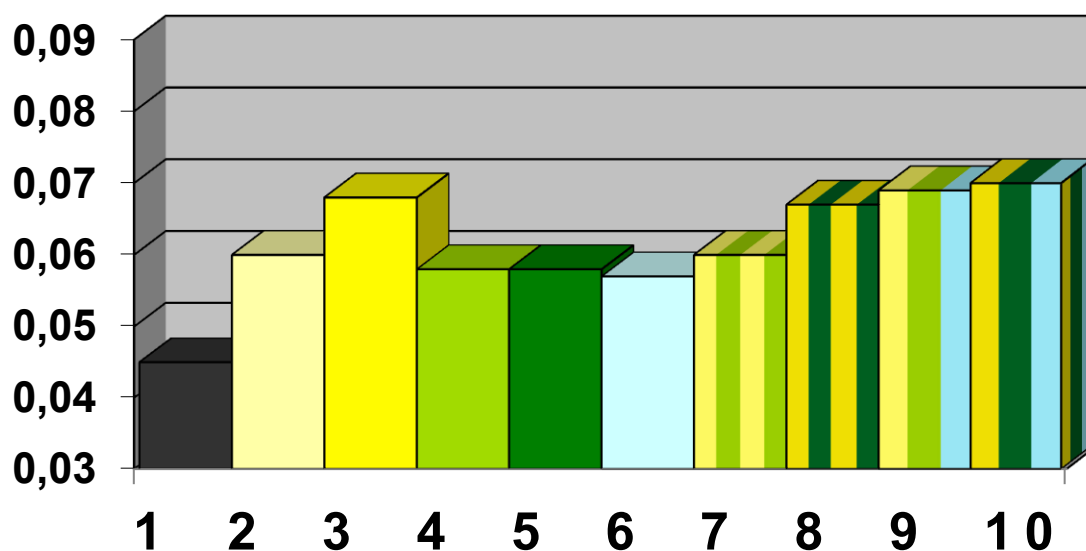


Рисунок 24 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного кобальта за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

1-контроль  
 2-известняк-ракушечник-6 т/га  
 3-известняк-ракушечник-12 т/га  
 4-apatит-1,5 т/га  
 5-apatит-3,0 т/га  
 6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+apatит-1,5 т/га  
 8-известняк-ракушечник-12 т/га+apatит-3,0 т/га.  
 9-известняк-ракушечник-6 т/га+apatит-1,5 т/га+  
 фосфогипс-12 т/га.  
 10-известняк-ракушечник-12 т/га+apatит-3,0 т/га+  
 фосфогипс-12 т/га.

Содержание кобальта в наших исследуемых почвенных образцах можно классифицировать как низкое. Оно свойственно для почв чернозёмной зоны. Тем не менее, между вариантами внесения мелиорантов различия были

довольно существенными

В результате исследований выявлено, что контрольный вариант имел наиболее низкие показатели - 0,45 мг/кг (рисунок 24). Применение известковой породы в дозе 6 т/га обеспечило увеличение данного показателя на 0,15 мг/кг, а в дозе 12 т/га на 0,23 мг/кг.

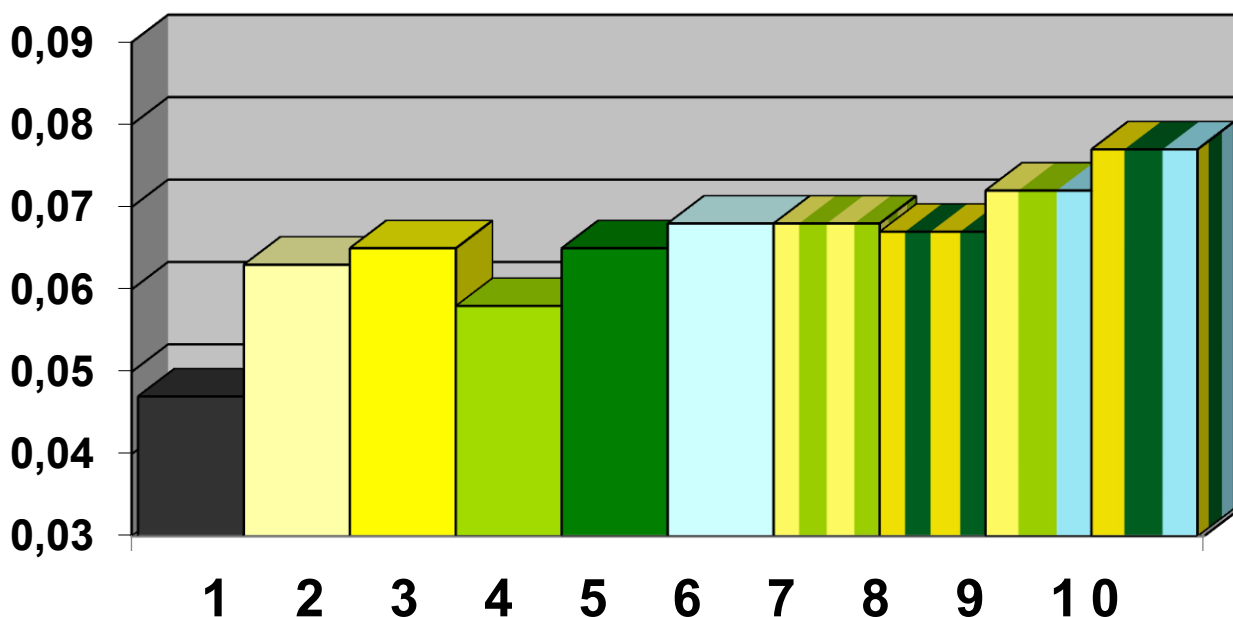


Рисунок 25 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного кобальта за вегетационный период под подсолнечником в результате последействия горных пород, 2016 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

Применение апатита сопровождается меньшим эффектом. Содержание кобальта здесь составляет 0,58 мг/кг как при внесении 1,5 т/га, так и при внесении 3 т/га этой горной породы. Аналогичным действием обладает и фосфогипс. При совместном внесении горных пород эффект был на уровне отдельного внесения известняка-ракушечника. Следовательно, данная горная порода в наиболее решающей степени обуславливает содержание подвижного кобальта в почве. В сезонной динамике под кукурузой так же не было выявлено различий в исследуемом показателе по фазам развития

кукурузы (Приложение 3).

Аналогичная картина наблюдалась и под подсолнечником (рисунок 25). Разница была лишь только в том, что среднее содержание этого элемента питания было выше, чем под пшеницей. В сезонной динамике по фазам вегетации подсолнечника не обнаружено существенных различий в содержании этого микроэлемента (Приложение 6).

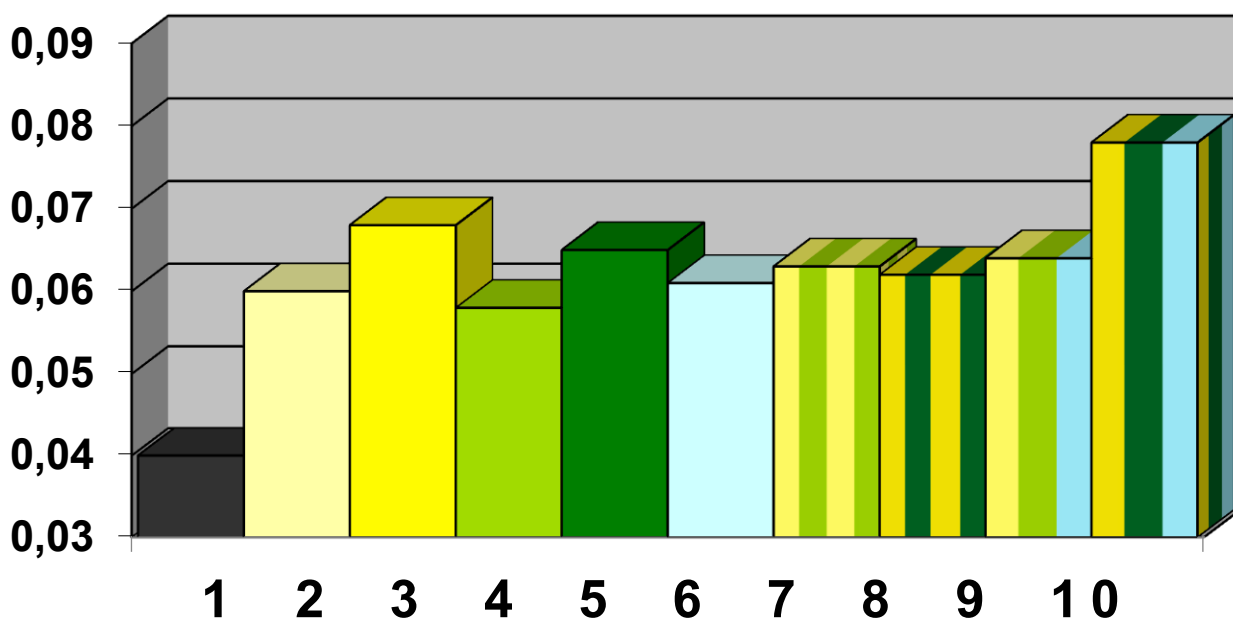


Рисунок 26 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного кобальта за вегетационный период под кукурузой в результате последействия горных пород

1-контроль  
 2-известняк-ракушечник-6 т/га  
 3-известняк-ракушечник-12 т/га  
 4-апатит-1,5 т/га  
 5-апатит-3,0 т/га  
 6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га  
 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.  
 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+  
 фосфогипс-12 т/га.  
 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+  
 фосфогипс-12 т/га.

Под кукурузой закономерность в содержании подвижного кобальта по вариантам опыта была аналогична предшествующей культуре (рисунок 26). В сезонной динамике по фазам вегетации кукурузы существенных различий в содержании подвижного кобальта не обнаружено (Приложение 10).

Таким образом, горные породы и фосфогипс в значительной степени повлияли на исследуемый показатель. Это в определённой степени скажется на качестве и количестве получаемой продукции.

Наряду с остальными элементами молибден относят к малоподвижным элементам, особенно это проявляется в кислых почвах, где он связывается обменным алюминием. Повысить подвижность молибдена можно с помощью известкования и внесения фосфорных удобрений.

При исследовании подвижного молибдена под пшеницей установили, что на контроле в среднем за вегетацию его количество составило 0,28 мг/кг (рисунок 27).

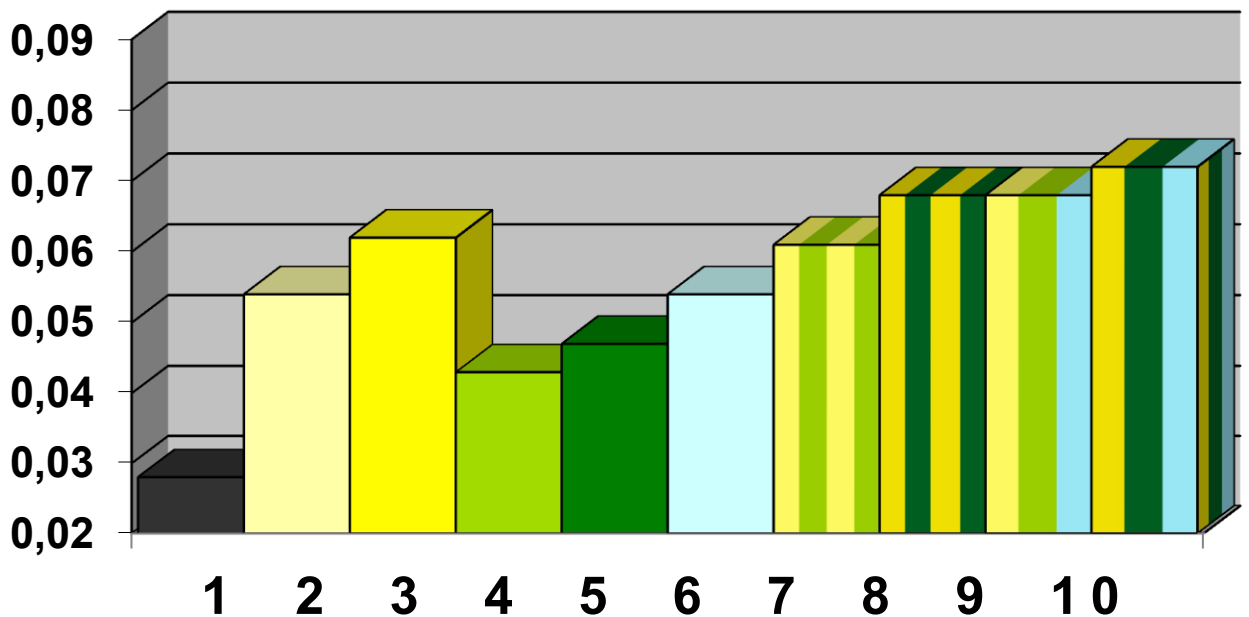


Рисунок 27 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного молибдена за вегетационный период под озимой пшеницей в результате последействия горных пород, 2015 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

В результате внесения известняка-ракушечника в дозе 6 т/га исследуемая величина возросла до 0,054 мг/кг, то есть на 0,026 мг/кг по сравнению с контролем. При внесении известняка-ракушечника 12 т/га увеличение составило 0,34 мг/кг по сравнению с контролем. Внесение апатита произвело меньший эффект. При внесении этой горной породы в дозе 1,5 и 3 т/га содержание подвижного молибдена составило 0,043 и 0,047 мг/кг соответственно.

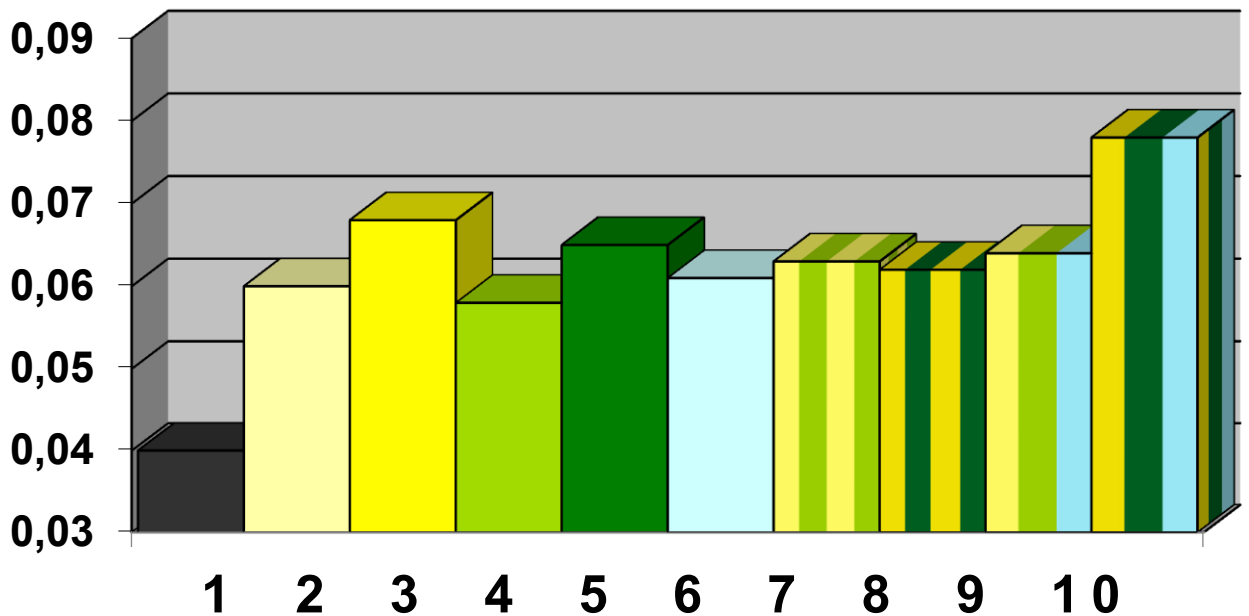


Рисунок 28 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного молибдена за вегетационный период под подсолнечником в результате последействия горных пород, 2016 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-apatит-1,5 т/га

5-apatит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+apatит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+apatит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+apatит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+apatит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

Внесение фосфогипса в дозе 12 т/га увеличило исследуемое значение на 0,026 мг/кг. В данном случае применение известковой породы оказывает более существенный эффект, чем последействие апатита и фосфогипса. Это



обусловлено большим содержанием молибдена в этой горной породе. Совместное применение всех горных пород в большей степени увеличивает содержание этого элемента и особенно на 10-ом варианте при максимальных дозах мелиорантов. Значение исследуемого показателя составило 0,072 мг/кг или в 2,6 раза. Такое увеличение можно считать существенным по отношению к контролю.

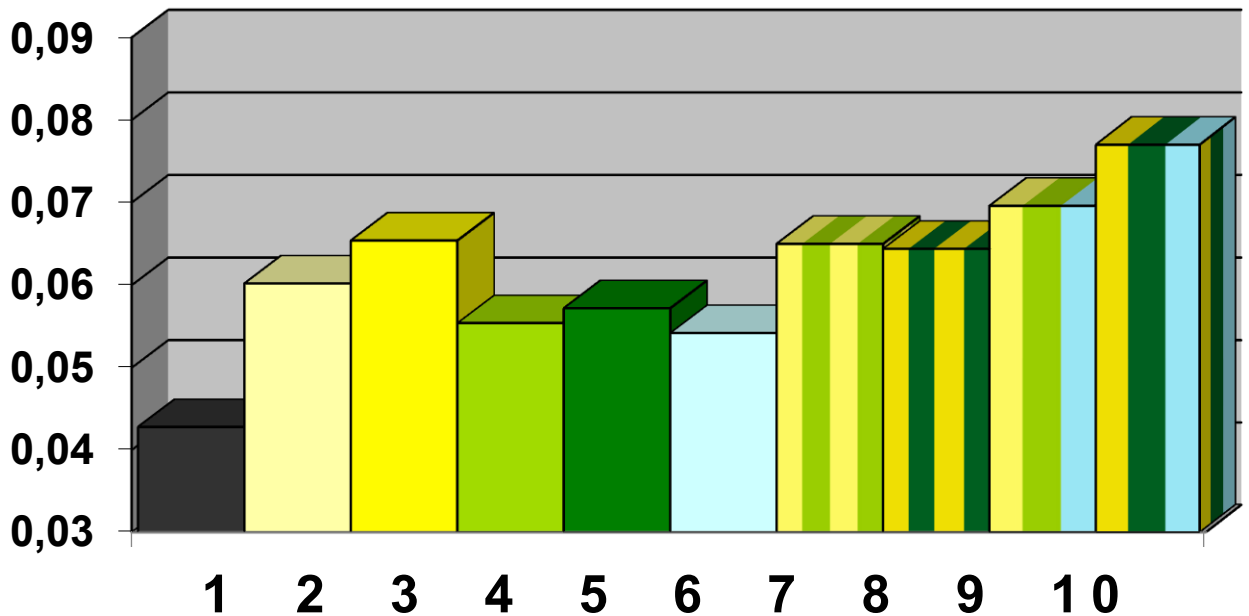


Рисунок 29 – Среднее содержание (мг/кг) подвижного молибдена за вегетационный период под кукурузой в результате последействия горных пород, 2017 г.

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                       |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                     |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+ фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |   |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |   |

В сезонной динамике не было отмечено значительной разницы по фазам вегетации в данном показателе (Приложение 3).

Аналогичная зависимость в содержании подвижного молибдена была обнаружена и под подсолнечником (рисунок 28). Можно лишь отметить, что

не было значительной разницы в раздельном и совместном внесении горных пород за исключением варианта 10 с максимальным внесением мелиорантов. В сезонной динамике так же не было выявлено существенной разницы между вариантами (Приложение 6).

Под кукурузой была выявлена такая же зависимость, как и под подсолнечником (рисунок 29). В сезонной динамике так же не было выявлено существенной разницы между вариантами (Приложение 10).

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В РАСТЕНИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Азот и фосфор являются необходимыми элементами для растений. Во многих органических веществах живой клетки, а так же белковых веществах, в хлорофилле, фосфатах и нуклеиновых кислотах содержится азот. Формы аммония, нитритов, нитратов образующиеся при разложении азотистых органических веществ являются доступными для растений.

Фосфор так же имеет очень важное значение для растений. Он входит в состав многих органических соединений без которых невозможна их жизнедеятельность. Фосфор в растениях содержится в десятых долях процента. Объем фосфора в почва составляет 0,35%. Его много в состав апатита, фосфорита и вивианита, и в поглощенном состоянии в виде фосфат-аниона. Применение фосфорных удобрений целесообразно почти на всех почвах (Кауричев И. С., 1989).

Содержание азота и фосфора в растениях озимой пшеницы является важным показателем действия используемых минералов, а так же в самой культуре определяет качество получаемой продукции. Важным показателем является соотношение между азотом и фосфором в различные фазы развития озимой пшеницы. Увеличение содержания азота, как правило, может свидетельствовать об улучшении качества, в первую очередь, а так же количества получаемой продукции.

Содержание азота и фосфора в растениях озимой пшеницы является важным показателем действия используемых минералов, а так же в самой культуре определяет качество получаемой продукции. Важным показателем является соотношение между азотом и фосфором в различные фазы развития озимой пшеницы. Увеличение содержания азота, как правило, может свидетельствовать об улучшении качества, в первую очередь, а так же количества получаемой продукции.

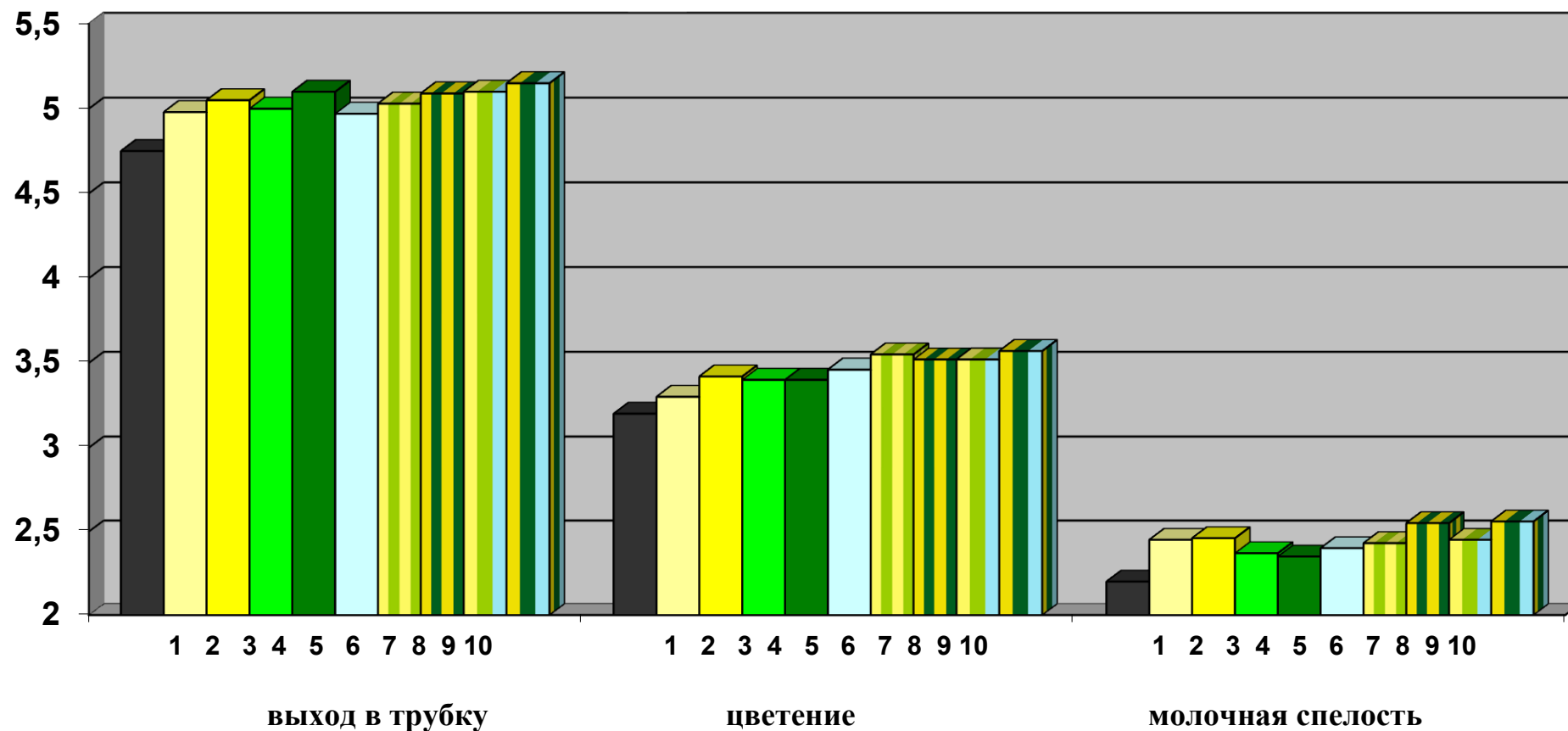


Рисунок 30 – Содержание азота (%) в озимой пшенице по фазам развития в результате последействия горных пород, 2015 г.

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га

т/га+фосфогипс-12 т/га

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га+фосфогипс-12 т/га.

т/га+фосфогипс-12 т/га.

Как показали исследования содержание азота, в фазу выхода озимой пшеницы в трубку, составляет на контроле 4,75% (рисунок 30). Совместное внесение всех испытуемых горных пород достоверно увеличило исследуемый показатель. При внесении известковой породы 6 т/га и 12 т/га происходило возрастание содержания азота до 4,98 и 5,05% соответственно. При внесении апатита в различных дозах эффект был на том же уровне. Внесение фосфогипса в дозе 12 т/га сохраняло выявленную закономерность. При совместном внесении горных пород наблюдалось увеличение содержания азота в растениях. На варианте с внесением известняка-ракушечника 12 т/га, апатита 3 т/га и фосфогипса 12 т/га исследуемый показатель составлял 5,15%, то есть увеличение по сравнению с контролем произошло на 0,4% при наименьшей существенной разнице 0,12%.

В фазу цветения культуры наименьшее содержание азота в растениях так же было на контроле и составляло 3,20%. Внесение известняка ракушечника в дозе 6 т/га увеличило исследуемую величину на 0,10%. Такое увеличение можно считать не достоверным так как оно ниже наименьшей существенной разницы, которое составляет 0,11%. При внесении известняка-ракушечника в большей дозе получило достаточное увеличение исследуемого показателя до 3,45 или на 0,22%. Аналогичные показатели были получены при внесении апатита и фосфогипса. При совместном внесении горных пород наблюдается дальнейшее увеличение содержания азота, которое составляло на 10-ом варианте 3,57% или на 0,37% выше по сравнению с контролем.

В фазу молочной спелости озимой пшеницы содержание азота на контроле составляло 2,2%. На вариантах с внесением известняка-ракушечника, апатита и фосфогипса произошло увеличение исследуемого показателя на 0,2 – 0,26%. На варианте с совместным внесением горных пород эта величина еще выше, при максимальном значении на 10-ом варианте, который составляет 2,56% или на 0,26% превосходит контроль.

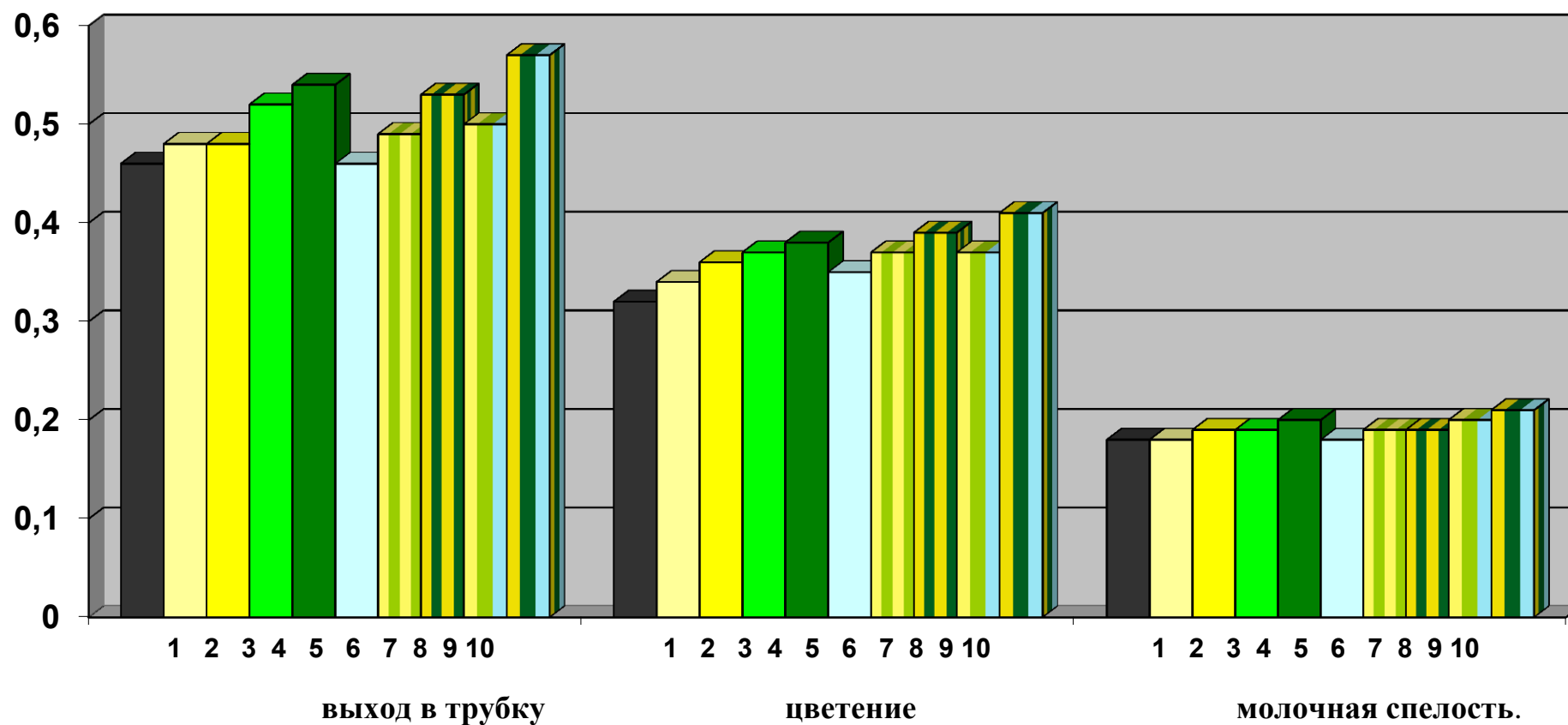


Рисунок 31– Содержание фосфора (%) в озимой пшенице по фазам развития в результате последействия горных пород, 2015 г.

- |                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| 1-контроль                     | 5-апатит-3,0 т/га                             | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 6-фосфогипс-12 т/га                           | т/га+фосфогипс-12 т/га                   |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га  | т/га+фосфогипс-12 т/га.                  |

Такое увеличение в содержании азота по фазам развития озимой пшеницы неизбежно скажется на качестве и количестве получаемой продукции.

При исследовании содержания фосфора в растениях озимой пшеницы выявили, что в фазу трубкования контрольный вариант имел наименьшие значения - 0,46% (рисунок 31). При внесении известняка-ракушечника в дозах 6 и 12 т/га мы не получили достоверного увеличения исследуемого показателя. На обоих вариантах эта величина составляла 0,48% или на 0,02% выше, чем на контроле, при наименьшей существенной разнице в 0,03%. При внесении апатита 1,5 и 3 т/га содержание фосфора увеличилось до 0,52% и 0,54% соответственно. Этот эффект объясняется тем, что апатит является фосфорсодержащей породой и как было отмечено в главе 3 при внесении этой горной породы значительно увеличивается содержание фосфора в почве. Внесение серосодержащей породы в дозе 12 т/га не повлияло на исследуемый показатель и разницы по сравнению с контролем не выявлено. При совместном внесении горных пород так же наблюдалось увеличение изучаемого показателя при наибольшем значении на варианте с максимальными дозами внесения горных пород. Различия между контролем и 10-ым вариантом составили 0,12%.

В фазу цветения озимой пшеницы сохраняется выявленная закономерность. На контроле содержание  $P_2O_5$  составило 0,32%. На варианте с внесением известняка-ракушечника в дозе 6 т/га так же не было выявлено достоверной разницы с контролем. Как и в предыдущую фазу наблюдалось возрастание изучаемого показателя при внесении апатита и совместном внесении горных пород.

В фазу молочной спелости не было обнаружено значительной разницы между вариантами в изучаемом показателе. Можно отметить, что достоверную разницу с контролем имел только 10-ый вариант.

Таким образом, внесение горных пород изменяет содержание азота и фосфора в растениях озимой пшеницы. Это будет иметь свои последствия на количество и качество получаемой продукции.

Содержание микроэлементов играет важную роль в жизни растений. Каждый элемент несет для растения свою роль, как например бор выполняет важную функцию в углеводном обмене, в созревании семян и плодоношении. Марганец активизирует ферменты в растениях и участвует в процессах фотосинтеза. Медь входит в состав ферментов и участвует в окислительно-восстановительных процессах. Молибден способствует азотному обмену. Цинк участвует в образовании хлорофилла, способствует синтезу витаминов. Кобальт необходим растениям для фиксации молекулярного азота бактериями и концентрируется в клубеньках.

При исследовании количества различных микроэлементов в растениях озимой пшеницы по фазам вегетации обнаружили, что в фазу выхода в трубку в содержании бора значительной разницы между вариантами не обнаружено. На опытных вариантах содержание этого микроэлемента было таким же, как и на контроле или не значительно его превосходило (рисунок 32).

Аналогичная тенденция отмечена так же в фазу цветения и фазу молочной спелости. Стоит только отметить, что содержание бора по всем вариантам имело тенденцию к снижению от фазы трубкования к фазе молочной спелости.

При исследовании содержания марганца выяснили, что меньше всего этого элемента было на контроле и составляло 42,2 мг/кг (рисунок 33). При внесении известняка-ракушечника 6 т/га произошло увеличение исследуемого показателя до 45,5 мг/кг, а при внесении 12 т/га до 46,2 мг/кг или на 4 мг/кг выше по сравнению с контролем. При внесении апатита и фосфогипса эффект был таким же как и при внесении первой дозы известняка-ракушечника.



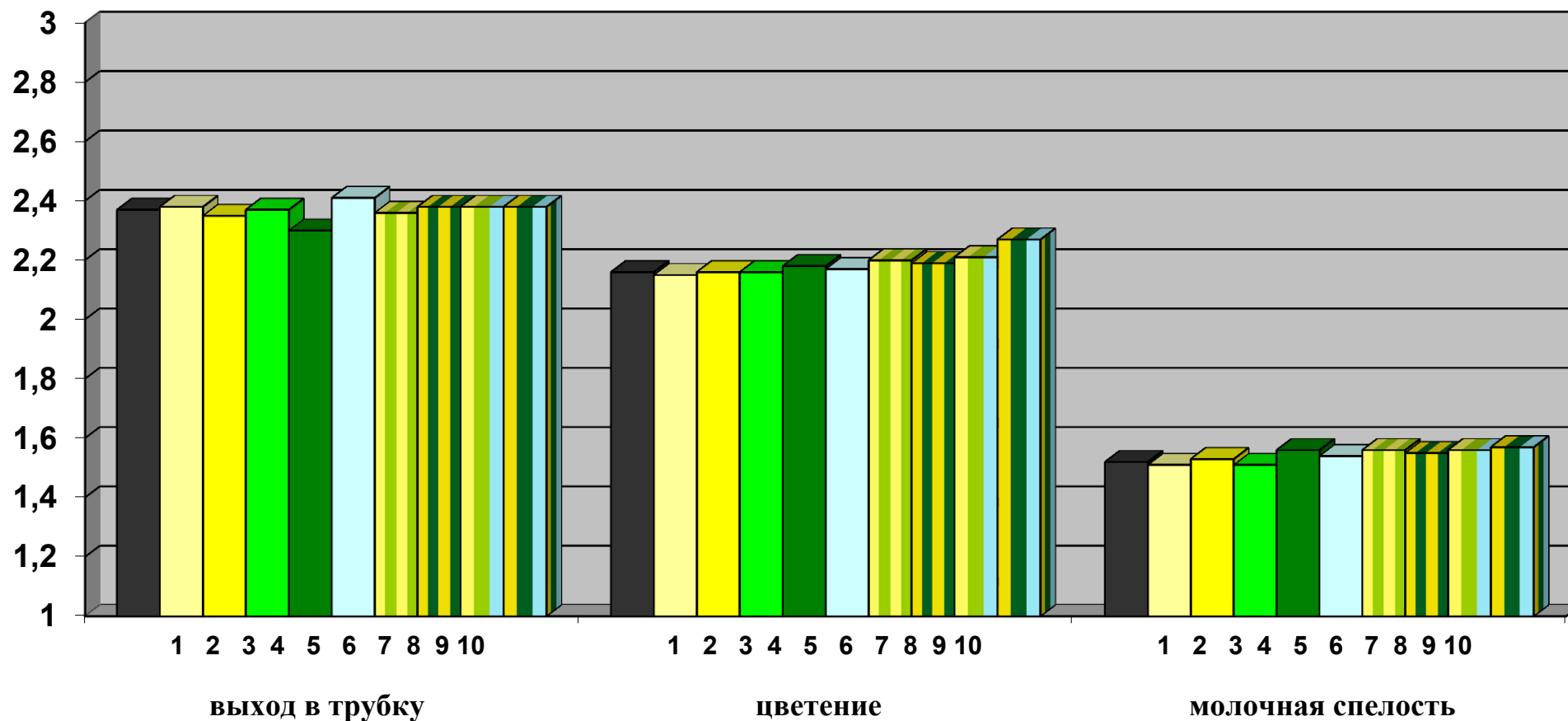


Рисунок 32 – Содержание бора (мг/кг) в озимой пшенице по фазам развития в результате последействия горных пород

- |                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| 1-контроль                     | 5-апатит-3,0 т/га                             | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га  |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 6-фосфогипс-12 т/га                           | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га+фосфогипс-12 т/га. |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га |  |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га  |  |

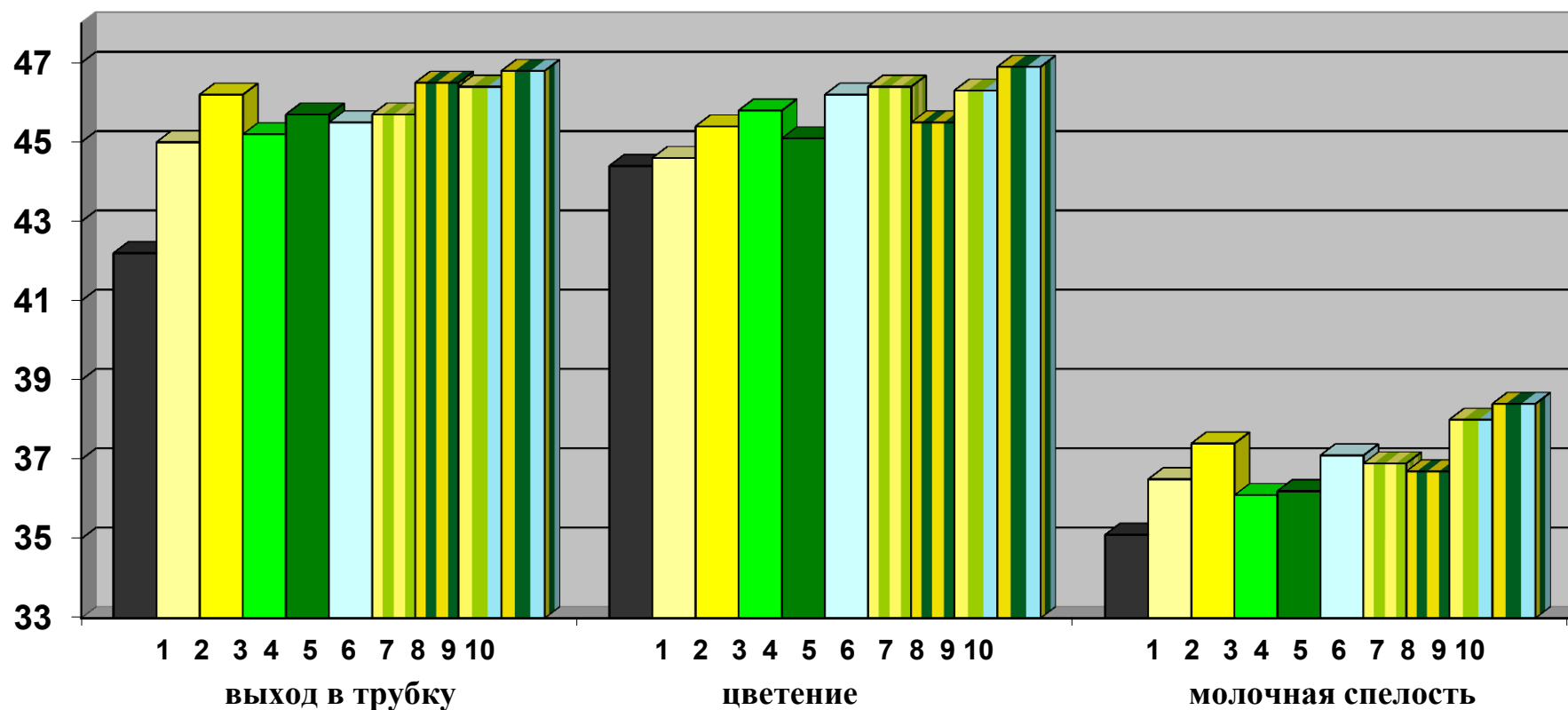


Рисунок 33 – Содержание марганца (мг/кг) в озимой пшенице по фазам развития в результате последействия горных пород

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5

т/га+фосфогипс-12 т/га

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3

т/га+фосфогипс-12 т/га.

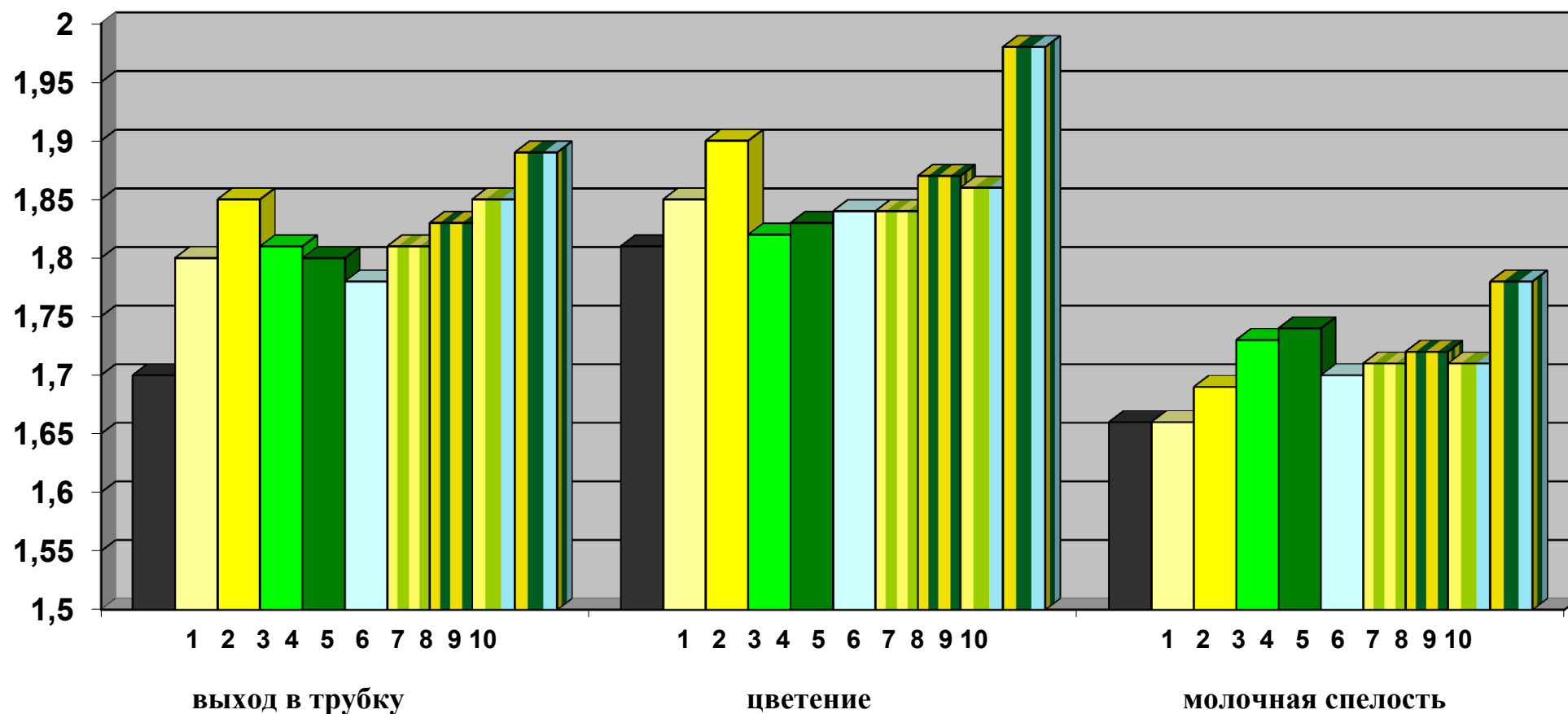


Рисунок 34 – Содержание меди (мг/кг) в озимой пшенице по фазам развития в результате последействия горных пород

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5

т/га+фосфогипс-12 т/га

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3

т/га+фосфогипс-12 т/га.

При совместном внесении горных пород наблюдалось дальнейшее увеличение исследуемой величины, при максимальных значениях 46,8% на 10-ом варианте.

В данном случае не трудно сделать заключение, что наибольшее влияние на содержание марганца в изучаемой культуре оказало внесение известняка-ракушечника. По всей видимости, это связано с его высоким валовым содержанием в породе.

Аналогичная закономерность была выявлена и в фазу цветения озимой пшеницы при несколько меньшем различии между вариантами. В фазу молочной спелости отмечено снижение содержания марганца в растениях изучаемой культуры по всем вариантам исследований при сохранении выявленной закономерности.

При изучении содержания меди была выявлена схожая картина с марганцем

При изучении содержания цинка в растениях озимой пшеницы выявлено, что наименьшие показатели имел контрольный вариант (8,8 мг/кг) (рисунок 35). При внесении известняка-ракушечника изучаемый показатель возрастал до 9,6 мг/кг или на 0,8 мг/кг при наименьшей существенной разнице 0,5 мг/кг. Такое различие можно считать достоверным. Близкие значения были получены при внесении фосфорсодержащей и серосодержащей пород. При совместном внесении горных пород выявлено увеличение изучаемого показателя. На варианте с максимальным внесением горных пород содержание цинка составило 11,6 мг/кг или на 2,8 мг/кг выше по сравнению с контролем.

В фазу цветения содержание элемента питания подчинялось выявленной закономерности в фазу выхода в трубку. То же самое происходит и в фазу молочной спелости. Можно только отметить постепенное снижение содержания цинка от фазы трубкования к фазе молочной спелости.

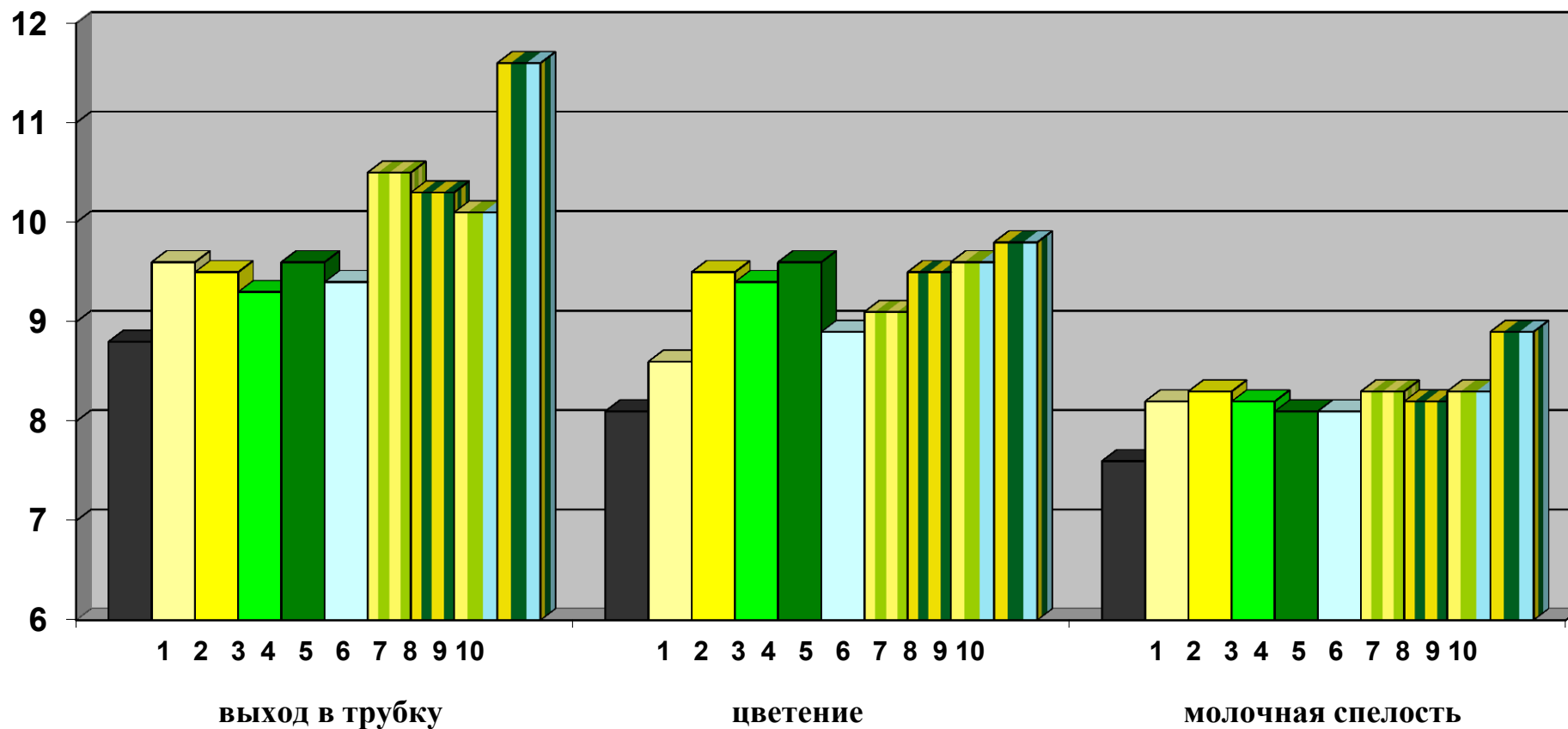


Рисунок 35 – Содержание цинка (мг/кг) в озимой пшенице по фазам развития в результате последействия горных пород

- |                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| 1-контроль                     | 5-апатит-3,0 т/га                             | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га  |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 6-фосфогипс-12 т/га                           | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га+фосфогипс-12 т/га. |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га |  |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га  |  |

При анализе содержания кобальта в озимой пшенице отметили влияние внесения горных пород на данный показатель. На контроле он был наименьшим и составлял 0,23 мг/кг. При НСР 0,03 мг/кг разницу можно считать достоверной на всех вариантах, кроме варианта с внесением апатита в дозе 1,5 т/га. Можно так же отметить наиболее высокое значение исследуемого показателя на 10-ом варианте (0,33 мг/кг) и значительную роль в этом показателе известняка-ракушечника (рисунок 36).

При сопоставлении данных содержание этого элемента питания в почве и в растениях можно выявить некоторые несоответствия. Увеличение его содержания в растениях на опытных вариантах по сравнению с контролем значительно меньше, чем в почве. В растениях различия составляли в среднем 18 – 20%, а в почве 12-33%.

В фазу цветения отмечались аналогичные изменения между вариантами как и в фазу трубкования. Не было значительной разницы и в абсолютных величинах.

Аналогичная зависимость была получена и фазу молочной спелости. Можно лишь отметить, что различия между опытными вариантами и контролем были менее значительными.

При изучении содержания молибдена так же было обнаружено, что контрольный вариант имел наименьшей показатель, который составлял 0,19 мг/кг в фазу выхода в трубку (рисунок 37). При внесении известняка-ракушечника исследуемый показатель возрос до 0,22-0,24 мг/кг. При внесении апатита и фосфогипса различия с контрольным вариантом были менее значительны в пределах 0,21-0,22 мг/кг. При совместном внесении мелиорантов увеличение было таким же, как и при внесении известняка-ракушечника. При максимальной дозе внесения всех горных пород увеличение составляло 0,08 мг/кг. Следовательно, наибольшее влияние на данный показатель оказывает внесение известняка-ракушечника. Как было приведено в главе 2 известняк-ракушечник содержит наибольшее количество валового молибдена по сравнению с другими горными породами.

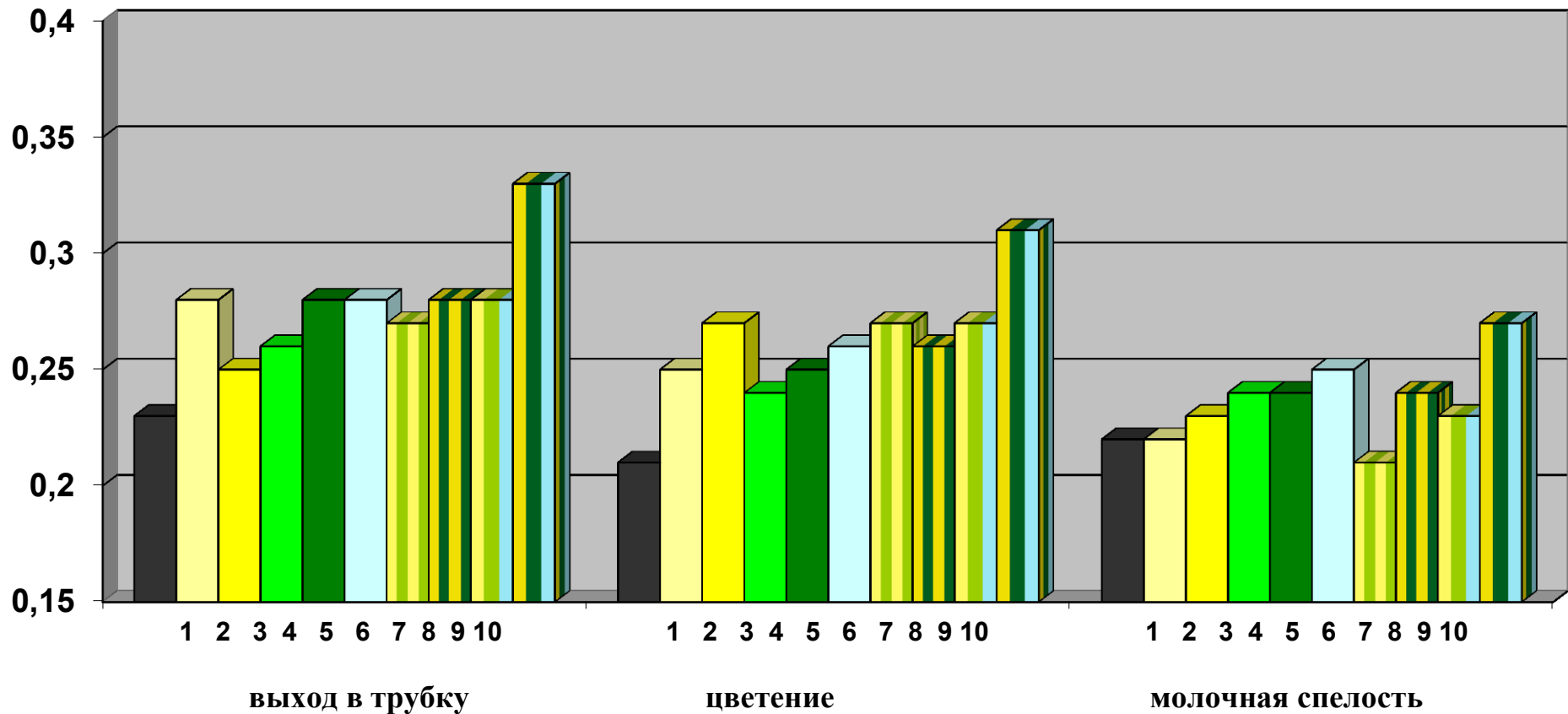


Рисунок 36 – Содержание кобальта (мг/кг) в озимой пшенице по фазам развития в результате последействия горных пород

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га+фосфогипс-12 т/га.

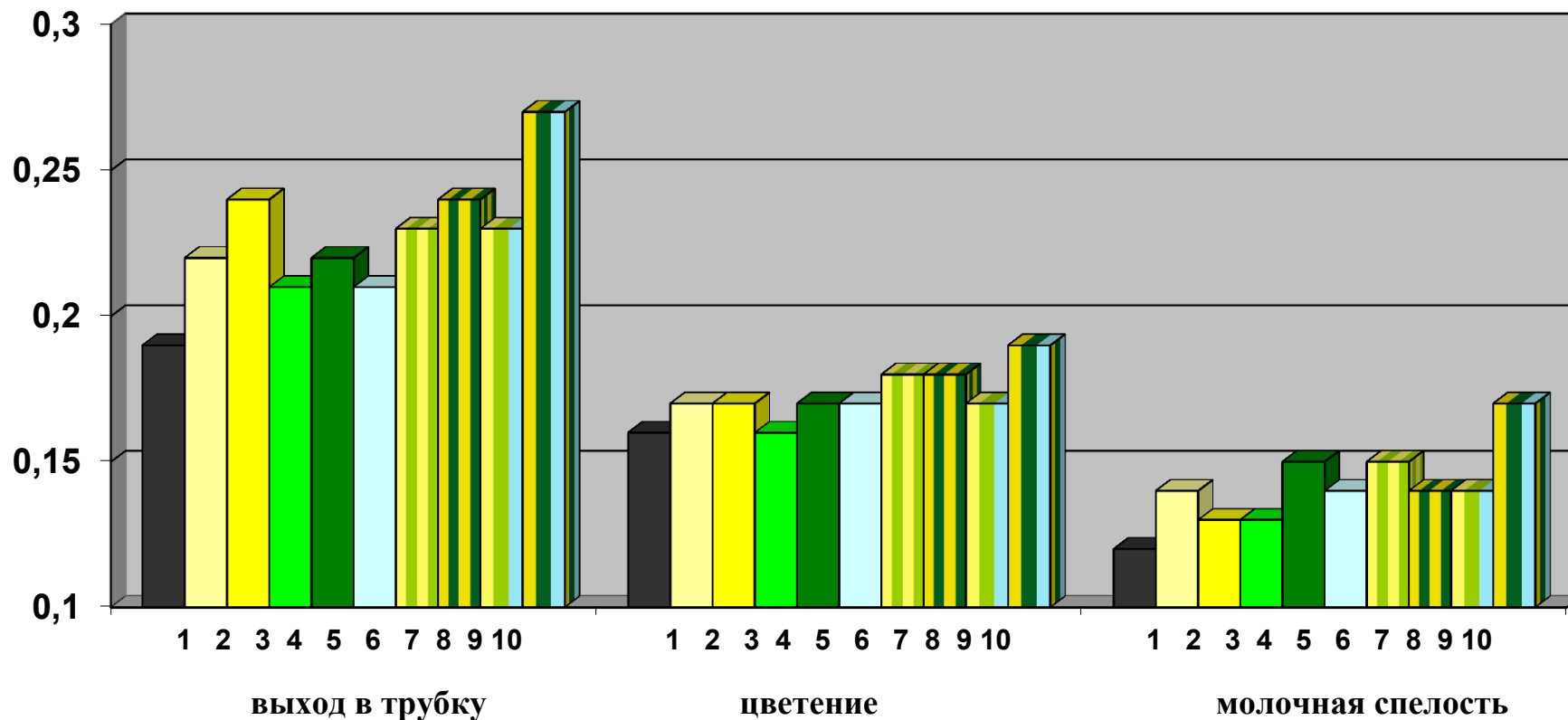


Рисунок 37– Содержание молибдена (мг/кг) в озимой пшенице по фазам развития в результате последействия горных пород

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3 т/га

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5

т/га+фосфогипс-12 т/га

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3

т/га+фосфогипс-12 т/га.



В фазу цветения сохраняется выявленная зависимость при общем снижении исследуемого показателя.

Аналогичная ситуация прослеживается и в фазу молочной спелости при меньшем различии между показателями изучаемых вариантов. Здесь так же обнаружены некоторые различия. В исследуемой почве, как было указано в главе 3, разница в содержании молибдена между контролем и последствием внесенных горных пород довольно значительны. Например, на варианте с применением известняка-ракушечника различия с контролем составляют более двух или трех раз по различным фазам вегетации. Разница в растениях озимой пшеницы составляет всего лишь от 20 до 30%.

## **5. СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННО-ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА И рН ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА В ЗАВИСИМОСТИ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

### **5.1 Химический состав почвенно-поглощающего комплекса**

Почвенно-поглощающий комплекс определяет запасы элементов питания в подвижных формах и обуславливает, таким образом, плодородие почв.

Физико-химические свойства определяются сорбцией элементов питания на поверхности коллоидной фракции, а так же внутри минералов в межкристаллическом пространстве. Во многом эти показатели определяются составом глинистых минералов и гранулометрическим составом почв. Соотношение между суммой обменных оснований и гидролитической кислотностью дает информацию о направленности почвообразования. Если в почвенно-поглощающем комплексе появляются протоны водорода, то это свидетельствует о старении почв и снижении уровня эффективного плодородия. При отсутствии гидролитической кислотности почва обладает высоким потенциалом плодородия. Состав обменных оснований и емкость катионного обмена зависят от условия эксплуатации почв.

В антропогенно-преобразованных угодьях возникает обеднение экосистемы за счет отчуждения элементов питания вместе с урожаем. Растения вынуждены активизировать выветривание минералов в условиях возникшего минерального голода. Это неизбежно будет сказываться на кислотно-щелочном потенциале и составе обменных оснований.

Как показали исследования состояния ППК сумма обменных оснований была наименьшей на контроле и составляла 24,2 мг – экв/100г (таблица 4). При внесении горных пород наблюдается увеличение исследуемого показателя, но незначительное. В составе обменных оснований наблюдается более существенные изменения.

Таблица 4– Состояние и химический состав ППК почвы в результате последействия горных пород

Варианта опыта	мг –экв./100				% от суммы				Σ мг - экв/100г	Н <sub>г</sub> мг - экв/100г
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>		
1 Контроль	21,1	2,7	0,20	0,20	87,2	11,1	0,8	0,8	24,20	4,80
2 Известняк-ракушечник 6 т/га	23,2	1,8	0,20	0,21	91,3	7,1	0,8	0,8	25,41	3,60
3 Известняк-ракушечник 12 т/га	23,8	1,7	0,17	0,22	92,1	6,6	0,7	0,9	25,85	3,15
4 Апатит 1,5 т/га	22,0	2,4	0,20	0,20	88,7	9,7	0,8	0,8	24,80	4,20
5 Апатит 3 т/га	22,1	2,4	0,20	0,20	88,8	9,6	0,8	0,8	24,90	4,10
6 Фосфогипс 12 т/га	22,6	2,2	0,20	0,20	88,8	8,7	0,8	0,8	25,20	4,00
7 Известняк-ракушечник 6 т/га+ апатит 1,5 т/га	22,4	2,3	0,22	0,20	89,1	9,2	0,9	0,8	25,12	4,05
8 Известняк-ракушечник 12 т/га + апатит 3 т/га	23,2	2,4	0,20	0,22	89,9	9,3	0,8	0,9	25,82	3,40
9 Известняк-ракушечник 6 т/га+ апатит 1,5 т/га,+фосфогипс 12 т/га	23,0	2,3	0,20	0,22	89,4	8,9	0,8	0,9	25,72	3,50
10 Известняк-ракушечник 12 т/га + апатит 3 т/га,+фосфогипс 12 т/га	23,3	2,2	0,20	0,23	89,9	8,5	0,8	0,9	25,93	3,05

Содержание обменного кальция было наименьшим на контроле и составляло 21,1 мг – экв/100г. При внесении известняка-ракушечника в дозах 6 и 12 т/га наблюдается достоверное увеличение изучаемой величины до 23,2–23,8 мг–экв/100г соответственно. При внесении апатита разница с контролем была не столь существенна. При совместном внесении горных пород наблюдается дальнейшее увеличение содержания обменного кальция, которое достигло наибольшего значения в 23,3 мг – экв/100г при внесении известняка – ракушечника 12 т/га, апатит 3 т/га и фосфогипса 12 т/га. Если обратить внимание на процентное содержание кальция от суммы обменных оснований то оно было наибольшим при внесении известняка-ракушечника (Калугин Д.В., В.С. Цховребов, В.В. Кукушкина, 2017).

При анализе содержания обменного магния была установлена обратная тенденция: его количество снижалось, от контроля к опытным вариантам особенно там, где вносили известняк-ракушечник. Следовательно, катионы кальция в почвенно–поглощающем комплексе замещаются на катионы магния.

При изучении содержания натрия в почвенно–поглощающем комплексе установили отсутствие достоверных изменений в этом показателе по всем вариантам опыта. Он находился на уровне 0,20-0,22 мг-экв./100г.

Аналогичная закономерность была обнаружена и в содержании обменного калия. Не было выявлено и различий в количестве натрия и калия между собой.

Внесение горных пород оказало определённое влияние на гидролитическую кислотность почв. На контроле этот показатель был наибольшим и равнялся 4,8 мг – экв./100г. При внесении известняка-ракушечника в дозе 6 т/га изучаемый показатель снижался до 3,6 м – экв/100г, а при внесении 12 т/га до 3,15 м – экв/100г. Этот эффект можно объяснить тем что в почвенно–поглощающий комплекс внедряется кальций и сама известковая порода имеет щелочную реакцию среды. Увеличение доли

кальция в ППК неизбежно сказывается на снижении гидролитической кислотности. Применение апатита и фосфогипса не столь существенно повлияло на исследуемый показатель. На этих вариантах он находится в пределах 4,10 – 4,20 м – экв/100г. При совместном внесении горных пород так же происходит снижение исследуемого показателя. Наименьшее значение он достиг на варианте с максимальными дозами горных пород и равен 3,05 мг – экв/100г (В.В. Кукушкина, Д.В. Калугин, А.М. Никифорова, 2018).

Следовательно, внесение богатых по содержанию кальция горных пород даст увеличение содержания кальция и в почвенно-поглощающем комплексе. В результате реакции замещения снижается содержание водорода. Этот показатель можно считать благоприятным при оценке уровня плодородия почв.

## 5.2 рН почвенного раствора

В процессе почвообразования черноземы выщелоченные теряют свободные карбонаты и испытывают подкисление почвенной среды. рН может опускаться до нейтральной, слабокислой и даже кислой реакции среды. Вакантные позиции в почвенно-поглощающем комплексе занимают протоны водорода, обуславливая гидролитическую кислотность. Этот признак свидетельствует о снижении плодородия почв и об их старении. Как показали исследования, кислотно-щелочной показатель на контроле был наиболее низким и составлял 5,9 единицы.

Внесение известняка – ракушечника в дозе 6 т/га увеличило исследуемый показатель до 6,6 единиц, а в дозе 12 т/га до 6,8 единицы. Таким образом, увеличение рН по сравнению с контролем составляет 0,9 единиц. Как известно известняк – ракушечник является богатой карбонатной осадочной горной породой и его рН находится в пределах 8,5 единиц. На наш

взгляд, это оказывается решающим фактором в снижении кислотности почвенной среды. Черноземы выщелоченные из разряда слабокислых переходят в разряд нейтральных почв (В. С. Цховребов [и др.] , 2017) .

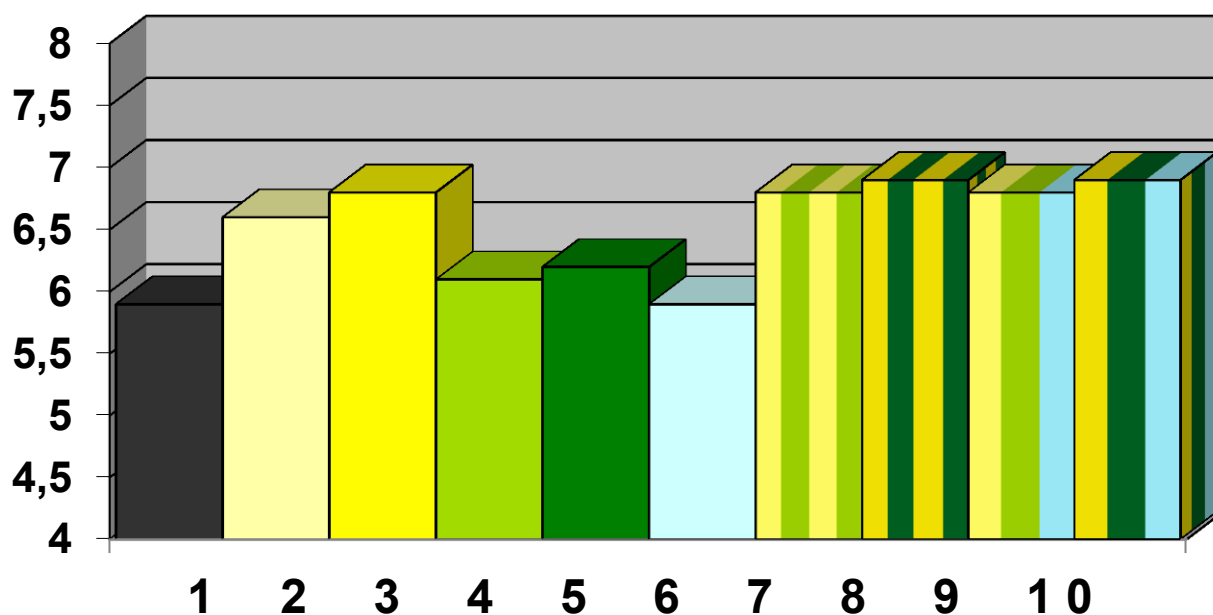


Рисунок 38 – Значение рН в зависимости от последействия горных пород под кукурузой

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га.

Применение апатита не оказало столь существенного эффекта, и рН находился в пределах 6,1–6,2 единиц. Применение фосфогипса не изменяло изучаемый показатель, и он находится на уровне контроля. Это происходит по причине изначально кислой реакции среды фосфогипса. Совместное применение горных пород увеличило рН до уровня варианта с внесением известняка – ракушечника 12 т/га, а при применении максимальных доз

горных пород на 10-ом варианте рН находился на уровне 6,9 единиц. Разница с контролем составила 1,0 единицу. Такие различия можно считать довольно существенными.

Таким образом, применение горных пород, кроме фосфогипса, способствует подщелачиванию почвенной среды. Этот показатель будет благоприятно влиять на состояние почв и продуктивность сельскохозяйственных культур.

## **6. ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ ОТ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

### **6.1 Количество аммонификаторов**

Почвенная микрофлора обуславливает процессы почвообразования. По мнению Вернадского (1928), без обитающих в почве существ не может быть почвы, «живое существо» способно само создавать почву.

Численность и активность микроорганизмов в почве сильно претерпевает сильные изменения в ходе сельскохозяйственного использования черноземов. Ассоциацию микробов необходимо рассматривать как подвижная составляющая часть почвы, доставляющая растениям микроэлементы в доступной для растений форме (Е.Н. Мишустин, 1987).

С остатками отмерших растений, животных и микроорганизмов в почву попадают белки. В процессе разрушения белков микроорганизмами освобождается азот в виде аммиака, это и есть аммонификация (О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко и др. 2005).

Аммонификаторы это микроорганизмы, которые в процессе своей жизнедеятельности минерализуют белки. Главным образом аммонификаторы накапливают аммоний, сульфатов и обеспечивают весь цикл азота в почве.

Нами были проведены исследования состояния почвенной микрофлоры в фазу цветения кукурузы. Установлено, что численность аммонификаторов на контроле составляла 36,8 млн.КОЕ/г (рисунок 39). Применение известняка-ракушечника в дозах 6 и 12 т/га увеличило численность изучаемой группы микроорганизмов по сравнению с контролем в 1,5 и 2,2 раза соответственно. Внесение апатита и фосфогипса существенно не повлияло на количество аммонификаторов. Совместное внесение горных пород оказало определённо существенное влияние на численность этой группы микроорганизмов, при этом увеличение составило от 1,6 до 2,6 раз.



Наибольшая разница отмечена по совместному внесению горных пород в максимальных дозах (Приложение 14).

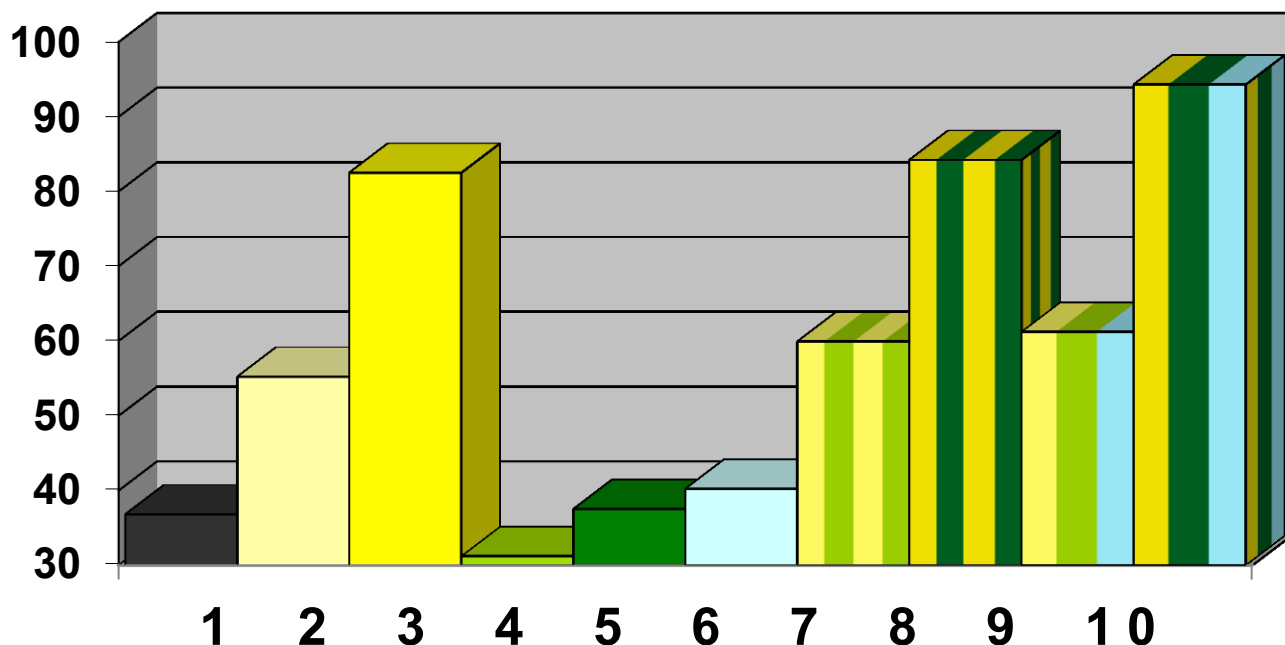


Рисунок 39 – Количество аммонификаторов в фазу цветения кукурузы в зависимости от последствий горных пород (млн.КОЕ/1г.)

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+  
фосфогипс-12 т/га.

Увеличение количества аммонификаторов обусловлено лучшими условиями для развития растений и ризосферной микрофлоры на вариантах реминерализации по сравнению с контролем.

## 6.2 Количество микроорганизмов преобразующих минеральные соединения азота

В аэробных условиях аммоний, образующийся в почве, подвергается нитрификации. Этот процесс идет в две стадии в начале до нитрита, а потом до нитрат-иона (О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко и др. 2005).

При исследовании численности микроорганизмов, преобразующих минеральные формы азота выявленная закономерность свойственная для аммонификаторов (рисунок 40).

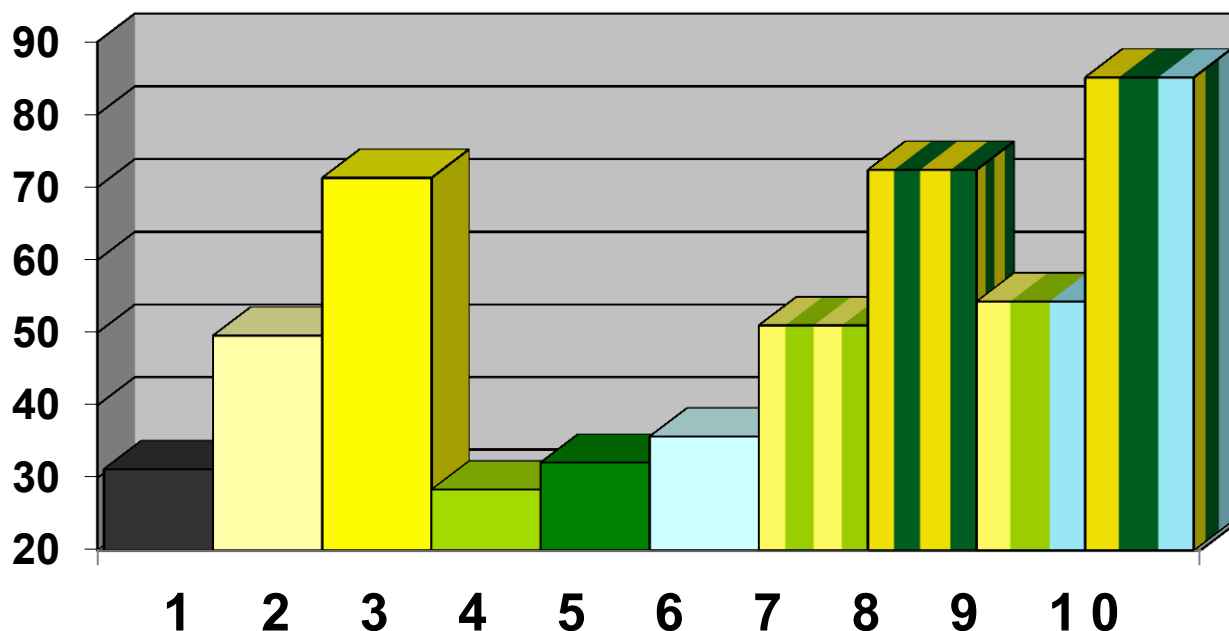


Рисунок 40 – Количество микроорганизмов преобразующих минеральные формы азота в фазу цветения кукурузы в зависимости от последствия горных пород (млн. КОЕ/1г.)

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                      |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                    |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |  |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |  |

Между почвенными микроорганизмами, участвующими в процессах аммонификации и нитрификации, существует тесная метабиотическая

взаимосвязь. В результате этой взаимосвязи прижизненные выделения аммонификаторов служат пищей для микроорганизмов, преобразующих минеральные формы азота. По этой причине изменения в численности нитрификаторов аналогичны изменению численности микроорганизмов, преобразующих органические формы азота.

В настоящее время известно, что многие свободноживущие бактерии могут фиксировать азот атмосферы. В условиях Центрального Предкавказья в почве наиболее распространен *Azotobacter chroococcum*.

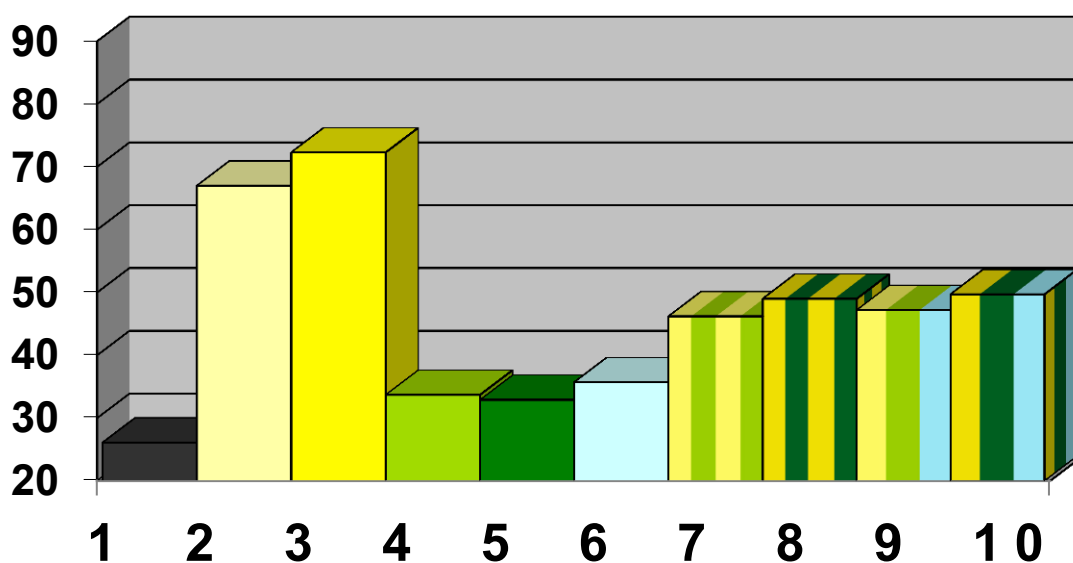


Рисунок 41 – Количество аэробных азотофиксаторов в фазу цветения кукурузы в зависимости от последствий горных пород (тыс. КОЕ/1г)

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                      |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                    |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |  |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |  |

Как показали исследования численность аэробных азотфиксаторов на контроле составляла 26,1 тыс.КОЕ/г (рисунок 41). При внесении известняка-ракушечника в дозах 6 и 12 т/га популяция этих микроорганизмов по сравнению с контролем увеличилась в 2,6 и 2,8 раза соответственно.

Внесение апатита в дозах 1,5 и 3 т/га и фосфогипса обеспечило незначительное увеличение количества данной группы микроорганизмов в 1,3-1,4 раза. При совместном внесении горных пород численность микроорганизмов рода *Azotobacter* увеличилась в 1,8-1,9 раз, особенно на варианте с внесением известняка-ракушечника - 12 т/га, апатита- 3,0 т/га и фосфогипса - 12 т/га.

### 6.3 Количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов

Целлюлоза представляет собой главный компонент растительных остатков. Её разрушает грибная и бактериальная микрофлора. Трансформация этой части микробиоты свидетельствует о существенных сдвигах в почвообразовании и питании растений.

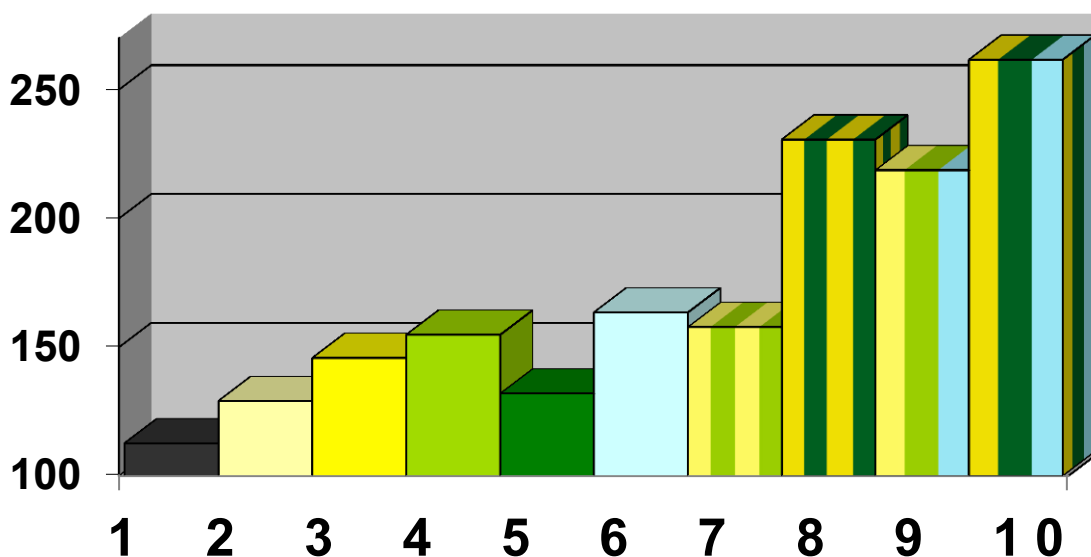


Рисунок 42 – Количество целлюлозоразлагающих микроорганизмов в фазу цветения кукурузы в зависимости от последействия горных пород (тыс. КОЕ/1г.)

1-контроль

2-известняк-ракушечник-6 т/га

3-известняк-ракушечник-12 т/га

4-апатит-1,5 т/га

5-апатит-3,0 т/га

6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га

8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.

9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+ фосфогипс-12 т/га.

10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ фосфогипс-12 т/га.

В результате проведённых исследований установлено, что на всех вариантах опыта количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов было выше, чем на контроле (рисунок 42). При этом наименьшая разница была выявлена при внесении известняка-ракушечника в дозах 6 и 12 т/га (в 1,1 и 1,3 раза соответственно) и апатита в дозах 1,5 и 3 т/га (в 1,4 и 1,2 раза соответственно). Внесение серосодержащей породы вызвало увеличение численности изучаемых микроорганизмов в 1,5 раза и составило 163,5 тыс.КОЕ/г.

Наибольшая численность целлюлозолитиков (261,6 тыс.КОЕ/г) была отмечена при совместном внесении горных пород в максимальных дозах.

Такая зависимость, на наш взгляд, объясняется более благоприятными условиями питания самих растений и увеличением содержания микроэлементов, среди которых наиболее решающую роль играет молибден. Он входит в состав фермента нитрогеназа и способствует активизации процессов азотфиксации.

#### **6.4 Количество микромицетов**

Огромное значение в разложении органических остатков имеют микроскопические грибы. Они неотъемлемая часть микробного ценоза почв, характеризуются невысокой численностью популяции, но довольно значительной биомассой. Их основной функцией является разложение органических остатков. Но по своей биомассе они превосходят все остальные группы почвенных микроорганизмов.

Как показали проведённые исследования, на контроле численность микромицетов была наименьшей и составляла 156,5 тыс.КОЕ/г почвы (рисунок 43). Внесение горных пород существенно повлияло на количество изучаемой группы микроорганизмов. При внесении известняка-ракушечника в дозах 6 и 12т/га происходило возрастание исследуемой величины в 1,4 и в

1,8 раза соответственно. При совместном внесении горных пород изучаемый показатель имел тенденцию к возрастанию. На 10-ом варианте численность микромицетов имела наибольшие значения, увеличилась в 2,4 раза и составила 371,6 тыс.КОЕ/г (Приложение 14).

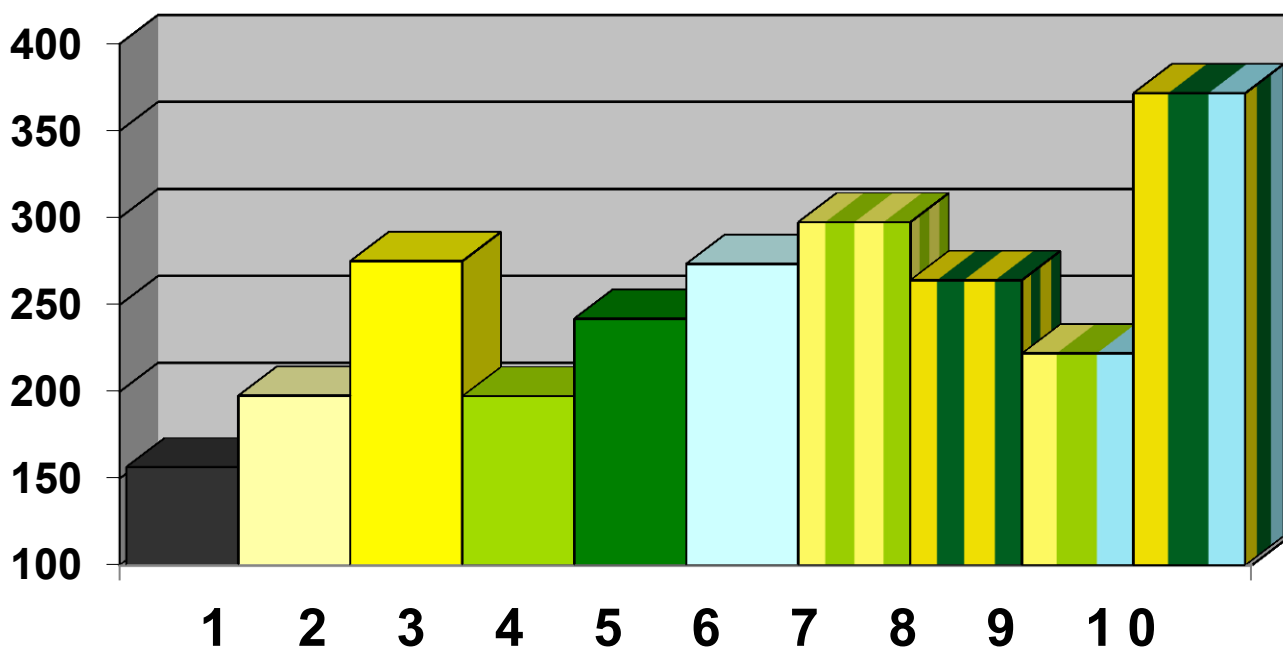


Рисунок 43 –Количество микроскопических грибов в фазу цветения кукурузы в зависимости от последействия горных пород (тыс. КОЕ/1г.)

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га    |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.  |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | фосфогипс-12 т/га.                               |
| 5-апатит-3,0 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ |
| 6-фосфогипс-12 т/га            | фосфогипс-12 т/га.                               |

Таким образом, в результате проведенных исследований было выявлено, что количество микроорганизмов исследуемых физиологических групп претерпело различные изменения на всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Внесение горных пород оказывает определённое влияние на увеличение численности почвенной микрофлоры.

Для определения оценки типичности и значимости вида мы рассчитали частоту встречаемости микроскопических грибов (таблица 5).

Установлено, что на контроле доминирующими видами со 100% встречаемостью являются микромицеты родов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Fusarium*. В остальных вариантах *Penicillium* является типичным частым, а *Aspergillus* и *Fusarium* на вариантах с совместным применением горных пород относят к типичным редким видам. Также на этих вариантах широко распространены роды *Absidia* и *Mortierella*, которые относятся к почвенным сапрофитам. Наименьшей встречаемостью на всех вариантах обладают микроорганизмы рода *Botrytis*.

Условно патогенные грибы родов *Alternaria*, *Stachybotrys* относят к случайным видам на вариантах с совместным применением горных пород, и к типичным редким, и типичным частым на остальных вариантах опыта и на контроле.

На контроле обнаружено наиболее высокая встречаемость таких патогенов как *Rhizopus* (60%), *Fusarium* (100%), *Botrytis* (20%), *Verticillium* (40%), *Alternaria* (40%), *Bipolaris* (40%). При внесении горных пород установили снижение встречаемости патогенов, а при совместном внесении мелиорантов они не обнаруживаются. Частота встречаемости таксинообразователей таких как *Aspergillus* и *Penicillium* достигает 100% на контроле и снижается на 20-40% особенно при совместном внесении горных пород. Частота встречаемости антагонистов патогенов возрастает на вариантах внесения горных пород, а количество остальных сапрофитов снижается.

Таблица 5 – Частота встречаемости микромицетов в посевах кукурузы на черноземе выщелоченном в зависимости от последействия горных пород, %

Вариант опыта	Патогены						Токсинообразователи		Остальные сапрофиты			Антагонисты патогенов			Индекс разнообразия по Шеннону
	Rhizopus	Fusarium	Botrytis	Verticillium	Alternaria	Bipolaris	Aspergillus	Penicillium	Cladosporium	Absidia	Mucor	Mortierella	Stachybotrys	Trichoderma	
1 Контроль	60	100	20	40	40	40	100	100	40	60	20	60	60	-	<b>0,94</b>
2 CaCO <sub>3</sub> 6 т/га	40	60	-	20	40	20	60	80	20	60	20	80	20	-	0,99
3 - CaCO <sub>3</sub> -12 т/га	20	60	-	20	40	20	60	60	20	80	-	80	20	-	1,09
4 Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·F- 1,5 т/га	-	80	20	-	60	40	80	80	-	60	-	60	40	-	1,42
5 Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·F - 3,0 т/га	-	80	-	-	60	20	60	80	20	60	40	60	40	-	1,48
6 CaSO <sub>4</sub> - 12 т/га	20	80	20	-	60	20	80	80	-	60	40	60	20	-	1,50
7 CaCO <sub>3</sub> - 6 т/га + Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·F - 1,5 т/га	-	60	-	-	60	20	60	60	-	80	-	80	20	20	1,77
8 CaCO <sub>3</sub> - 12 т/га+ Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·F - 3,0 т/га	-	40	-	-	40	-	40	60	-	80	-	80	20	20	1,83
9. CaCO <sub>3</sub> -6 т/га+ Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·F - 1,5 т/га+ CaSO <sub>4</sub> - 12 т/га	-	40	-	-	20	-	40	60	-	100	-	80	20	20	<b>2,06</b>
10 CaCO <sub>3</sub> - 12 т/га+ Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·F - 3,0 т/га+ CaSO <sub>4</sub> - 12 т/га	-	40	-	-	20	-	40	60	-	100	-	80	20	20	<b>2,11</b>



Обилие микромицетов по индексу Шеннона считается бедным на контроле (0,94) и богатым при совместном внесении горных пород (2,11).

Следует обратить внимание, что грибы-антагонисты различных патогенов рода *Trichoderma* не обнаружены на контроле и вариантах с отдельным применением горных пород и встречаются на вариантах с совместным их внесением.



Контроль



Фосфогипс 12т/га

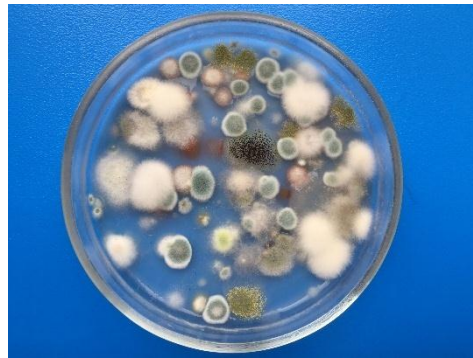
Известняк-ракушечник 12 т/га,  
апатит 3 т/га, фосфогипс 12 т/га

Рисунок 44 – Разнообразие грибной микрофлоры в зависимости от последствий горных пород

Анализ полученных данных показал, что на контроле и вариантах с отдельным применением горных пород доминирующим видом является *Penicillium*. Микромицеты родов *Aspergillus* и *Fusarium* относят к типичным видам. Грибное сообщество, хотя и представлено значительным количеством родов, здесь не выравнено. При трех преобладающих видах микроорганизмов, остальные обнаруженные микробы относятся к редким видам (рисунок 44).

На вариантах с совместным внесением горных пород выделены в основном типичные виды. Сообщество выравненное, а, следовательно, более экологически устойчивое. Соотношение численности и обилия видов определяют степень разнообразия микрофлоры, которая выражается через индекс разнообразия по Шенонну.

Установлено что на контроле и варианте с применением известняка-ракушечника в дозе 6т/га сообщества бедные с индексом разнообразия меньше 1, а на вариантах с совместным применением горных пород при индексе 2 и более - богатые.

Таким образом, установлено существенное снижение пределов варьирования коэффициента разнообразия микромицетов по Шеннону на контроле и вариантах с внесением известняка-ракушечника по сравнению с остальными вариантами опыта, соответственно с 0,94–1,09 до 1,42–2,11, что свидетельствует о лучшей экологической устойчивости почвенной системы при внесении большинства горных пород.

## **7. УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СВЯЗИ С ПОСЛЕДЕЙСТВИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД**

### **7.1 Урожайность сельскохозяйственных культур**

В первый год исследований высевалась озимая пшеница. Последействие горных пород значительным образом повлияло на урожайность этой культуры. Установлено, что на контроле урожайность была наименьшей и составила 4,59 т/га. Применение известняка-ракушечника в дозах 6 т/га привело к увеличению исследуемого показателя на 0,27т/га, а применение этой горной породы в дозе 12 т/га – на 0,32т/га. Апатитовый концентрат в дозах 1,5 т/га повысил урожайность озимой пшеницы на 0,23т/га, а в дозе 3 т/га - на 0,36 т/га. Внесение фосфогипса менее значительно повлияло на изучаемую величину. Урожайность озимой пшеницы возросла всего на 0,14т/га. Наиболее высокая урожайность сельскохозяйственной культуры получена при совместном последействии различных горных пород. Отличие от контроля составляет в среднем от 0,27 до 0,36 т/га (В. С. Цховребов [и др.], 2017) . Внесение всех горных пород в максимальных дозах увеличило урожайность озимой пшеницы на 0,36 т/га (Приложение 15).

Горные породы оказали влияние и на урожайность подсолнечника. Наименьший сбор маслосемян был на контроле и составил 2,35 т/га. Применение известняка-ракушечника в дозах 6 т/га увеличило урожайность подсолнечника на 0,18 т/га, а при внесении 12 т/га - на 0,19 т/га. Внесение фосфогипса в дозе 12 т/га не оказало существенного влияния на исследуемый показатель. Апатит в дозах 1,5 т/га и 3 т/га повысил урожайность подсолнечника на 0,18 т/га и 0,20 т/га соответственно. Исследуемая величина выросла на 0,17 т/га или 7,2 % по сравнению с контролем на варианте с применением фосфогипса.

Таблица 6 – Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от последствий горных пород

Варианты опыта	Озимая пшеница			Подсолнечник			Кукуруза		
	Урожайность т/га	Прибавка		Урожайность т/га	Прибавка		Урожайность т/га	Прибавка	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
1 Контроль	4,39	-	-	2,35	-	-	4,19	-	-
2. Известняк.-ракушечник 6 т/га	4,86	0,27	5,9	2,53	0,18	7,7	4,36	0,17	4,11
3 Известняк.-ракушечник. 12 т/га	4,91	0,32	7,0	2,54	0,19	8,0	4,44	0,25	5,94
4 Апатит 1,5 т/га	4,82	0,23	5,0	2,53	0,18	7,7	4,46	0,27	6,40
5 Апатит 3 т/га	4,95	0,36	7,8	2,55	0,20	8,5	4,55	0,36	8,68
6 Фосфогипс.. 12 т/га	4,73	0,14	3,0	2,52	0,17	7,2	4,59	0,40	9,59
7 Известняк.-ракушечник. 6 т/га+ апатит 1,5 т/га	4,86	0,27	5,9	2,58	0,23	9,7	4,86	0,67	16,00
8 Известняк.-ракушечник. 12 т/га + апатит 3 т/га	4,90	0,31	6,8	2,59	0,24	10,2	4,94	0,75	17,81
9 Известняк.-ракушечник. 6 т/га+ фосфогипс.. 12 т/га	4,83	0,24	5,2	2,60	0,25	10,6	4,86	0,67	15,98
10 Известняк.-ракушечник.12 т/га + апатит 3 т/га+ фосфогипс. 12 т/га	5,15	0,36	7,8	2,65	0,30	12,7	5,01	0,82	19,63
<b>НСР<sub>05</sub>т/га</b>		0,18			0,12			0,21	

На варианте с совместным применением известняка-ракушечника 6 т/га и фосфогипса 12 т/га прибавка к контролю составила 0,23 т/га. Наибольшая урожайность была на варианте с максимальными дозами внесения всех горных пород и увеличение составляло 0,30 т/га по сравнению с контролем.

Применение различных горных пород оказало влияние на урожайность кукурузы. Меньше всего сбор этой культуры был на контроле и составил 4,19 т/га.

Применение известняка-ракушечника в дозах 6 т/га и 12 т/га увеличило урожайность кукурузы на 0,17 т/га и 0,25 т/га соответственно. Внесение фосфогипса в дозе 12 т/га увеличило исследуемый показатель на 0,40 т/га. Внесение апатит в дозах 1,5 т/га и 3 т/га повысило изучаемый показатель на 0,27 т/га и 0,36 т/га соответственно.

Совместное внесение применяемых горных пород на увеличило урожайность на 0,82 т/га или на 19,63%. Таким образом, на варианте с последствием известняка-ракушечника 12 т/га + апатита 3 т/га + фосфогипса 12 т/га выявлена самая высокая прибавка.

## **7.2. Качество сельскохозяйственных культур**

Класс зерна озимой пшеницы, следовательно, и закупочная стоимость, определяется по качеству зерна. Качество зерна определяются по запаху, цвету, типовому составу, массовой доле клейковины, качества клейковины, стекловидности, наличие примесей и проросших зерен.

Наиболее важными показателями качества является содержание клейковины, которое выражено в отношении сырой клейковины к суммарному белку. От показателей клейковины зависят хлебопекарные свойства муки. Зерно высшего класса 36% клейковины, первого 32%, второго 28%, третьего 23% и четвертого 18%.

На ряду, с содержанием клейковины в озимой пшеницы большую роль так же играет и индекс деформации клейковины. Этот показатель может варьировать от 45 и до 85 единиц, для получения муки хорошего качества. По стекловидность судят о содержании белка в зерне. В зависимости от условий выращивания может резко меняться даже в одном и том же сорте.

Как показали исследования качества озимой пшеницы содержание клейковины было наименьшим на контроле и составляло 20,3% (рисунок 45).

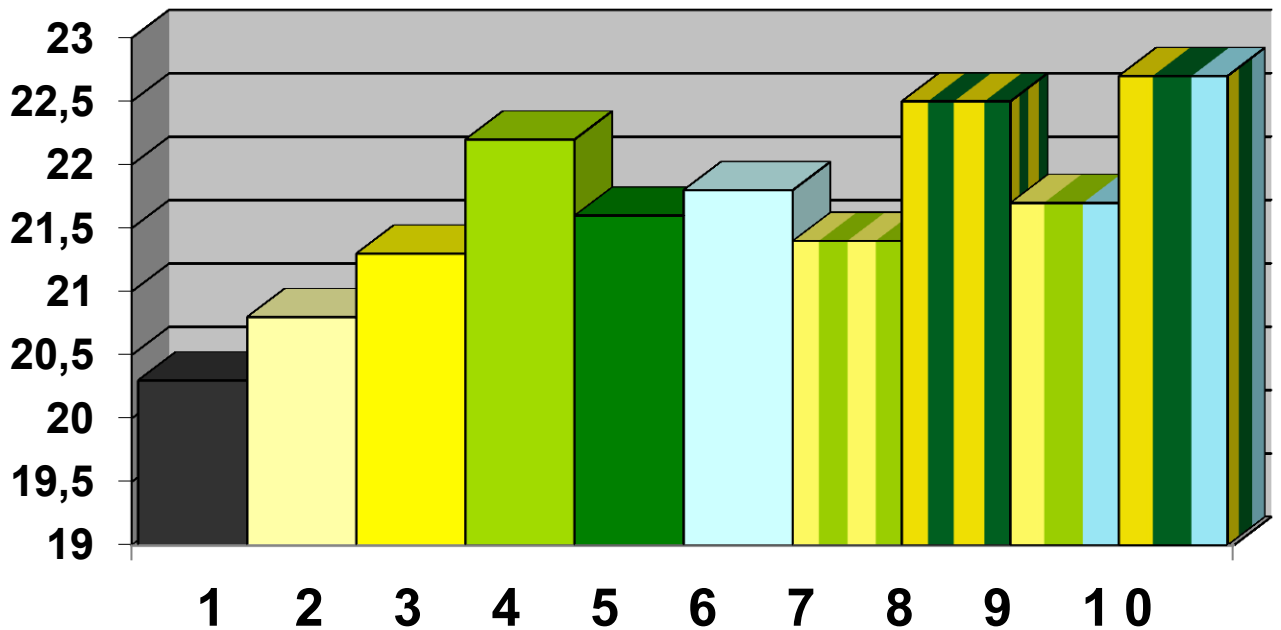


Рисунок 45 –Содержание клейковины (%) в зерне озимой пшеницы в зависимости от последействия горных пород

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                       |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                     |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+ фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |   |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |   |

Внесение известняка – ракушечника в дозе 6 т/га увеличило исследуемый показатель всего на 0,5%. Такое увеличение можно считать недостоверным так как наименьшая существенная разница находится на уровне 0,5%. На всех остальных вариантах опыта увеличение исследуемого показателя можно считать существенным, которое слабо различается между

вариантами внесения горных пород. Тем не менее, наиболее высокие значения отмечены в результате применения апатита и при совместном внесении горных пород.

По исследуемым показателям все зерно относится к четвертому классу и только на варианте с последствием известняка-ракушечника 12 т/га + апатита 3 т/га + фосфогипса 12 т/га оно приближено к третьему классу.

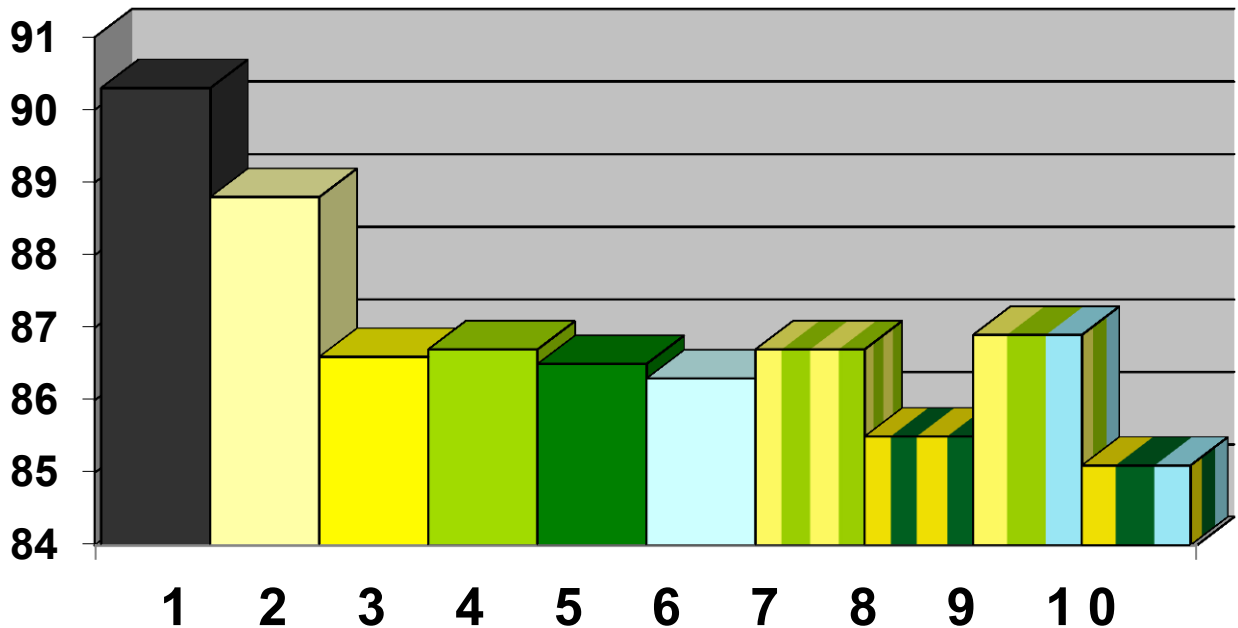


Рисунок 46 – Индекс деформации клейковины озимой пшеницы в зависимости от последствия горных пород (ед.)

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                      |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                    |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |  |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |  |

Индекс деформации клейковины считается одним из основных показателей при оценке хлебопекарных качеств муки пшеницы. В результате исследований выявлено, что наиболее высокие показатели индекса деформации клейковины были на контроле и составляли 90,3 единицы (рисунок 46). При внесении известняка – ракушечника происходит снижение исследуемого показателя и особенно на варианте с внесением данной горной

породы в дозе 12 т/га. Здесь этот показатель составляет 86,6 единиц, что ниже контроля на 3,7 единицы. При применении апатита происходит дальнейшее снижение исследуемого показателя.

В результате совместного применения горных пород индекс деформации клейковины имел более низкое значение и особенно на варианте с последствием известняка-ракушечника 12 т/га + апатита 3 т/га + фосфогипса 12 т/га., где он составлял 85,1 единицы, что ниже контроля на 5,2 единицы. Такое снижение считается существенным и благоприятным для хлебопекарных качеств озимой пшеницы.

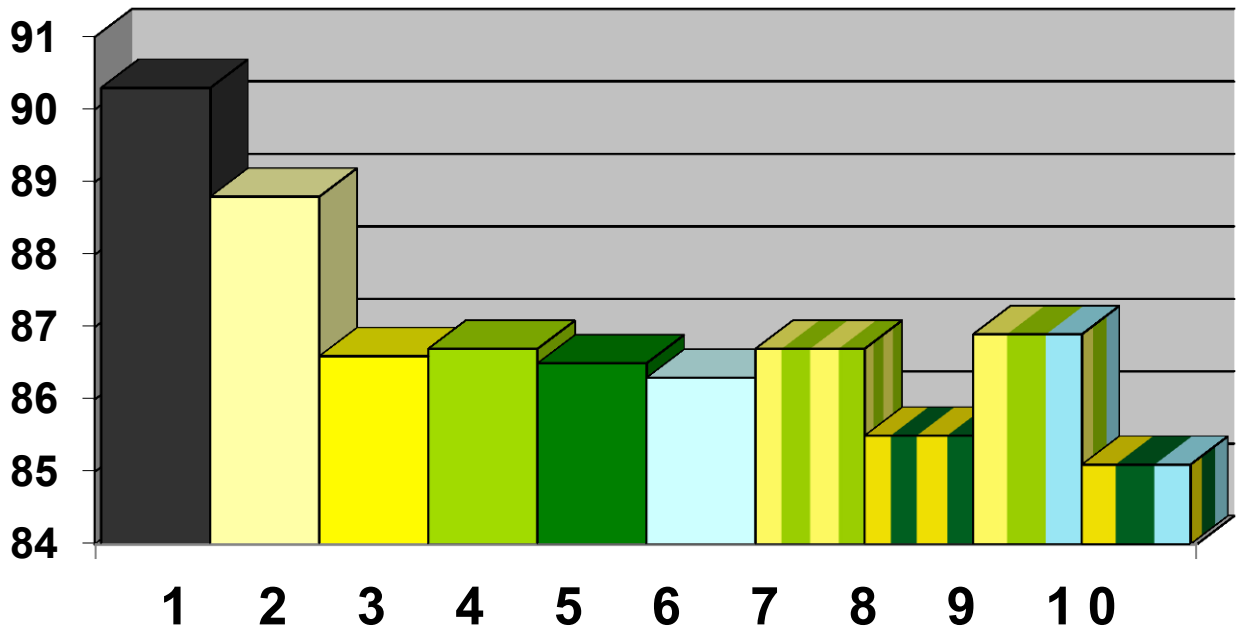


Рисунок 47 – Стекловидность (%) озимой пшеницы в зависимости от последствия горных пород

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га    |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.  |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | фосфогипс-12 т/га.                               |
| 5-апатит-3,0 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+ |
| 6-фосфогипс-12 т/га            | фосфогипс-12 т/га.                               |

При определении стекловидности зерна озимой пшеницы выявили, что она была самой низкой на контроле и составляла 45,0% (рисунок 47). Применение известняка-ракушечника более чем на 5% увеличило



исследуемый показатель. Аналогичное увеличение отмечено при применении апатита и фосфогипса. При совместном применении горных пород увеличение данного показателя было более значительным и на девятом и десятом вариантах составило 53%, что выше по сравнению с контролем на 8%.

Данный показатель свидетельствует об относительно высоком качестве пшеницы, которое соответствует не четвертому, а третьему классу.

В результате проведенных исследований качества маслосемян подсолнечника установлено, что наименьший показатель масличности был на контрольном варианте и составлял 41,1% (рисунок 48).

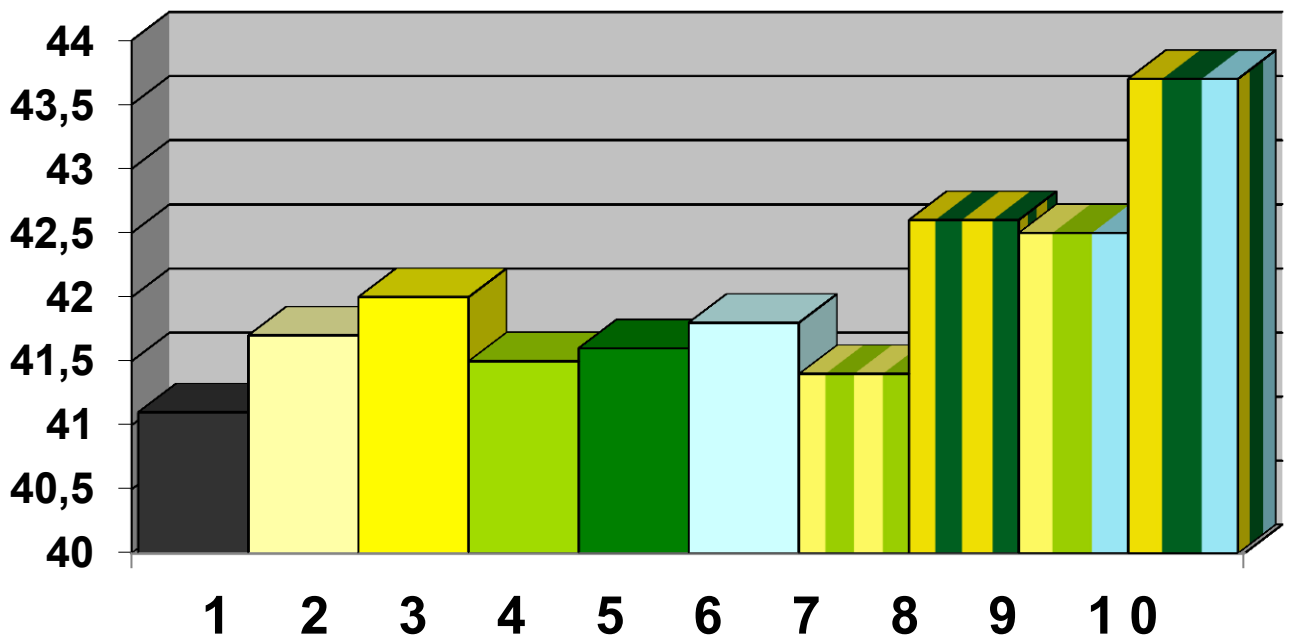


Рисунок 48 – Масличность подсолнечника в зависимости от последствий горных пород (%)

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1-контроль                     | 7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га                          |
| 2-известняк-ракушечник-6 т/га  | 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.                        |
| 3-известняк-ракушечник-12 т/га | 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+<br>фосфогипс-12 т/га.   |
| 4-апатит-1,5 т/га              | 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+<br>фосфогипс-12 т/га. |
| 5-апатит-3,0 т/га              |  |
| 6-фосфогипс-12 т/га            |  |

На вариантах с применением горных пород исследуемый показатель имел тенденцию к возрастанию, но довольно незначительную. Можно

считать, что достоверные различия с контролем были только на вариантах с совместным последствием горных пород известняка-ракушечника 12 т/га + апатит 3 т/га, известняка-ракушечника 6 т/га + фосфогипса 12 т/га и известняка-ракушечника 12 т/га + апатита 3 т/га + фосфогипса 12 т/га. На остальных вариантах опыта этот показатель был на уровне ошибки эксперимента. Следовательно, на 11-тый год последствия вносимых горных пород масличность подсолнечника не зависела от количества раздельно внесенных горных пород.

Содержание крахмала является одним из показателей качества зерна кукурузы. Как показали исследования, на контрольном варианте исследуемая величина составляла 64% (рисунок 49).

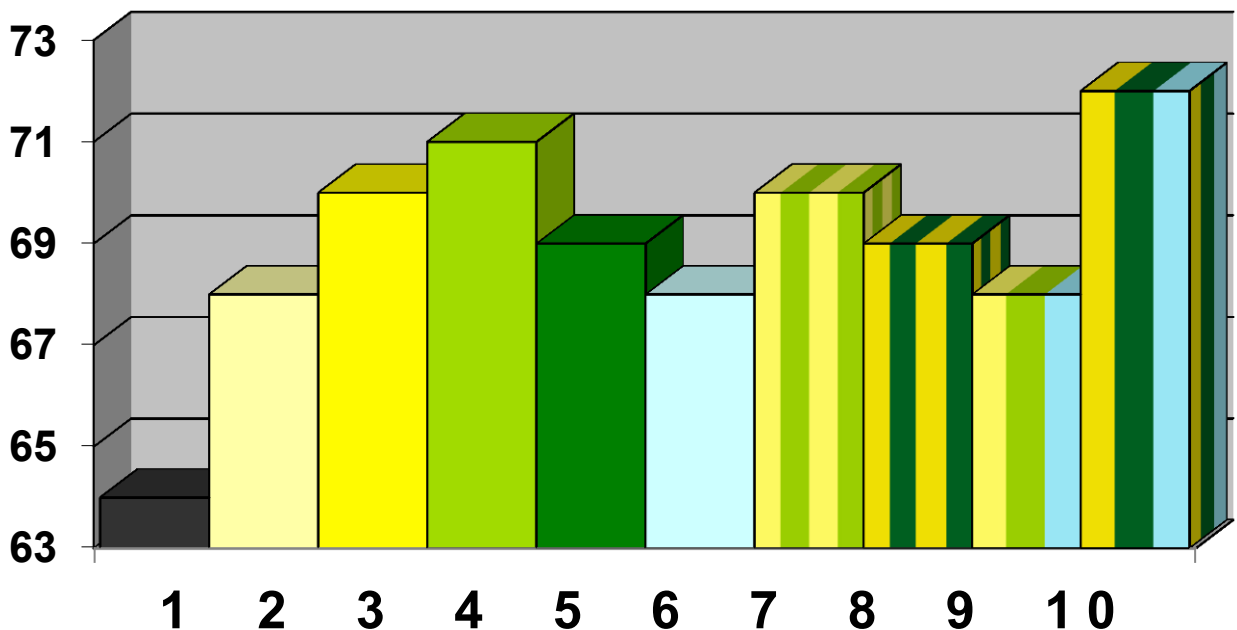


Рисунок 49 – Содержание крахмала в зерне кукурузы в зависимости от внесения горных пород (%)

1-контроль  
 2-известняк-ракушечник-6 т/га  
 3-известняк-ракушечник-12 т/га  
 4-апатит-1,5 т/га  
 5-апатит-3,0 т/га  
 6-фосфогипс-12 т/га

7-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га  
 8-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га.  
 9-известняк-ракушечник-6 т/га+апатит-1,5 т/га+  
 фосфогипс-12 т/га.  
 10-известняк-ракушечник-12 т/га+апатит-3,0 т/га+  
 фосфогипс-12 т/га.

При внесении известняка – ракушечника в дозе 6 и 12 т/га этот показатель возрастал до 68 и 70% или на 4 и 6% соответственно. При внесении апатита и фосфогипса изменения в показателе было аналогичным действию известняка – ракушечника. Наиболее высокое значение исследуемой величины было на варианте с максимальным внесением горных пород составляло 72%, что больше контроля на 8%. Возрастание содержания крахмала на опытных вариантах нельзя считать существенным, но однако, достоверным по отношению к контролю. Следовательно, применение горных пород влияет на качество зерна кукурузы.

## **8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

Основными показателями экономической эффективности применения мелиорантов под сельскохозяйственные культуры звена севооборота считаются урожайность, стоимость валовой продукции, затраты труда на 1 га и на 1 т продукции, ее себестоимость, прибыль и уровень рентабельности.

Период проведения исследований характеризовался нестабильной экономической ситуацией в стране и мире, резкими скачками закупочных цен на сельскохозяйственную продукцию и постоянным ростом стоимости продукции. С этой целью нами были взяты цены сельскохозяйственной продукции на 2018 год.

Для более точной оценки необходим расчет экономической эффективности за период последствия внесенных мелиорантов, который включает 10 летний период. С учетом этого производственные затраты на внесение мелиорантов распределялись с учетом сельскохозяйственных культур севооборота, выращиваемых на протяжении 10 лет.

Расчеты экономической эффективности возделывания озимой пшеницы показали, что наименьший уровень рентабельности был на контроле (96,4 %). Применение горных пород повысило этот показатель, как при отдельном, так и при совместном внесении (таблица 8). Лучшим вариантом стало совместное внесение максимальных доз горных пород (105,5%). Прибыль была также наибольшей на этом варианте.

Самый низкий уровень рентабельности при производстве подсолнечника был на контроле и составлял 106,2%. Этот показатель увеличивался на всех вариантах опыта. Наиболее высоким этот показатель был на варианте с последствием известняка-ракушечника 12 т/га + апатита 3 т/га+ фосфогипса 12 т/га и составлял 132,2% (таблица 9).

Таблица 7 – Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от последствий горных пород

Показатели	Варианты опыта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Урожайность с 1 га, т	4,39	4,86	4,91	4,82	4,95	4,73	4,86	4,90	4,83	5,15
Цена, за 1 т, руб.	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	11000,0	10000,0	10000,0	11000,0	10000,0	11000,0
Выручка от реализации с 1 га, руб.	43900,0	48600,0	49100,0	48200,0	54450,0	47300,0	48600,0	53900,0	48300,0	56650,0
Затраты труда на 1 га, чел.-ч.	11,6	12,0	12,0	12,0	12,0	11,7	12,0	12,0	12,0	12,1
Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	2,6	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4
Производственные затраты на 1 га, руб.	23245,8	23868,4	24037,9	23838,9	24047,5	23694,1	24020,0	24352,8	24092,7	24420,2
Себестоимость 1 т продукции, руб.	5295,2	4911,2	4895,7	4945,8	4858,1	5009,3	4942,4	4969,9	4988,1	4741,8
Прибыль на 1 га, руб.	20654,2	24731,6	25062,1	24361,1	30402,5	23605,9	24580,0	29547,2	24207,3	32229,8
Уровень рентабельности, %	88,9	103,6	104,3	102,2	126,4	99,6	102,3	121,3	100,5	132,0

Условные обозначения: 1 Контроль; 2 Известняк-ракушечник- 6 т/га; 3 Известняк-ракушечник- 12 т/га; 4 Апатит- 1,5 т/га; 5 Апатит- 3,0 т/га; 6 Фосфогипс- 12 т/га; 7 Известняк-ракушечник- 6 т/га + апатит- 1,5 т/га; 8 Известняк-ракушечник- 12 т/га+апатит- 3,0 т/га; 9 Известняк-ракушечник- 6 т/га+апатит- 1,5 т/га+гипс- 12 т/га; 10 Известняк-ракушечник- 12 т/га+апатит- 3,0 т/га+гипс- 12 т/га.

Таблица 8 – Экономическая эффективность возделывания подсолнечника в зависимости от последствий горных пород

Показатели	Варианты опыта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Урожайность с 1 га, т	2,35	2,53	2,54	2,53	2,55	2,52	2,58	2,59	2,60	2,65
Цена, за 1 т, руб.	20000,0	20000,0	20000,0	20000,0	20000,0	20000,0	20000,0	20000,0	20000,0	20000,0
Выручка от реализации с 1 га, руб.	47000,0	50600,0	50800,0	50600,0	51000,0	50400,0	51600,0	51800,0	52000,0	53000,0
Затраты труда на 1 га, чел.-ч.	10,0	10,2	10,2	10,2	10,2	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	4,3	4,1	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9
Производственные затраты на 1 га, руб.	22788,0	23144,7	23249,3	23065,6	23110,9	23190,3	23201,6	23359,7	23212,9	22828,8
Себестоимость 1 т продукции, руб.	9697,0	9148,1	9153,3	9116,9	9063,1	9202,5	8992,9	9019,2	8928,1	8614,7
Прибыль на 1 га, руб.	24212,0	27455,3	27550,7	27534,4	27889,1	27209,7	28398,4	28440,3	28787,1	30171,2
Уровень рентабельности, %	106,2	118,6	118,5	119,4	120,7	117,3	122,4	121,7	124,0	132,2

Условные обозначения как в таблице 8

Таблица 9 – Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зерно в зависимости от последствий горных пород

Показатели	Варианты опыта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Урожайность с 1 га, т	4,19	4,36	4,44	4,46	4,55	4,59	4,86	4,94	4,86	5,01
Цена, за 1 т, руб.	9000,0	9000,0	9000,0	9000,0	9000,0	9000,0	9000,0	9000,0	9000,0	9000,0
Выручка от реализации с 1 га, руб.	37710,0	39240,0	39960,0	40140,0	40950,0	41310,0	43740,0	44460,0	43740,0	45090,0
Затраты труда на 1 га, чел.-ч.	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5
Производственные затраты на 1 га, руб.	21034,6	21255,0	21398,7	21209,8	21277,8	21382,3	21461,7	21642,9	21574,3	21788,6
Себестоимость 1 т продукции, руб.	5020,2	4875,0	4819,5	4755,6	4676,4	4658,5	4416,0	4381,2	4439,2	4349,0
Прибыль на 1 га, руб.	16675,4	17985,0	18561,3	18930,2	19672,2	19927,7	22278,3	22817,1	22165,7	23301,4
Уровень рентабельности, %	79,3	84,6	86,7	89,3	92,5	93,2	103,8	105,4	102,7	106,9

Условные обозначения как в таблице 8

Ему соответствовала и самая высокая прибыль. Результаты обработки экономической эффективности показали возрастание рентабельности относительно контроля и при возделывании кукурузы на зерно. Наименьшей она была при внесении известняка-ракушечника в дозе 6 т/га и составила 84,6% по сравнению с 79,3% на контроле. Наибольшее увеличение этого показателя отмечалось при совместном внесении всех мелиорантов и составила 106,9%. Прибыль по вариантам опыта возрастала в соответствии с рентабельностью.

Таким образом, можно заключить, что последствие горных пород повысило рентабельность и прибыль по всем вариантам опыта, но наиболее эффективным был вариант с применением известняка-ракушечника – 12т/га+апатита-3т/га+фосфогипса-12т/га.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последствие горных пород (известняка-ракушечника, апатита и фосфогипса) как раздельное, так и совместное привело к увеличению содержания подвижных форм фосфора в почве под озимой пшеницей, подсолнечником и кукурузой в среднем на 5-7 мг/кг. Содержание подвижной серы возрастало на вариантах опыта, как с раздельным, так и с совместным применением фосфогипса и изменяло обеспеченность почв от низкой до средней.

Содержание бора слабо изменялось по вариантам опыта и находится в пределах 1,2-1,3 мг/кг. Применение горных пород и особенно совместное увеличивало содержание марганца под всеми культурами и почвы из разряда с низкой обеспеченностью переходили в разряд средней по этому показателю. Аналогичные изменения были характерны и для содержания подвижной меди и цинка.

На содержание подвижного кобальта оказало влияние последствие всех мелиорантов, но наибольшие значения были при применении известняка – ракушечника и совместном внесении горных пород (0,045-контрольный вариант; 0,07мг/кг-известняк-ракушечник-12т/га+apatит-3т/га+фосфогипс-12 т/га) под озимой пшеницей. Аналогичные результаты получены под подсолнечником и под кукурузой.

Наибольшее влияние последствие горных пород оказали на содержание подвижного молибдена, которое составляло под озимой пшеницей 0,028 мг/кг на контрольном варианте и увеличивалось в 1,9- 2,6 раз относительно контроля.

Применение горных пород 12 лет назад обеспечило увеличение содержания азота в растениях озимой пшеницы в среднем на 0,45% в фазу выхода в трубку, на 0,27% в фазу цветения и на 0,36% в фазу молочной спелости. Содержание фосфора увеличилось на 0,11% по сравнению с контролем в фазу выхода в трубку, на 0,9% в фазу цветения и на 0,03% в фазу молочной спелости.

Последствие горных пород не оказало влияние на содержание бора в растениях. Содержание марганца возрастало по сравнению с контролем на 20-30% и более всего на варианте с применением известняка–ракушечника в дозе 12 т/га и совместном внесении горных пород в максимальной дозе. Аналогичные изменения претерпевает и содержание подвижного цинка, меди кобальта и молибдена.

В составе ППК на вариантах реминерализации незначительно возрастало содержание обменного кальция (на 1-2 мг – экв./100г) по сравнению с контролем. Количество обменного натрия и калия находилось в пределах 0,20-0,22 мг-экв/100г. Гидролитическая кислотность на контроле составляла 4,8 мг-экв/100г и снижалось при последствии известняка-ракушечника в дозе 12 т/га на 1,65 мг-экв/100г и совместном применении пород – на 1,75мг-экв/100г. На контроле значения рН составляли 5,9 и возрастали до 6,6-6,9 на вариантах опыта.

Количество аммонификаторов на контроле 37 млн.КОЕ/1г, увеличивалось в 1,3-1,5 раза при отдельном применении и в 2,5-3 раза на вариантах с совместным применением горных пород. Аналогичные изменения наблюдались и в отношении количества нитрификаторов и аэробных азотфиксаторов рода *Azotobacter*. Количество циолитозоразрушающих микроорганизмов на вариантах реминерализации достигало 220-230 тыс. КОЕ./1г. по сравнению с 115 тыс. КОЕ./1г на контроле. Аналогичные изменения наблюдались и для количества микроскопических грибов.

На контроле обнаружено наиболее высокая встречаемость таких патогенов как *Rhizopus* (60%), *Fusarium* (100%), *Botrytis* (20%), *Verticillium* (40%), *Alternaria* (40%), *Bipolaris* (40%), *Helminthosporium* (20%). При отдельном внесении горных пород обнаружили снижение встречаемости патогенов, а при совместном внесении они не обнаруживаются. Частота встречаемости таксонообразователей таких как *Aspergillus* и *Penicillium* достигает 100% на контроле и снижалось на 20-40% особенно при

совместном внесении горных пород. Частота встречаемости антагонистов патогенов возрастает на вариантах внесения горных пород, а количество остальных сапрофитов снижается. Обилие микромицетов по индексу Шеннона считается бедным на контроле (0,94) и богатым при совместном внесении горных пород (2,03-2,11).

На 10-й год последствий урожайность озимой пшеницы возрастает от контрольного варианта (0,44т/га) на 0,47;0,52 ;0,43;0,56; 0,34; 0,47; 0,51; 0,54 и на 0,76 т/га согласно схеме опыта. На подсолнечнике на контроле урожайность составляла 0,23т/га и возрастала на 1,8; 1,9; 1,8; 2,0; 1,7; 2,3; 2,4; 2,5 и 3 ц/га соответственно по вариантам опыта. На кукурузе на контроле урожайность была 4,19 т/га и увеличивалась на 0,17; 0,25; 0,27; 0,36; 0,40; 0,67; 0,75; 0,67 и 0,88 т/га соответственно по вариантам опыта. ИДК клейковины снижалась с 93 ед. на контроле на 1,5-бед. при внесении мелиорантов. Стекловидность зерна озимой увеличивалась на 5-8%. Содержание масла в подсолнечнике возрастало от 41,1% на контроле до 41,7-43,7% на вариантах опыта; содержание крахмала в зерне кукурузы возрастало от 64% до 68-72% по вариантам опыта.

Самый низкий уровень рентабельности был получен на контроле озимой пшеницы, подсолнечнике и кукурузе и составлял 96,4;106,2 и 79,3% соответственно. Наиболее высоким этот показатель был на варианте с последствием известняка-ракушечника-12т/га+апатита-3т/га+фосфогипса-12 т/га и составлял 105,5; 132,2 и 106,9% соответственно. Прибыль также была самой высокой на этом варианте и составляла 30171,2; 25415,7 и 23301,4 руб./га по сравнению с контролем 22529,4; 24212,0 и 16675,4 руб./га соответственно.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ**

На основании изучения 12-ти летнего последствия горных пород для улучшения агрохимических и микробиологических показателей чернозёма выщелоченного и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур производству рекомендуется как отдельное так и совместное применение известняка-ракушечника, апатита и фосфогипса.

Максимальный экономический эффект обеспечивает совместное внесение известняка – ракушечника 12 т/га, апатита 3 т/га и фосфогипса 12 т/га.

### Список литературы

1. Абаев, А.А. Биологизация земледелия в Северной Осетии / А.А. Абаев, М.А. Бзиков, Н.А. Мисик, Д.М. Мамиев, Л.Ю. Доева, А.А. Шалыгина // Земледелия. – 2007. – №4. – С. 7-8.
2. Абашеева, Н.Е. Агрохимическое минеральное сырье: природные цеолиты / Н.Е. Абашеева, Л.Л. Убугунов, М.Г. Меркушева, - Улан- Удэ: Изд.-во БНЦСО РАН, 2012. 417 с.
3. Агафонов, Е. В. Применение бентонита и минеральных удобрений под подсолнечник на черноземе южном / Е. В. Агафонов, Г. Е. Мажуга, В. П. Горячев // Современные проблемы науки и образования – Пенза - №1-1 –, 2015. – С. 100 – 108.
4. Адрахимов, Ф.Г. Использование глауконитового песка Каринского месторождения челябинской области для почвоулучшения / Ф.Г. Адрахимов, Е.А. Маликова // Достижения аграрной науки – садоводству и картофелеводству. Сборник трудов научно-практической конференции, приуроченной ко «Дню поля ФГБНУ ЮУНИИСК». – Челябинск. – 2017. – С. 126 – 130.
5. Азаренко, Ю.А. Содержание бора в почвах солонцевых комплексов Омского Прииртышья и бороустойчивость растений / Ю.А. Азаренко // Почвоведение – №5 - 2007. – С. 562.
6. Азимбаев, С.А. Возмодность использования каолина для повышения плодородия почв / С.А. Азимбаев, А. Сайымбетов, С. Хайдаров. // Современные тенденции развития аграрного комплекса. – с. Соленое Займище – 2016. – С. 299 – 300.
7. Алборов, И. Д Реанимация загрязненных нефтепродуктами земель в республике Северная Осетия – Алания / И. Д. Алборов, В. Б. Заалишвили, С. А. Бекузарова, О. Г. Бурдзиева // Геология и геофизика Юга России. – №4. - 2014. – С.3 – 7.

8. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова // Наука - Л.: – 1980. – С. 188-210.
9. Алиев, Ш.А. Использование местных фосфоритов и природных сорбентов для повышения продуктивности земледелия / Ш.А, Алиев В.Н. Дышко, Б.А. Сушеница. - М.: ВНИИА, 2004. 247 с.
10. Алиев, Ш.А. Цеолиты – перспективное агрохимическое сырье. Приемы применения местных агроруд в качестве удобрений в земледелии Среднего Поволжья. Казань / Ш.А. Алиев, Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров, // Центр инновационных технологий. - 2009. С. 152-161.
11. Алиев, Ш.А. Экологический аспект использования стоков животноводческих предприятий и местных цеолитсодержащих пород. / Ш.А. Алиев, Л.М.-Х. Биккинина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Казань, 2012. Т. 212. С.240-245.
12. Антыков, А.Я., Почвы Ставрополя и их плодородие. / А. Я. Антыков, А. Я. Стомарев - Ставрополь, - 1970.- 326-351 с.
13. Арефьев, А. Н. Изменение агрофизических свойств чернозема выщелоченого при использовании природных цеолитов и удобрений / А. Н. Арефьев, Е. Н. Кузин // Пенза, Нива Поволжья. — 2014. - №3 (32) – С. 8 -14.
14. Ахтырцев, Б.П. Актуальные вопросы антропогенного почвоведения / Б.П. Ахтырцев // Влияние человека на ландшафт. Вопросы географии. - Сб.106.-Москва - Мысль, 1977.- С. 168-174.
15. Бабьева, И.П. Биология почв / И.П., Бабьева, Г.М. Зенова. - Москва, Изд-во МГУ, - 1989. – 336с.
16. Багаутдинов, Ф. Я. Применение удобрений и воспроизводство плодородия почв республики Башкортостан. / Ф. Я. Багаутдинов, В. Г. Каримов, Р. М. Зигануров, М. Ф. Туктаров // Тез.докладов IV съезда общества почвоведов (9-13 августа) – Новосибирск - 2004. – С. 30.
17. Базилевич, Н.И. Опыт выделения антропогенной составляющей круговорота веществ в лугово-степных экосистемах при различном

использовании / Н. И. Базилевич, Н. В. Семенюк // Почвоведение – 1984. - № 5. – С. 6-16.

18. Балаев, В. Г. Лессовые породы Центрального и Восточного Предкавказья / В. Г. Балаев, П. В. Царев. – М.: Наука, 1964. - 233с.

19. Банкин, М. П. Экономически эффективное ведение сельскохозяйственного производства на дерново – подзолистых почвах / М. П. Банкин, В.А. Таразанов, К.С. Русинова // Тез.докладов IV съезда Докучаевского общества почвоведов (9-13 августа) - Новосибирск - 2004. – С. 32.

20. Баутдинов, С. Исследование фосфоритов, глауконитов и бентонитов Каракалпакстана с целью применения их в качестве местных удобрений / С. Баутдинов, Т.С. Баутдинов, С.М. Таджиев, А.У. Эркаев, Д.О. Алланиязов // Химическая промышленность. – 2014. – № 7. – С. 346–352.

21. Баутдинов, Т. С. Влияние глауконитовых песков на урожайность кукурузы / Т. С. Баутдинов // Современные тенденции развития аграрного комплекса. - Джуманазарова. - с. Соленое Займище – 2016. – С. 377 – 381.

22. Бгатов, В.И. История кислорода земной атмосферы / В.И. Бгатов. – М.: Недра, - 1985. – 87 с.

23. Богдевич, И.М. Изменение минералогического состава, микроморфологических и агрохимических свойств лессовидных суглинков и почв, развивающихся на них под влиянием агрогенеза. / И.М. Богдевич, Н.И. Смян, В.Д. Лисица // Тез.докл. Международной конференции: «Проблемы антропогенного почвообразования» – 1997. – т.1 – С. 24-26.

24. Боровой, Е. П. Рост, развитие и урожайность сои при орошении и внесении золошлака в условиях южной зоны Приамурья / Е. П. Боровой, Н.А. Юст, Н.А. Горбачева // Известия. Технические науки. – №3 (39). – 2015. – С. 1 – 6.

25. Браунлоу, А.Х. Геохимия / А.Х. Браунлоу.– М.: Недра, - 1984. – 463 с.

26. Быстрицкая, Т.Л. О суточной динамике некоторых показателей физико-химического состояния почв: Ионметрия в почвоведении / Т.Л. Быстрицкая // Сб. научн. тр. – Пущино. - 1987. – С. 177-190.
27. Васильев, А. А. Влияние глауконитовых песков на минеральное питание картофеля / А. А. Васильев // Пути повышения продуктивности пашни, энерго-ресурсосбережения и производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции: Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ТатНИИСХ и 1000-летию Казани: материалы. – Казань: Фолиантъ, 2005. – С. 357-362.
28. Васильев, А. А. Глауконит – эффективное природное минеральное удобрение картофеля / А. А. Васильев // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 6 (60). – С. 35 – 37.
29. Васильев, А. А. Эффективность глауконита на картофеле: Достижения аграрной науки – садоводству и картофелеводству / А. А. Васильев // Сборник трудов научно-практической конференции, приуроченной ко «Дню поля ФГБНУ ЮУНИИСХ». – Челябинск. – 2017. – С. 142 – 152.
30. Васяев, Г.В. Действие фторсодержащих удобрений на урожай растений и агрономические свойства почвы / Г. В. Васяев, Т. П. Шевченко - Ленинград. – СХИ., - т. 218 – 1974. - 10-18 с.
31. Вернадский, В. И. Задачи минералогии в нашей стране / В. И. Вернадский // Природа. – 1928. - № 1. – С. 22-39.
32. Влияние применения горных пород на черноземе выщелоченном на урожайность озимой пшеницы / В.С. Цховребов, Д.В. Калугин, М.И. Ильинова, В.И. Фаизова, А.Н. Марьин // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа : материалы 73-й науч.-практ. конф. (Ставрополь, 8–20 апреля 2009 г.). – Ставрополь : Издательско-полиграфический центр «Параграф», 2009. – С. 178-179.
33. Влияние применения лессовидного суглинка на содержание микроэлементов в черноземе выщелоченном опытной станции СтГАУ / Д.В. Калугин, М.И. Ильинова, В.И. Фаизова, С.С. Демченко // Состояние и



перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа : материалы 73-й науч.-практ. конф. (Ставрополь, 8–20 апреля 2009 г.). – Ставрополь : Издательско-полиграфический центр «Параграф», 2009. – С. 45-46.

34. Гилев, С.Д. Технология прямого посева и микробиологическая активность чернозема выщелоченного / С.Д. Гилев // Земледелие. – № 3. - 2015. — С. 28–30.

35. Глинка, К.Д. К вопросу о минералогическом составе почв и методах его использования / К.Д. Глинка // Почвоведение. 1908. – № 1. – С. 2-25.

36. Голоусов, Н.С. Модель управления плодородием выщелоченных черноземов. - Актуальные проблемы растениеводства Юга России / Н.С. Голоусов // Сб. науч. тр. - Ставроп. ГАУ – Ставрополь - 2003. С.- 93-97.

37. Гончарова, Н.А. Особенности использования золошлака в сельском хозяйстве амурской области / Н. А. Гончарова, Н. А. Юст // Строительство и природообустройство. Сборник научных трудов. – Благовещенск. – Вып. - 2015. №2.– С. 24 – 29.

38. Горбачев, В.Н. Проблемы взаимосвязи почв и экологических факторов почвообразования / В.Н. Горбачев // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2014. – №2. – С. 107–116.

39. Горбунов, Н.И. Главнейшие итоги и задачи изучения глинистых и сопутствующих им высокодисперсных минералов почв / Н.И. Горбунов // Проблемы почвоведения – М.: - 1962. – С. 207-237.

40. Горбунов, Н.И. Достижения и перспективы развития минералогии почв / Н.И. Горбунов, Б.П. Градусов // Почвоведение. – 1967. - № 9. – С. 55-70.

41. Горбунов, Н.И. Значение минералов для плодородия почв. / Н.И. Горбунов // Почвоведение. –1959. – № 7. – С. 1-13.

42. Горбунов, Н.И. Минералы и плодородие почв / Н.И. Горбунов // Агрохимия. – 1965. – № 7. – С. 3-14.

43. Горбунов, Н.И. Минералы как источник общих, непосредственных, близких и потенциальных резервов зольных элементов / Н.И. Горбунов // *Агрохимия*. – 1969. – № 9. – С.67-73.
44. Горбунов, Н.И. Почвенные коллоиды и их значение для плодородия / Н.И. Горбунов. – М.: Наука, 1967. – 198 с.
45. Гребенщикова Е.А. Влияние химической мелиорации путем внесения золошлаковых, отходов на физико-химические свойства почвы / Е.А. Гребенщикова, Н.А. Юст, М.А. Пыхтеева // *Вестник КрасГАУ. Биологические науки*. – 2016. – №6. – С. 3 – 8.
46. Дзанагов, С.Х. Эффективность применения удобрений под сою на черноземе выщелоченом РСО – Алания / С.Х. Дзанагов, А.Ю. Хадиков, Т.С. Дзанагов // *Известия горского государственного аграрного университета*. – Владикавказ. – 2014. – №1. – С. 16 -22.
47. Дикерсон, Р. Основные законы / Р. Дикерсон, Г. Грей, Дж. Хейт // Пер. с англ.- М.: Мир, 1982. С. 652.
48. Дмитриев, П.С. Возможность использования золошлака как альтернатива минеральным удобрениям / П.С. Дмитриев, Е.Р. Айтжанов, К.М. Абдрашева, К.А. Жумабаев, К.А. Мухитдинов // *Экологический мониторинг и биоразнообразие*. – 2014. – С. 171 – 174.
49. Дмитриев, П.С. Эколого-экономические аспекты применения удобрений на основе местного сырья в условиях северно-казахстанской области / П.С. Дмитриев, И.А. Фомин, Е.Р. Айтжанов, А.С. Булгаков, Н.Т. Имаджанов // *Полевые и экспериментальные исследования биологических систем, материалы V Всерос. (с междунар. участием) заоч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных*. – 2014. С. 32 – 35.
50. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М., «Колос», 1979. С. – 336.
51. Ежков, В.О. Влияние наноструктурной водно-цеолитной суспензии на продуктивность гречихи / В.О. Ежков, Л.М.-Х. Биккинина, М.А.

Поливанов // Вестник Казанского технологического университета. Казань. – 2013. – Т.16. №19. – С.241-245.

52. Ежкова, М.С. Влияние местных агроминералов (фосфоритов, глауконитов и цеолитов) на структурно-функциональные свойства выщелоченного чернозема при возделывании яровой пшеницы / М.С. Ежкова, Л.М.-Х. Биккинина, В.О. Ежков // Вестник Казанского технологического университета. Казань. – 2013. – Том 16. № 20. – С.148-152.

53. Ерижев, К.Х. Горные сенокосы и пастбища России / К.Х. Ерижев // Аграрная наука. – №3. –1998. – С. 12-14.

54. Есаулко, А.Н. Лабораторный практикум по агрохимии для агрономических специальностей / А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, Ю.И. Грищенко и др. // учебное пособие - Ставрополь: АГРУС, - 2007- С. 260.

55. Завалин, А.А. Важнейшие разработки ученых отделения земледелия российской академии сельскохозяйственных наук в 2012 / А.А. Завалин // Плодородие. - 2013. - №2. - С. 2-4.

56. Замятченский, П.А. Выветривание полевых шпатов в связи с почвообразованием / П.А. Замятченский // Л.: Изд-во АН СССР, - 1933. – С. 42.

57. Захаревский, В.И. К вопросу о влиянии удобрений в севообороте на некоторые физические свойства каштановой почвы / В.И. Захаревский. // Агрохимия. – 1978. - № 3. – С. 99-103.

58. Иванов, В.П. Растительные выделения и их значение в жизни фитоценозов / В.П. Иванов. – М.: Наука, 1973. – 113 с.

59. Икоева, Л.П. Использование биопрепаратов в сочетании с агрорудой при консервировании кормовых культур / Л.П. Икоева, О.Э. Хаева // Горное сельское хозяйство - Махачкала. – 2016. – №2. – С. 80 – 86.

60. Исмаилов У.Е. Влияние минеральных агроруд на рост и развитие хлопчатника / У.Е. Исмаилов, Д.У. Исмаилов, А.Ж. Арзымбетов, Б.С. Бауатдинов, А.У. Исмаилова // Современное экологическое состояние

природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. – с. Соленое Займище. – 2016. - С. 1098 – 1099.

61. Исмаилов, У.Е. Влияние минеральных агроруд урожайность хлопчатника / У.Е. Исмаилов, Д.У. Исмаилов, А.Ж. Арзымбетов, Б.С. Бауатдинов, А.У. Исмаилова // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. – с. Соленое Займище. – 2016. - С. 1100 – 1102.

62. Калугин, Д. В. Влияние внесения горных пород на кислотно-щелочной потенциал чернозёма выщелоченного / Д. В. Калугин // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском Федеральном округе : материалы 80-ой науч.-практ. конф., приуроченной к 85-летнему юбилею Бобрышева Ф.И. и заслуженному деятелю науки РФ, доктору с.-х. н., проф., участнику ВОВ Куренному Н.М. (Ставрополь, 19–22 мая 2015 г.). – Ставрополь : Ставропольское издательство «Параграф», 2015. С. 62-65.

63. Калугин, Д. В. Влияние внесения горных пород на содержание подвижной серы на чернозёме выщелоченном / Д.В. Калугин, В.С. Цховребов // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. ст. по материалам IV Междунар. науч. конф. (Ставрополь, 13–15 октября 2015 г.). – Ставрополь : Издательство «АГРУС», 2015. – С. 248-251.

64. Калугин, Д. В. Влияние реминерализации чернозема выщелоченного на урожайность озимой пшеницы в условиях опытной станции / Д. В. Калугин // Аграрная наука, творчество, рост : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (Ставрополь, 10–14 февраля 2013 г.). – Ставрополь : Ставропольское издательство «Параграф», 2013. – С. 31-32.

65. Калугин, Д. В. Динамика содержания подвижного цинка по вариантам реминерализации чернозема выщелоченного / Д. В. Калугин, О.А. Оганесова // Физико-технические проблемы создания новых технологий в

- агропромышленном комплексе: материалы международной науч.-практ. конф. Ставрополь : Ставропольское издательство «Параграф», 2013. – 196 с.
66. Калугин, Д. В. Динамика содержания подвижных форм макроэлементов по фазам вегетации гороха / Д. В. Калугин // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : материалы 78-й науч.-практ. конф. (Ставрополь, 22–24 апреля 2014 г.). – Ставрополь : Ставропольское издательство «Параграф», 2014. – С. 100-102.
67. Калугин, Д. В. Изменение содержания бора, меди и цинка в черноземе выщелоченном при его реминерализации / Д. В. Калугин // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. ст. по материалам IV Междунар. науч. конф. (Ставрополь, 13–15 октября 2015 г.). – Ставрополь : Издательство «АГРУС», 2015. – С. 58-62.
68. Калугин, Д. В. Реминерализация чернозема выщелоченного различными горными породами / Д. В. Калугин // Инновационные идеи молодежи Северного Кавказа - развитию экономики России : материалы региональной научн. конф.– Ставрополь, 2012. – С. 74-75.
69. Калугин, Д.В. Реминерализация выщелоченных черноземов посредством внесения горных пород различного генезиса / Д. В. Калугин // Материалы XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» / Том. 1. – М.: СП «Мысль», 2007. С. 319.
70. Калугин, Д.В. Влияние внесения горных пород на содержание микроэлементов реминерализации черноземов выщелоченных опытной станции СтГАУ/ Д.В. Калугин, А.И. Иванов, М.И. Ильинова // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. ст. по материалам III Междунар. науч. конф. (Ставрополь, 13–15 октября 2007 г.). – Ставрополь : Издательство «АГРУС», 2007.– С. 348-350.
71. Калугин, Д.В. Изменение численности микроскопических грибов под озимой пшеницей / Д.В. Калугин, В.И. Фаизова, А. М. Никифорова // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Северо-

- Кавказского Федерального округа: материалы 74 региональной науч.-практ. конф. : Издательско-полиграфический центр «Параграф», 2010. – С. 77.
72. Кауричев, И.С. Почвоведение / И. С. Кауричев - Москва – Агропромиздат – 1989. - 136 – 146 с.
73. Келлер, У.Д. Основы химического выветривания./ У.Д. Келлер// Геохимия литогенеза. – М.: Изд-во иностр. литературы, 1963. – С. 85-195.
74. Киперман, Ю.А. Агрономические руды и минеральные удобрения в обеспечении продовольственной безопасности России / Ю. А. Киперман, М. А. Комаров, А. И. Ангелов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. - №2. – С. 22 – 27.
75. Ковда, В.А. Принципы организации орошаемого земледелия на черноземах / В.А. Ковда, Б.Г. Розанов, Т.И. Евдокимова, Н.Г. Зборищук, С.А. Николаева, П.Г. Челядник // Почвоведение. – 1986. - № 3. – С. 22-30.
76. Козлов, А.В. Влияние полного минерального удобрения, крезацина и кремниевых агрору на биопродуктивность и структуру урожая озимой пшеницы Московская 39 / А.В. Козлов, В.Р. Овезов, И.А. Тарасов // Сельскохозяйственные науки. – 2016. - №3. – С. 70 – 73.
77. Кононова, М.М. Разложение силикатов органическими веществами почвы / М.М. Кононова, М.В. Александрова, Н.А. Титова // Почвоведение. – 1964. - № 10. – С.73-81.
78. Королев, В.А. Изменение основных показателей плодородия выщелоченных чернозёмов под влиянием удобрений / В.А. Королев, Л. Д. Сахурлова // Почвоведение. – 2012. – № 5. – С. 611.
79. Кузин, Е.Н. Влияние последействия природного цеолита и повторного внесения удобрений на пищевой режим серой лесной почвы и продуктивность зернопропашного севооборота / Е.Н. Кузин, Н.Ю. Петров, Е.А. Карпачева, Е.И. Крючков // Известия. Агрономия и лесное хозяйство. – 2015. – №1 (37). – С. 1 – 4.
80. Кузина, Е.Е. Влияние природных цеолитов и их сочетаний с навозом на кислотность и насыщенность чернозема, выщелоченого основаниями /

Е.Е. Кузина, А.Н. Арефьев, Е.Н. Кузин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2016. – № 1 (17). – С. 380–391.

81. Куликова, А. Х. Снижение содержания тяжелых металлов в почве как элемент повышения устойчивости агроэкосистемы в условиях применения кремнийсодержащих материалов / А.Х. Куликова, А.В. Козлов // Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика. – Ульяновск – 2016. - С. 241 – 246.

82. Куликова, А.Х. Влияние Диатомита и минеральных удобрений на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин, Е.В. Данилова, И.А. Юдина, О.С. Дренина, С.А. Никифорова // Агрохимия . – 2007. – № 6. – С. 31.

83. Курбаниязов, С. К. Широкие спектры применения глауконитов и их роль в современном обществе / С. К. Курбаниязов, Н. А. Абдимуталип // Исследования в области естественных наук. – 2012. – № 5. С. 12-16.

84. Кутузова, А.А., Луговые агросистемы – источник воспроизводства энергии в биосфере / А.А Кутузова, Л.С. Трофимова // Кормопроизводство. – №6. – 2000. – С. 8-11.

85. Лактионов, Н.И. Влияние мелиорации на гумусовое состояние темнокаштановых почв юга Украины / Н.И. Лактионов, В.В. Дегтярев, Лемма Заудие, Н.П. Бабич, С.С. Звягинцев // Исследования окультурирования черноземов и повышение их плодородия. – Харьков, 1974. – С. 55-66.

86. Лукин, С. В. Динамика содержания подвижной серы в почвах белгородской области / С.В. Лукин, С.В. Меленцева, П.М. Авраменко // Достижения науки и техники АПК. – №2 – 2006. – С. 21.

87. Лукин, С.В. Закономерность изменения содержания подвижного фосфора и обменного калия в почвах Белгородской области / С.В. Лукин, П. М. Авраменко // Агрохимия. – 2007. – №6 – С. 22.

88. Лукманов А.А. Использование местных агроруд для снижения поступления токсинов в растительную продукцию / А.А. Лукманов, А.В.

Маликов // Вестник НЦ БЖД. Экологическая безопасность. – 2014. – №1 (19). – С. 102 – 107.

89. Лысенко, В.Я. Агрехимические показатели черноземов Ставропольского плато. – Актуальные проблемы растениеводства Юга России: сб. науч. тр. / В.Я. Лысенко, Т.И. Льгова, А.Н. Марьин // Ставроп. ГАУ. – Ставрополь, 2003.- С. 175-176.

90. Малюкова, Л.С. Эффективность применения кальцийсодержащих агроруд на бурых лесных почвах / Л.С. Малюкова // Научные труды СКЗНИИСиВ. – 2016. - Том 10. – С. 121 – 125.

91. Мамиев, Д.М. Биологическая активность почвы под посевами фасоли в горной зоне РСО-Алания / Д.М. Мамиев, А.А. Абаев // Наука и Мир. – 2016. – №8 (36). – С. 51-54.

92. Мамиев, Д.М. Биологическая интенсификация звена зернопропашного севооборота / Д.М. Мамиев, А.А. Абаев, А.А. Тедеева // Научная жизнь. – 2014. – №3. – С.26-29.

93. Мамиев, Д.М. Влияние элементов биологизации на биологическую активность почвы в горной зоне РСО-Алания / Д.М. Мамиев, А.А. Абаев, А.А. Шалыгина // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур. – Владикавказ. – 2017. – С. 205 – 253.

94. Мамиев, Д.М. Использование цеолитосодержащих агроруд, биологически активных веществ и биопрепаратов в качестве удобрений под сельскохозяйственные культуры с горной зоне РСО-Алания / Д.М. Мамиев, ЭИ. Кумсиев, А.А. Шалыгина // Горное сельское хозяйство. – 2016. – С. 60-67.

95. Мамиев, Д.М. Применение биопрепарата экстрасол и микроудобрения кристалон на посевах кукурузы в предгорной зоне РСО – Алания / Д.М. Мамиев, Н.А. Мисик, А.А. Шалыгина // Земледелие. – 2011. – № 2. – С. 29-30.



96. Мамиев, Д.М. Элементы биологизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в горной зоне РСО-Алания / Д.М. Мамиев, А.А. Абаев, Э.И. Кумсиев // Известия Горского государственного аграрного университета. -2015. Т.52. Ч.1. С.45-50.
97. Медведев, В.В. Изменение физико-механических свойств почв юга УССР при орошении / В.В. Медведев // Почвенно-мелиоративные проблемы и пути повышения плодородия орошаемых земель юга УССР. – М.: - 1978. – С. 50-53.
98. Минеев, В.Г. Плодородие черноземов Центрального Предкавказья и пути его регулирования / В.Г. Минеев, А.И. Подколзин // Агрохимия. - 2010. - №8. - С. 87-95.
99. Мирахмедов Ф. Влияние минеральных удобрений на сорта зерновых культур / Ф. Мирахмедов, О. Кодиров, З.А. Якубова, М.Х. Абдухалилова // Современные тенденции развития аграрного комплекса. – с. Солёное Займище – 2016. – С. 484 – 485.
100. Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, Б.Т. Емцев – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.
101. Назаров, Г.В. Зональные особенности водопроницаемости почв СССР./ Г.В. Назаров.– АН СССР, - 1970. - С. 85.
102. Орлов, Д.С. Химия почв. / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова // Москва - Высшая школа - 2005.
103. Панасин, В.И. Эколого-агрохимические аспекты использования глауконитовых песков в земледелии Калининградской области / В.И. Панасин, Е.С. Роньжина, Т.А. Шогенов, Д.А. Рымаренко // Известия КГТУ. – 2017 - №47. – С. 148 – 156.
104. Пейве, Я.В. Биохимия почв / Я.В. Пейве // Москва - 1961. - С. 422.
105. Переверзев, В.Н. / В.Н. Переверзев, Н.М. Коробейникова, Т.А. Дьякова, И. В. Янченко // Агрохимия. – 2007. – №1. – С.9.

106. Побилат, А.Е. Цинк в системе «Почва – растение - человек» в условиях средней Сибири / А.Е. Побилат, Е.И. Волошин // Микроэлементы в медицине. – 2016. – №17 (4). – С. 40.
107. Применение горных пород в качестве удобрения подсолнечника / В.С. Цховребов, Д.В. Калугин, В.И. Фаизова, А.А. Новиков // Агрехимический вестник. – 2011. – № 4. – С. 14-17.
108. Применение горных пород на выщелоченных черноземах для повышения содержания микроэлементов / Д.В. Калугин, В.С. Цховребов, А.И. Иванов, М.И. Ильинова // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа : материалы 71-й науч.-практ. конф. (Ставрополь, 8–20 апреля 2007 г.). – Ставрополь : Издательско-полиграфический центр «Параграф», 2007.– С. 173-175.
109. Проценко, Е.П. Влияние сельскохозяйственного использования на некоторые свойства черноземов Восточного Предкавказья // Почвоведение, 2013. - №.4 - С. 131-139.
110. Пындак, В. И. Решение проблем отходов и плодородия деградированных земель (на примере Нижнего Поволжья) / В. И. Пындак, А. Е. Новиков, Ю. А. Степкина // Научное обозрение. – 2013. – № 4. – С. 85-89.
111. Роде, А.А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв / А.А. Роде. - М.: 1947. – 214 с.
112. Ромашев, П.И. Удобрения сенокосов и пастбищ / П.И. Ромашев, Д.Н. Якушев // Луга и пастбища. – №3. – 1969. – С. 15-18.
113. Рудаков, К.И. Почвенная структура и почвенный перегной / Рудаков, К.И. // Третья конференция по вопросам почвенной микробиологии, связанных с внедрением в сельское хозяйство комплекса Докучаева-Костычева-Вильямса. – М., 1953. – С. 64-77.
114. Савич, В.И. Агрехимия / В.И. Савич, Д.С. Булгаков, Ю.А. Духанин, А.А. Оглоблина // 2007. – №2. – С. – 7.
115. Самарина, В.С. Гидрогеохимия./ В.С. Самарина.- Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. – 360 с.

116. Седлецкий, И.Д. Сельскохозяйственное значение минералогического изучения почв // Природа. – 1943. - № 1. – С. 45-48.
117. Сидоренко, О.Д. Микробиология: Учебник для агротехнологов/ О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. – М.: ИНФРА-М, 2005. С. 287.
118. Слюсарев, В.Н. Свойства черноземов Западного Предкавказья и обеспеченность их серой./ В.Н. Слюсарев. // Труды Куб. Гос. агр. ун-та. Вып.2. Краснодар, - 2006. С. 157-165.
119. Снакин, В.В. Анализ состава водной фазы почв./ В.В. Снакин. – М.: Наука, 1989. – 118 с.
120. Сокаев, К.Е. Транслокация тяжелых металлов в системе почва-растение / К.Е. Сокаев, В.В. Бестаев, К.Х. Бясов, Р.М. Сокаева // Агрехимический вестник - 2004. – №4. - С. 16-18.
121. Солдатов, Э.Д. Энергосберегающие приемы повышения продуктивности горных лугов и пастбищ северного Кавказа / Э.Д. Солдатов, И.Э. Солдатова // Прорывные научные исследования. – Пенза – 2016. – С. 36 – 41.
122. Солдатова, И.Э. Методы ускоренного восстановления деградационных горных лугов и пастбищ с применением местных цеолитсодержащих агроруд / И.Э. Солдатова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2011. – №48. Т. – 1. С.68.
123. Солдатова, И.Э. Методы ускоренного восстановления деградационных горных лугов и пастбищ с применением местных цеолитсодержащих агроруд / И.Э. Солдатова // Известия Горского государственного аграрного университета.–2011.–№48–Т.–1.–С.68.
124. Соловьев, А.С. Кремнесодержащие агроруды диатомит и трепел в устойчивости газонных травостоев / А.С, Соловьев, Н.В. Верховцева // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. - № 3. – С. 23 – 30.
125. Соляник, Г.М. Почвы Краснодарского края / Г.М. Соляник // Учеб.пособие. Краснодар 2004 Куб. гос. ун-т, 2004. - С. 70.

126. Тедеева, А.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность посевов гороха в условиях лесостепной зоны РСО-Алания / А. А. Тедеева, Д. М. Мамиев, З. П. Оказова // Современные проблемы науки и образования. 2015.- №2 (58).- С. 750.
127. Тедеева, А.А. Применение стимуляторов роста на посевах люцерны / А.А. Тедеева, Ф.Т. Гериева, Д.М. Мамиев // Научная жизнь. – 2015. – №4. – С. 55-60.
128. Тменов, И.Д. Использование ферментных препаратов при выращивании цыплят-бройлеров / И.Д. Тменов, М.А. Басиева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2010. – №12. – С. 41-50.
129. Томпсон, Л.М. Почвы и их плодородие./ Л.М. Томпсон, Ф.Р. Трой.- М.: Колос, 1982. – 461 с.
130. Тунгушева, Д. Применение нетрадиционных агроруд и компостов в хлопководстве / Д. Тунгушева, С. Болтаев, Р. Назаров // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. – с. Соленое Займище. – 2016. - С. 2101 – 2105.
131. Тунгушова, Д.А. Влияние применения бентонитовых глин на плодородие почвы и урожайности культур хлопкового комплекса / Д.А. Тунгушова // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. – с. Соленое Займище. – 2016. - С. 1611 – 1616.
132. Тюльпанов, В.И. Происхождение обменного натрия в степных солонцах Центрального и Восточного Предкавказья. / В.И. Тюльпанов, С.А. Мануков // Почвоведение, 1981, №8, С.41-50.
133. Тюльпанов, В.И. Эволюционные изменения почвенного покрова Ставрополя: основные причины и меры по предотвращению деградиционных процессов / В.И. Тюльпанов // Материалы Второй

Международной Научной Конференции «Эволюция и деградация почвенного покрова». – Сб. науч. тр. - Ставрополь, СГАУ, 2003.- С. 5-15.

134. Уточкин, В. Г. Основные аспекты и методологические особенности аг-рохимической оценки сырьевых источников питательных веществ / В. Г. Уточкин, И. Н. Чумаченко, Б. А. Сушеница // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 6. – С. 3-9.

135. Хабиров, И.К. Изменение азотного режима черноземов типичных при минимальной обработке почвы. / И.К Хабиров, З.Г. Простякова // Почвоведение, 1985, №7. – с. 866-869.

136. Хаджинов, Н.И. К вопросу химической мелиорации солонцов и солонцевато-слитых почв известняком в сочетании с кислотами. / Н.И. Хаджинов //Сб. науч. тр./ Ставроп. СХИ, 1983, вып. 45, т.2, с. 21-27.

137. Хохоева, Н.Т. Эффективность минеральных удобрений при различной площади питания гороха / Н.Т. Хохоева, И.Г. Казаченко, А.А. Тедеева, // Научная жизнь. 2012.-№ 4.- С. 76-80.

138. Цховребов, В. С. Влияние внесения горных пород на урожайность озимой пшеницы / В.С. Цховребов, Д.В. Калугин, В.И. Фаизова // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования : материалы докладов VI съезда почвоведов им. В.В. Докучаева. Всероссийская с международным участием научная конференция (Петрозаводск – Москва, 13-18 августа 2012г.) Петрозаводск: Карельский научный центр РАН – 2012. – С.510–511.

139. Цховребов, В. С. Изменение содержания микроэлементов под озимой пшеницей в результате реминерализации чернозема выщелоченного / В. С. Цховребов, И. О. Лысенко, Д. В. Калугин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. - 2012. - № 77. – С. 667-676.

140. Цховребов, В.С. Деградации черноземных почв при сельскохозяйственном использовании / В.С. Цховребов // Сб. науч. тр.

Актуальные проблемы растениеводства Юга России. – Ставроп. ГАУ – Ставрополь, 2003. - С. 186-198.

141. Цховребов, В.С. Содержание обменных и валовых форм калия в почвах Ставропольского края / В.С. Цховребов, О.А. Оганесова, В.И. Фаизова, А.М. Никифорова, Л.Ю. Чистоглядова // Плодородие. - 2013. - №5. - С. 8-9.

142. Чумаченко, И.Н. Развитие и использование ресурсов минерального сырья для сельского хозяйства / И.Н. Чумаченко // М. ВНИИГНМИ. 1991. – С. 57-63.

143. Шарафеева, Ф.Г. В кн. сборник статей «Бентониты». М. Наука. 1980. – С. 251-258.

144. Шевченко Д. А. Итоги обследования деградированных земель северо-западной части Ставропольской возвышенности и предложения по их охране / Д.А. Шевченко // Вестник АПК Ставрополья. – 2013. – №1. – С. 32–35.

145. Шконде, Э.И. Изменение физических свойств почвы при длительном применении минеральных удобрений. / Э.И. Шконде, З.К. Благовещенская - М.: Изд-во МГУ, 1982. – 51 с.

146. Штомпель, Ю.А. Практикум по почвоведению (Почвы Северного Кавказа) / Ю.А. Штомпель, В.С. Цховребов//учебное пособие для ВУЗов.- Краснодар: «Советская Кубань», 2003.- 166 с.

147. Шубанов, Г.М. В кн. сборник трудов ВНИИГеологии нерудных полезных ископаемых. М. Недра. 1991. –С. 206-210.

148. Ягодин, Б.А. Практикум по агрохимии/ Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков и др.- М.: Агропромиздат, 1987.

149. Яппаров, А.Х. Изменение свойств и продуктивности чернозема выщелоченного и серой лесной почвы под влиянием мелиорантов / А.Х. Яппаров, Л.М. -Х. Биккинина, И.А. Яппаров, Ш.А. Алиев, А.М. Ежкова, В.О. Ежков, Р.Р. Газизов // Почвоведение. – 2015. - №10. – С. 1267 – 1276.

150. Яппаров, А.Х. Нанотехнологии в сельском хозяйстве: научнообоснование получения и технологии использования

наноструктурных и нанокompозитных материалов / А.Х., Яппаров, Ш.А. Алиев, И.А. Яппаров и др., // Монография. Казань: Центр инновационных технологий, 2013. 252 с.

151. Яппаров, И.А. Способы применения цеолитосодержащих пород в земледелии / И.А. Яппаров, Л.М.-Х. Биккинина, М.М. Ильясов, И.М. Суханова, Р.Х. Гизатуллин, Г.Х. Нуртдинова // Вестник технологического университета. – Казань. – 2016. – Т.21 №1. - С. 157 – 160.

152. Russel, E.L. Soil conditions and plant growth./ E.L. Russel.– Soil Sci. - 1950. – N 9. – p. 231-244.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**



Приложение 1. Динамика содержания элементов питания по фазам вегетации озимой пшеницы в зависимости от внесения горных пород, мг/кг

№ варианта	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>							K <sub>2</sub> O							S						
	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость
1	18,9	19,0	18,4	18,3	18,7	18,5	18,2	242	245	240	240	250	242	240	3,1	3,3	3,2	3,1	3,0	3,1	3,0
2	20,6	21,8	22,5	23,2	22,7	22,5	22,6	255	255	240	253	250	255	240	3,5	3,6	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4
3	20,4	22,5	22,2	23,7	23,4	23,2	23,1	260	250	260	255	255	250	245	3,7	4,0	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5
4	21,7	22,4	23,8	23,5	23,4	23,5	22,6	260	260	250	250	255	250	255	3,2	4,0	3,7	3,8	3,8	3,7	3,5
5	22,5	23,1	24,7	24,6	24,3	24,4	23,1	262	265	262	260	265	255	265	3,3	4,2	3,9	3,7	3,6	3,8	3,8
6	20,4	21,8	22,5	22,5	21,9	21,5	21,3	268	265	260	263	255	255	240	5,1	5,6	5,8	6,1	6,0	5,9	6,1
7	22,7	22,5	23,2	23,5	24,2	23,6	23,4	270	265	260	260	255	255	245	3,8	4,2	4,3	4,4	5,0	4,7	4,5
8	21,8	24,5	24,5	25,5	24,5	24,8	24,4	263	260	263	265	268	250	245	4,0	4,4	4,6	4,7	4,8	4,7	4,5
9	22,0	23,4	24,8	25,2	24,0	24,1	24,2	270	260	264	255	245	260	255	5,6	5,8	6,2	5,8	6,1	5,9	6,1
10	23,6	24,4	24,3	24,4	25,5	24,3	24,5	264	260	263	262	260	268	250	6,1	6,0	6,3	6,4	6,5	6,4	6,0

Условные обозначения: 1 Контроль; 2 Известняк-ракушечник- 6 т/га; 3 Известняк-ракушечник- 12 т/га; 4 Апатит- 1,5 т/га; 5 Апатит- 3,0 т/га; 6 Фосфогипс- 12 т/га; 7 Известняк-ракушечник- 6 т/га + апатит- 1,5 т/га; 8 Известняк-ракушечник- 12 т/га+апатит- 3,0 т/га; 9 Известняк-ракушечник- 6 т/га+апатит- 1,5 т/га+гипс- 12 т/га; 10 Известняк-ракушечник- 12 т/га+апатит- 3,0 т/га+гипс- 12 т/га.

Приложение 2. Динамика содержания элементов питания по фазам вегетации озимой пшеницы в зависимости от внесения горных пород, мг/кг

№ варианта	В мг/кг							Mn мг/кг							Cu мг/кг						
	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость
1	1,25	1,24	1,26	1,20	1,22	1,20	1,25	9,0	9,1	8,5	8,0	8,9	9,4	8,8	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,23	0,21
2	1,30	1,26	1,30	1,30	1,25	1,23	1,28	10,1	10,0	9,4	9,0	9,5	9,8	10,2	0,25	0,30	0,28	0,30	0,31	0,33	0,28
3	1,31	1,27	1,32	1,30	1,20	1,21	1,26	11,0	10,7	10,0	10,5	9,5	10,3	10,8	0,25	0,34	0,35	0,34	0,32	0,32	0,31
4	1,30	1,25	1,35	1,25	1,25	1,20	1,25	9,7	9,5	9,5	9,1	9,3	9,6	9,8	0,27	0,30	0,30	0,30	0,31	0,32	0,31
5	1,29	1,27	1,34	1,28	1,24	1,21	1,20	9,8	9,9	9,8	9,7	9,5	9,6	9,9	0,23	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34
6	1,30	1,30	1,23	1,29	1,27	1,20	1,27	10,5	10,6	10,7	10,4	10,2	10,4	10,6	0,21	0,23	0,24	0,25	0,24	0,22	0,22
7	1,31	1,27	1,33	1,29	1,30	1,20	1,26	9,9	9,8	9,5	9,4	9,8	9,1	10,3	0,23	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37
8	1,35	1,27	1,34	1,26	1,31	1,24	1,28	10,4	10,0	9,4	10,3	10,3	9,8	11,2	0,24	0,30	0,31	0,34	0,32	0,35	0,36
9	1,31	1,26	1,34	1,30	1,32	1,25	1,26	11,0	10,8	11,0	10,8	10,5	10,2	11,4	0,25	0,36	0,34	0,36	0,36	0,37	0,40
10	1,30	1,30	1,37	1,28	1,30	1,26	1,26	11,1	11,3	11,1	11,3	11,0	10,3	11,0	0,27	0,39	0,37	0,40	0,42	0,41	0,40

Условные обозначения как в приложении 1

Приложение 3. Динамика содержания элементов питания по фазам вегетации под пшеницей, мг/кг

№ варианта	Zn							Co							Mo						
	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	Кущение	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость	Полная спелость
1	0,34	0,33	0,33	0,35	0,35	0,34	0,32	0,045	0,048	0,045	0,045	0,047	0,044	0,045	0,032	0,034	0,033	0,028	0,026	0,025	0,021
2	0,42	0,37	0,37	0,39	0,36	0,38	0,39	0,055	0,065	0,062	0,063	0,060	0,062	0,054	0,056	0,058	0,054	0,054	0,051	0,060	0,047
3	0,45	0,41	0,48	0,46	0,42	0,42	0,44	0,059	0,068	0,066	0,072	0,071	0,072	0,068	0,060	0,069	0,061	0,073	0,053	0,063	0,055
4	0,38	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,37	0,065	0,056	0,056	0,062	0,060	0,055	0,054	0,044	0,040	0,038	0,050	0,038	0,047	0,044
5	0,39	0,37	0,38	0,37	0,36	0,35	0,39	0,056	0,058	0,059	0,064	0,054	0,062	0,052	0,049	0,041	0,044	0,056	0,041	0,050	0,053
6	0,38	0,38	0,34	0,35	0,34	0,33	0,38	0,055	0,054	0,056	0,060	0,055	0,060	0,060	0,052	0,051	0,059	0,062	0,045	0,058	0,053
7	0,44	0,45	0,47	0,37	0,38	0,35	0,40	0,060	0,058	0,063	0,065	0,058	0,064	0,060	0,061	0,063	0,065	0,070	0,052	0,062	0,055
8	0,44	0,49	0,42	0,40	0,40	0,47	0,45	0,065	0,069	0,068	0,060	0,072	0,069	0,065	0,069	0,071	0,078	0,075	0,071	0,060	0,057
9	0,45	0,50	0,47	0,48	0,41	0,48	0,40	0,065	0,074	0,075	0,070	0,066	0,070	0,065	0,070	0,070	0,075	0,070	0,065	0,068	0,059
10	0,50	0,47	0,39	0,36	0,45	0,43	0,31	0,070	0,081	0,074	0,071	0,070	0,066	0,064	0,078	0,070	0,075	0,075	0,072	0,074	0,063

Условные обозначения как в приложении 1

Приложение 4. Среднее содержание элементов питания за вегетацию по вариантам опыта под пшеницей, мг/кг

№ варианта	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	B	Mn	Cu	Zn	Co	Mo
1	18,6	242,7	3,11	1,23	8,8	0,22	0,34	0,045	0,028
2	22,3	249,7	3,5	1,27	9,7	0,29	0,38	0,060	0,054
3	22,64	253,6	3,8	1,27	10,4	0,32	0,44	0,068	0,062
4	22,99	254,3	3,67	1,26	9,5	0,30	0,35	0,058	0,043
5	23,8	262	3,76	1,26	9,7	0,31	0,37	0,058	0,047
6	21,7	258	5,8	1,27	10,5	0,23	0,36	0,057	0,054
7	23,7	258,6	4,4	1,28	9,7	0,32	0,40	0,060	0,061
8	24,3	259,1	4,5	1,29	10,2	0,32	0,44	0,067	0,068
9	23,96	258,4	5,9	1,29	10,8	0,35	0,45	0,069	0,068
10	24,43	261	6,26	1,3	11,0	0,38	0,42	0,070	0,072

Условные обозначения как в приложении 1

Приложение 5. Динамика содержания макроэлементов по фазам развития подсолнечника

№ варианта	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O				S			
	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось
1	19,8	18,3	19,2	18,3	210	215	220	210	3,7	3,5	3,5	3,2
2	21,9	21,5	21,0	21,5	225	215	230	230	4,0	3,8	3,8	4,6
3	21,5	23,5	23,1	21,4	242	230	241	245	4,1	3,9	4,2	4,8
4	22,2	22,5	23,8	22,2	230	225	220	225	4,2	3,5	3,5	4,1
5	22,8	24,1	24,6	23,4	225	225	230	220	4,1	3,6	3,7	4,3
6	22,5	22,6	21,5	22,3	220	222	225	220	5,9	5,8	6,1	6,0
7	21,2	21,5	22,7	21,5	230	236	234	225	4,5	4,2	3,9	5,0
8	22,4	21,8	23,5	22,4	225	230	240	237	4,9	4,6	4,5	4,9
9	23,5	24,7	24,5	23,1	230	235	235	230	6,2	6,3	6,7	6,8
10	23,6	24,2	24,9	24,6	230	240	250	230	6,2	6,7	6,8	6,2

Условные обозначения как в приложении 1

Приложение 6. Содержание подвижных форм микроэлементов в почве по фазам развития подсолнечника, мг/кг

№ варианта	В				Mn				Cu				Zn				Co				Mo			
	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось	Посев	Бутонизация	Цветение	Спелось
1	1,25	1,15	1,15	1,20	8,2	8,4	8,7	8,3	0,22	0,23	0,23	0,22	0,32	0,35	0,30	0,32	0,042	0,041	0,055	0,051	0,044	0,045	0,036	0,034
2	1,27	1,20	1,22	1,18	10,6	10,2	10,6	9,0	0,28	0,26	0,23	0,26	0,44	0,42	0,44	0,44	0,061	0,064	0,065	0,061	0,059	0,059	0,065	0,057
3	1,25	1,20	1,24	1,20	10,4	11,6	11,3	10,3	0,28	0,29	0,32	0,28	0,44	0,40	0,49	0,40	0,062	0,065	0,063	0,070	0,061	0,068	0,065	0,08
4	1,25	1,20	1,20	1,15	9,5	9,2	9,5	9,1	0,23	0,25	0,22	0,24	0,44	0,42	0,46	0,43	0,062	0,060	0,057	0,055	0,057	0,058	0,057	0,06
5	1,25	1,25	1,25	1,18	10,2	10,8	9,7	9,3	0,30	0,28	0,23	0,24	0,42	0,48	0,47	0,46	0,071	0,073	0,053	0,064	0,066	0,066	0,063	0,065
6	1,31	1,20	1,22	1,20	11,4	11,8	10,2	9,6	0,32	0,30	0,30	0,33	0,40	0,42	0,44	0,44	0,074	0,071	0,063	0,064	0,059	0,061	0,062	0,062
7	1,20	1,15	1,23	1,20	10,8	10,3	10,0	9,5	0,28	0,32	0,34	0,34	0,46	0,48	0,49	0,46	0,072	0,072	0,061	0,066	0,059	0,065	0,066	0,063
8	1,25	1,25	1,2	1,2	11,8	11,5	11,6	10,4	0,38	0,36	0,36	0,36	0,48	0,45	0,51	0,47	0,070	0,074	0,06	0,063	0,059	0,062	0,063	0,064
9	1,26	1,25	1,25	1,22	11,2	10,8	11,4	11,0	0,32	0,36	0,35	0,38	0,45	0,48	0,43	0,49	0,072	0,080	0,074	0,062	0,067	0,064	0,062	0,063
10	1,30	1,30	1,30	1,25	10,4	11,5	11,8	11,2	0,38	0,35	0,38	0,38	0,50	0,55	0,55	0,53	0,071	0,085	0,082	0,072	0,081	0,082	0,079	0,070

Условные обозначения как в приложении 1

Приложение 7. Среднее содержания макроэлементов и микроэлементов по фазам развития подсолнечника, мг/кг

№ варианта	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	B	Mn	Cu	Zn	Co	Mo
1	19,6	213,75	3,5	1,19	8,4	0,22	0,32	0,047	0,040
2	21,5	225	4,05	1,22	10,1	0,26	0,43	0,063	0,060
3	22,4	239,5	4,25	1,22	10,9	0,29	0,43	0,065	0,068
4	22,7	225	3,8	1,20	9,3	0,23	0,44	0,058	0,058
5	23,7	225	3,9	1,23	10,0	0,26	0,46	0,065	0,065
6	22,2	221,75	5,95	1,23	10,7	0,31	0,42	0,068	0,061
7	21,7	231,25	4,4	1,19	10,1	0,34	0,47	0,068	0,063
8	22,5	233	4,7	1,225	11,3	0,36	0,48	0,067	0,062
9	23,95	232,5	6,5	1,245	11,1	0,35	0,46	0,072	0,064
10	24,3	237,5	6,5	1,29	11,2	0,37	0,53	0,077	0,078

Условные обозначения как в приложении 1

Приложение 8. Динамика содержания элементов питания по фазам вегетации кукурузы, мг/кг

№ варианта	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O					S					
	ПОСЕВ	3-4 листа	цветение	МОЛОЧНО-ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ	ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ	ПОСЕВ	3-4 листа	цветение	МОЛОЧНО-ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ	ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ	ПОСЕВ	3-4 листа	цветение	МОЛОЧНО-ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ	ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ
1	18,0	18,2	18,7	18,4	18,0	220	220	230	220	232	3,2	3,2	3,3	3,2	3,1
2	21,5	21,2	21,4	21,1	21,2	233	220	223	220	225	3,4	3,4	3,5	3,5	3,4
3	22,2	22,7	22,5	22,2	22,0	225	230	245	245	230	3,8	4,0	3,7	3,8	3,6
4	23,2	23,2	23,2	23,1	22,1	230	223	230	245	225	3,5	3,3	3,8	3,6	3,5
5	24,1	24,4	24,5	24,0	22,1	222	232	230	235	225	3,6	3,4	3,9	3,6	3,8
6	21,5	22,2	21,3	21,5	21,0	225	230	233	225	228	6,3	5,8	6,1	6,1	5,9
7	22,2	23,5	24,4	23,2	23,4	227	230	230	235	225	4,0	4,2	4,0	4,2	4,1
8	24,5	25,5	24,5	24,8	23,7	228	233	235	228	227	4,2	4,3	4,4	4,4	4,3
9	24,8	25,2	24,0	24,1	23,2	232	234	235	225	230	6,1	6,3	6,2	6,1	5,9
10	24,3	24,4	24,5	23,8	23,5	225	233	232	230	228	6,2	6,4	6,4	6,4	6,1

Условные обозначения как в приложении 1



Приложение 9. Содержание микроэлементов по фазам развития кукурузы, мг/кг

№ варианта	В					Mn					Cu				
	Посев	3-4 Листа	Цветение	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	3-4 Листа	Цветение	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	3-4 Листа	Цветение	Молочно-восковая спелость	Полная спелость
1	1,19	1,18	1,21	1,15	1,17	9,0	8,5	8,2	8,2	8,1	0,33	0,30	0,26	0,31	0,30
2	1,21	1,20	1,22	1,18	1,16	10,6	10,3	9,6	9,0	9,0	0,35	0,36	0,35	0,32	0,30
3	1,24	1,20	1,25	1,20	1,21	11,4	12,6	10,3	10,3	10,3	0,36	0,36	0,38	0,35	0,32
4	1,25	1,20	1,22	1,15	1,17	9,5	11,2	9,5	9,1	9,1	0,33	0,35	0,32	0,34	0,32
5	1,24	1,25	1,25	1,18	1,18	10,2	12,8	9,7	9,3	9,3	0,30	0,38	0,33	0,34	0,33
6	1,26	1,20	1,20	1,20	1,22	11,4	13,8	10,2	9,6	9,6	0,32	0,33	0,35	0,33	0,32
7	1,20	1,15	1,23	1,20	1,20	11,8	12,3	10,0	9,5	9,5	0,38	0,42	0,34	0,34	0,34
8	1,25	1,29	1,25	1,24	1,21	12,8	13,5	11,6	10,4	10,4	0,42	0,40	0,38	0,38	0,34
9	1,24	1,25	1,24	1,22	1,20	13,2	12,3	11,4	11,0	11,0	0,42	0,43	0,41	0,39	0,38
10	1,25	1,26	1,28	1,25	1,24	14,4	13,5	11,8	11,2	11,2	0,43	0,44	0,46	0,39	0,37

Условные обозначения как в приложении 1

## Приложение 10. Содержание микроэлементов по фазам развития кукурузы, мг/кг

№ варианта	Zn					Co					Mo				
	Посев	3-4 Листа	Цветение	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	3-4 Листа	Цветение	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Посев	3-4 Листа	Цветение	Молочно-восковая спелость	Полная спелость
1	0,35	0,36	0,37	0,34	0,32	0,043	0,043	0,045	0,041	0,042	0,043	0,045	0,046	0,044	0,035
2	0,44	0,48	0,56	0,53	0,50	0,051	0,064	0,065	0,061	0,060	0,059	0,060	0,065	0,057	0,054
3	0,45	0,49	0,58	0,55	0,52	0,063	0,065	0,063	0,070	0,066	0,061	0,068	0,065	0,075	0,070
4	0,40	0,40	0,36	0,40	0,43	0,052	0,060	0,057	0,055	0,053	0,057	0,058	0,057	0,060	0,062
5	0,40	0,38	0,37	0,40	0,46	0,051	0,053	0,063	0,064	0,055	0,063	0,065	0,063	0,062	0,060
6	0,43	0,42	0,44	0,45	0,40	0,054	0,051	0,053	0,060	0,053	0,059	0,061	0,062	0,062	0,057
7	0,46	0,48	0,48	0,46	0,46	0,072	0,072	0,061	0,066	0,054	0,058	0,065	0,066	0,064	0,063
8	0,48	0,45	0,50	0,47	0,45	0,070	0,074	0,06	0,063	0,055	0,059	0,062	0,063	0,064	0,060
9	0,45	0,48	0,48	0,49	0,43	0,072	0,080	0,074	0,062	0,060	0,064	0,066	0,065	0,063	0,065
10	0,50	0,55	0,55	0,52	0,50	0,071	0,075	0,072	0,072	0,071	0,081	0,082	0,079	0,070	0,066

Условные обозначения как в приложении 1

Приложение 11. Среднее содержание элементов питания за вегетацию по вариантам опыта под кукурузой, мг/кг

№ варианта	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	B	Mn	Cu	Zn	Co	Mo
1	18,26	220,4	3,20	1,18	8,4	0,3	0,35	0,043	0,043
2	21,28	224,2	3,44	1,19	9,7	0,34	0,50	0,060	0,059
3	22,32	235,0	3,78	1,22	10,1	0,35	0,52	0,065	0,068
4	22,96	230,6	3,54	1,2	9,7	0,33	0,40	0,055	0,059
5	23,82	228,8	3,66	1,22	10,3	0,37	0,40	0,057	0,063
6	21,50	228,2	6,04	1,22	10,1	0,33	0,43	0,054	0,060
7	23,34	229,4	4,10	1,20	10,6	0,36	0,47	0,065	0,063
8	24,60	230,2	4,32	1,25	11,7	0,38	0,47	0,064	0,062
9	24,26	231,2	6,12	1,23	11,8	0,41	0,47	0,070	0,065
10	24,10	229,6	6,30	1,26	12,4	0,42	0,52	0,072	0,076

Условные обозначения как в приложении 1

Приложение 12. Содержание азота и фосфора в озимой пшенице по фазам ее развития, %

Варианты опыта	Фаза выхода в трубку		Фаза цветения		Фаза молочной спелости	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1 Контроль	4,75	0,46	3,20	0,32	2,20	0,18
2 Известняк-ракушечник – 6,0 т/га	4,98	0,48	3,30	0,34	2,45	0,18
3 Известняк-ракушечник – 12,0 т/га	5,05	0,48	3,42	0,36	2,46	0,19
4 Апатит 1,5 т/га	5,00	0,52	3,40	0,37	2,37	0,19
5 Апатит 3 т/га	5,10	0,54	3,40	0,38	2,35	0,20
6 Фосфогипс 12 т/га	4,97	0,46	3,46	0,35	2,40	0,18
7 Известняк-ракушечник–6,0 т/га +апатит – 1,5 т/га	5,03	0,49	3,55	0,37	2,43	0,19
8 Известняк-ракушечник– 12,0т/га + апатит–3,0 т/га	5,09	0,53	3,52	0,39	2,55	0,19
9 Известняк-ракушечник 6 т/га+ апатит 1,5 т/га+фосфогипс 12 т/га	5,10	0,50	3,52	0,37	2,45	0,20
10 Известняк-ракушечник 12 т/га + апатит 3 т/га+ фосфогипс 12 т/га	5,15	0,57	3,57	0,41	2,56	0,21

Приложение 13. Содержание микроэлементов в озимой пшенице по фазам вегетации, мг/кг

№ варианта	Фаза выхода в трубку						Фаза цветения						Фаза молочной спелости					
	B	Mn	Cu	Zn	Co	Mo	B	Mn	Cu	Zn	Co	Mo	B	Mn	Cu	Zn	Co	Mo
1	2,37	42,2	1,7	8,8	0,23	0,19	2,16	44,4	1,81	8,1	0,21	0,16	1,52	35,1	1,66	7,6	0,22	0,12
2	2,38	45,0	1,80	9,6	0,28	0,22	2,15	44,6	1,85	8,6	0,25	0,17	1,51	36,5	1,66	8,2	0,22	0,14
3	2,35	46,2	1,85	9,5	0,25	0,24	2,16	45,4	1,90	9,5	0,27	0,17	1,53	37,4	1,69	8,3	0,23	0,13
4	2,37	45,2	1,81	9,3	0,26	0,21	2,16	45,8	1,82	9,4	0,24	0,16	1,51	36,1	1,73	8,2	0,24	0,13
5	2,30	45,7	1,80	9,6	0,28	0,22	2,18	45,1	1,83	9,6	0,25	0,17	1,56	36,2	1,74	8,1	0,24	0,15
6	2,41	45,5	1,78	9,4	0,28	0,21	2,17	46,2	1,84	8,9	0,26	0,17	1,54	37,1	1,70	8,1	0,25	0,14
7	2,36	45,7	1,81	10,5	0,27	0,23	2,20	46,4	1,84	9,1	0,27	0,18	1,56	36,9	1,71	8,3	0,21	0,15
8	2,38	46,5	1,83	10,3	0,28	0,24	2,19	45,5	1,87	9,5	0,26	0,18	1,55	36,7	1,72	8,2	0,24	0,14
9	2,38	46,4	1,85	10,1	0,28	0,23	2,21	46,3	1,86	9,6	0,27	0,17	1,56	38,0	1,71	8,3	0,23	0,14
10	2,38	46,8	1,89	11,6	0,33	0,27	2,27	46,9	1,98	9,8	0,31	0,19	1,57	38,4	1,78	8,9	0,27	0,17

Условные обозначения как в приложении 1

## Приложение 14.Количество микроорганизмов в фазу цветения кукурузы

Вариант опыта	аммонификаторов (млн.шт./1г)	нитрификаторов (млн.шт)	аэробных азотофиксаторов (тыс.шт)	Целлюлозоразрушающие (тыс.шт)	Микроскопические грибы ( тыс. шт)
1 Контроль	36,8	31,2	26,1	112,7	156,5
2 Известняк-ракушечник 6 т/га	55,2	49,6	67,0	129,1	197,6
3 Известняк-ракушечник 12 т/га	82,5	71,3	72,3	145,8	275,1
4 Апатит 1,5 т/га	31,2	28,4	33,7	154,8	197,4
5 Апатит 3 т/га	37,5	32,1	32,9	132,0	242,0
6 Фосфогипс 12 т/га	40,2	35,7	35,7	163,5	273,5
7 Известняк-ракушечник 6 т/га+ апатит 1,5 т/га	59,9	51,0	46,2	157,8	297,5
8 Известняк-ракушечник 12 т/га + апатит 3 т/га	84,2	72,4	49,0	230,6	264,2
9 Известняк-ракушечник 6 т/га+ апатит 1,5 т/га +фосфогипс 12 т/га	61,2	54,3	47,2	218,7	222,0
10 Известняк-ракушечник 12 т/га + апатит 3 т/га,+фосфогипс 12 т/га	94,3	85,1	49,7	261,6	371,6

Таблица.15 Показатели качества сельскохозяйственных культур

Варианты опыта	Озимая пшеница			Масличность подсолнечника %	Содержание крахмала, в кукурузе %
	Содержание клейковины %	ИДК клейковины	Стекловидность %		
1 Контроль	20,3	90,3	45,0	41,1	64
2 Известняк-ракушечник 6 т/га	20,8	88,8	50,5	41,7	68
3 Известняк-ракушечник 12 т/га	21,3	86,6	52,0	42,0	70
4 Апатит 1,5 т/га	22,2	86,7	50,0	41,5	71
5 Апатит 3 т/га	21,6	86,5	49,5	41,6	69
6 Фосфогипс 12 т/га	21,8	86,3	50,5	41,8	68
7 Известняк-ракушечник 6 т/га, апатит 1,5 т/га	21,4	86,7	52,0	41,4	70
8 Известняк-ракушечник 12 т/га, апатит 3 т/га	22,5	85,5	51,0	42,6	69
9 Известняк-ракушечник- 6 т/га+apatит- 1,5 т/га+гипс- 12 т/га	21,4	86,9	53,0	42,5	68
10 Известняк-ракушечник 12 т/га, апатит 3 т/га, фосфогипс 12 т/га	22,7	85,1	53,0	43,7	72
НСР	0,8	1,6	2,6	1,1	3,5