Министерство сельского хозяйства РОССИЙСКОЙ Федерации

Институт агроэкологии - филиал фгоу впо

«челябинский государственный агроинженерный университет»

ФакультетАгрономический

Кафедра Растениеводства, земледелия, плодоовощеводства

Выпускная квалификационная работа

Кислотно-Основное состояние черноземов выщелоченых при длительном использовании в пашне северной лесостепи южного зауралья.

2009

РЕФЕРАТ

Дипломная работа на тему «Кислотно-основное состояние черноземов выщелоченых при длительном использовании в пашне северной лесостепи южного Зауралья» содержит 55 страницы машинописного текста, 11 таблиц, 2 рисунка. Библиографический список – 29 источников. Рассмотрены морфологические признаки, физические, водные и агрохимические свойства черноземов выщелоченных на пашне. Выявлено что действие минеральных удобрений, вносимых в течение 35 лет в рекомендованных дозах, проявилось лишь в повышении гидролитической кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи, причем только в самом верхнем слое (0-10 см) и нижнем (20-30 см) пахотного горизонта.

Наиболее экономически эффективным является отвальная обработка почвы на глубину 0-10см.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ4

1. Литературный обзор

2. Природно-климатические условия исследования

2.1 Агроклиматические условия

2.2 Почвенный покров

3 Программа исследования

3.1 Место и время исследования

3.2 Почва опытного поля

3.3 Погодные условия в период исследований

4 Результаты исследований

4.1 Водная и солевая кислотность почвы

4.2 Гидролитическая кислотность почвы

4.3 Почвенно-экологическая и экономическая оценка чернозема выщелоченного

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Охрана труда

5.1.1 Требование безопасности в агрохимической лаборатории

5.2 Охрана природы

Выводы

Список литературы

Приложение А

# Введение

Как бы не развивались наука и техника, благополучие человека, его здоровье и питание зависят от земли. Она снабжает растения питательными элементами и влагой, содействует их росту, развитию и продуктивности, т.е. обладает плодородием. Многие особенности поведения элементов в почве обуславливает их кислотно-основное состояние. С ним связаны режимы органического вещества и элементов минерального питания растений, подвижность соединений, в том числе токсичных. Реакция почвенного раствора оказывает и прямое действие на культуры.

Негативное влияние повышенной кислотности на растения проявляется через недостаток кальция, повышенную концентрацию токсичных для растений ионов Al3+, Mn2+, Н+, изменение доступности для растений элементов питания, ухудшение физических свойств почвы, снижение ее биологической активности. В кислых почвах повышается растворимость соединений Fe, Mn, Al, B, Cu, Zn, избыток которых снижает продуктивность растений. Высокая кислотность снижает доступность молибдена. Усвояемость фосфора максимальна при рН 6,5, в более кислой и более щелочной среде она снижается. Кислая среда ухудшает азотный режим почвы, угнетая процессы аммонификации, нитрификации, азотфиксации. Для этих процессов оптимум рН лежит в интервале 6,5-8,0. Особо негативную роль в кислых почвах играет алюминий. При рН 4 его содержание в растворенном виде достигает токсичных концентраций для большинства растений. Примерно то же при низких рН происходит с марганцем.

На щелочных почвах возникает дефицит некоторых микроэлементов (Zn, Fe, Mn, Cu). При высокой щелочности ухудшаются физические свойства почв. Сильнощелочная реакция неблагоприятна для большинства растений (Агроэкологическая оценка…,2005)

Мнения же о том, какое влияние на кислотно-основное состояние почвы оказывают те или иные системы земледелия, в том числе способы ее обработки довольно противоречивы.

Цель работы выявить кислотно-основное состояние среднесуглинистых выщелоченных черноземов южной лесостепи Зауралья при длительном их использовании в пашне.

Задачи, поставленные при выполнении данной работы:

1 Выявить влияние уровня интенсификации земледелия и способов обработки почвы на ее водную и солевую кислотность;

2 Установить гидролитическую кислотность почвы в связи с длительным применением различных способов ее обработки на разных фонах удобренности.

Руководитель дипломной работы зав кафедрой семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук М.А. Глухих.

Исполнитель Сафин Д.Н.

# 1. Литературный обзор

Для построения технологии возделывания любой культуры, особенно применения удобрений, необходимо не только учитывать потребности растений в элементах питания, но и знать химический состав и биологические, физико-химические и химические свойства почвы, которые определяют уровень ее плодородия, условия питания растений и характер превращения в ней удобрений [1].

Всестороннее и глубокое изучение природы почвенной кислотности и механизма реакций, вызывающих подкисление, необходимо для выяснения чувствительности почв к кислотным воздействиям, для дальнейшего развития теоретических и практических основ химической мелиорации почв.

Значительная часть закономерностей уже известна из работ, обосновывающих и развивающих исследования по данному кругу вопросов, но решение многих частных вопросов и более точная оценка взаимодействий являются задачами дальнейших научных исследований [2].

Реакция почвы проявляется при ее взаимодействии с водой или растворами солей и определяется соотношением свободных ионов Н+ и ОН- в почвенном растворе. Концентрация свободных ионов Н+ выражается величиной рН, представляющей отрицательный логарифм концентрации ионов водорода; рН равная 7 характеризует нейтральную реакцию, рН менее 7 – кислую и рН более 7 – щелочную.

Реакция почвенного раствора в различных почвах колеблется от рН 3,5 до 8-9 и выше. Наиболее кислую реакцию имеют болотные почвы верховых торфяников. Кислой реакцией почвенного раствора характеризуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы (рН 4-6). Черноземы имеют реакцию, близкую к нейтральной. Наиболее щелочная реакция у солончаков, особенно содовых (рН 8-9 и выше). Нейтральная реакция характерна для почв, не содержащих карбонатов, почвенно-поглощающий комплекс (ППК) которых полностью насыщен кальцием и магнием. Эта реакция наиболее благоприятна для развития большинства культурных растений и бактерий. Кислая реакция является следствием развития в почве кислотности, щелочная реакция – следствие щелочности почвы [3].

Кислотность почвы – способность почвы подкислять воду и растворы нейтральных солей. Различают актуальную и потенциальную кислотность. Актуальной кислотностью называется кислотность почвенного раствора. Потенциальная кислотность характерна для твердой фазы почвы [3, 4]. Между актуальной и потенциальной кислотностью в почве сохраняется подвижное равновесие, но доминирующее значение во всех почвах имеет кислотность твердой фазы почвы.

Актуальная кислотность почвенного раствора зависит от наличия в нем свободных кислот, кислых солей и степени их диссоциации. В почвенном растворе свободные минеральные кислоты в заметных количествах встречаются очень редко. В большинстве почв актуальная кислотность обусловлена угольной кислотой и ее кислыми солями [3].

Потенциальная кислотность (кислотность твердой фазы) имеет сложную природу. Ее носителем являются обменные катионы Н+ и Аl3+ почвенных коллоидов. В литературе длительное время проходила дискуссия о природе кислотности твердой фазы почвы. К.К. Гедройц, Д.Н. Прянишников и ряд других исследователей считали, что кислотность обусловлена ионами водорода, а алюминий появляется в растворе в результате побочных реакций. Г. Дайкухара и В.А. Чернов показали, что алюминий действительно является носителем кислотности твердой фазы почвы. В настоящее время доказано, что как обменные ионы Н+, так и ионы Аl3+ являются причиной потенциальной кислотности почвы, так как при взаимодействии почвы с растворами солей эти катионы вытесняются в раствор и подкисляют его [5, 6, 7]:

[ППК-] H+ + KCl[ППК-] K+ + HCl;



[ППК-] Al3+ + 3KCl[ППК-] 3K+ + AlCl3.



Образующаяся в растворе соль хлористого алюминия относится к категории гидролитически кислых солей и в водном растворе расщепляется на кислоту и основание:

AlCl3 + 3H2OAl(OH)3 + 3HCl.



В гумусовых горизонтах наибольшее значение в формировании кислотности принадлежит иону водорода, а в минеральных горизонтах – алюминию. Источником обменного иона водорода являются органические кислоты, образующиеся при разложении и гумификации органических остатков, а также угольная кислота. При взаимодействии с почвой, насыщенной основаниями, водород этих кислот внедряется в диффузный слой почвенных коллоидов:

[ППК-] Ca2+ + R(COOH)2[ППК-] 2H+ + R(COO)2Ca;



[ППК-] Ca2+ + H2CO3[ППК-] 2H+ + CaCO3.



Источником обменного алюминия следует считать алюминий кристаллической решетки глинистых минералов и несиликатные формы гидроокиси алюминия, мобилизуемые органическими кислотами и также внедряющиеся в диффузный слой почвенных коллоидов.

В зависимости от характера вытеснения различают две формы потенциальной кислотности – обменную и гидролитическую. Обменная кислотность проявляется при обработке почвы раствором нейтральной соли:

[ППК-] + 4KCl [ППК-] + HCl + AlCl3.



Образующаяся в результате взаимодействия солевого раствора с почвой и гидролитического расщепления соляная кислота характеризует обменную кислотность. Величина обменной кислотности выражается в миллиграмм-эквивалентах Н+ и Аl3+, количество которых определяется методом титрования, или величиной рН солевой вытяжки, полученной при обработке почвы раствором нейтральной соли [3, 8].

Гидролитическая кислотность определяется как общая кислотность почвы, включающая в себя актуальную, обменную и «собственно» гидролитическую. Она значительно больше обменной и выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. В отсутствие актуальной и обменной видов «собственно» гидролитическая кислотность не вредна для растений и микроорганизмов. Это наблюдается во всех черноземах, кроме южных [9].

С гидролитической кислотностью приходится встречаться чаще, чем с обменной, она свойственна большинству почв, даже черноземам. Эта кислотность включает менее подвижную часть поглощенных ионов Н+, труднее обменивающихся на катионы почвенного раствора. Определять ее необходимо для решения ряда практических вопросов применения удобрений – установления норм извести и возможности эффективного применения фосфоритной муки. При обработке почвы раствором уксуснокислого натрия в раствор переходят все содержащиеся в почве ионы водорода (и алюминия), т. е. определяется сумма всех видов кислотности (актуальная, обменная и гидролитическая). Чтобы определить величину собственно гидролитической кислотности, необходимо из общего показателя вычесть величину обменной кислотности. Обычно этого не делают и термином «гидролитическая кислотность» обозначают общую кислотность почвы, выражая ее в мг-экв на 100 г почвы.

Еще в начале XX века некоторые исследователи (Вейч в США, Дайкухара в Японии и, несколько позже, Каппен в Германии) обратили внимание на то, что в нейтрально солевых вытяжках из кислых почв присутствует Аl, и приняли за причину обменной кислотности наличие Аl среди поглощенных катионов почвы. Как уже указывалось выше, реакция нейтральной соли с кислой почвой, содержащей Аl на поверхности коллоидных частиц, представляется в следующем виде:

АlСl являясь гидролитически кислой солью, подкисляет раствор:

АlСl3 +3Н2О → Аl(ОН)3+3НCl.

Мера подкисления определяется титрованием:

АlСl3+NaОН → Аl(ОН)3 + 3NаСl.

Иное представление о природе почвенной кислотности поддерживалось К.К. Гедройцем, который считал причиной кислотности наличие в почве обменного Н+. Возражая Дайкухара и Каппепу, К.К. Гедройц (1930) объяснял появление Аl в фильтрате вторичной реакцией между НСl (продуктом взаимодействия кислой, т, е. содержащей обменный Н-ион почвой и нейтральной солью) и основными формами Аl твердой фазы почвы, легко вступающими в реакцию.

Взгляды Гедройца на вторичное происхождение Аl при взаимодействии почв с растворами нейтральных солей разделяли многие крупные исследователи в области химии почвы (Вигнер, 1930; Гиссинк, 1925 и др.). В дальнейшем к ним присоединился и Каппен (1929).

Представление о наличии водородного иона среди обменных катионов подтверждалось рядом явлений. Прежде всего, водородный ион, постоянно появляющийся в почве (в результате биологических процессов образования угольной кислоты, азотной кислоты, органических кислот), служит несомненным первичным фактором подкисления. Значение его усиливается тем, что протон (ион Н+) обладает наибольшей из всех ионов подвижностью и высокой способностью адсорбироваться. Во многих кислых почвах, прежде всего в почвах или почвенных горизонтах, богатых органическим веществом, в большинстве случаев отсутствует эквивалентность между кислотностью и количеством Аl в растворе: кислотность этих почв, определяемая титрованием вытяжек, больше, чем количество Аl, найденное в вытяжках. Суспензии кислых почв в исследованиях Раис и Осуги (1918) вызывают инверсию сахара, что считалось доказательством наличия в них Н, являющихся катализаторами реакции инверсии. Все эти (и некоторые другие) факты привели в 30-х годах исследователей в области химии почвы к сравнительно единодушному представлению о наличии Н+-иона па поверхности почвенных частиц, как об единственной причине обменной кислотности.

Сравнивая поглощение Аl из 0,05 н. растворов: 1) АlСl3; 2) АlСl3, нейтрализованного на 1/3 NаОН, т. е. содержащего Аl(ОН)2+, и 3) АlСl3, нейтрализованного на 2/3 NаОН, т. е. содержащего Аl(ОН)+2,– Чернов обнаружил еще более высокую адсорбционную способность у основных форм алюминия по сравнению с трехвалентными ионами. Видимо, решающую роль здесь играет слабая диссоциированность соединений, которые образуют ионы, включающие Аl, с ионами потенциал-определяющего слоя. Вторым моментом, подкрепляющим точку зрения Чернова, является эквивалентность между титрирной кислотностью КCl – вытяжек из кислых почв и содержанием Аl в этих вытяжках (за отмеченными выше исключениями: лесной подстилки; торфянистых почв; верхних горизонтов подзолистых почв). При обмене же равновалентных ионов разведение не влияет на количество адсорбированных ионов. Чернов использовал это положение для суждения о том, Н+ или Аl3+ обмениваются. с К+ солевого раствора при определении кислотности. В его опытах разведение раствора КCl приводило к резкому снижению величины определяемой кислотности, что принималось за подтверждение участия в обмене Аl-иоиов.

Однако все данные В. А. Чернова относятся к вытяжкам из почв и не являются прямым доказательством присутствия Аl среди обменных катионов. Работы В.А. Чернова вызвали оживленную дискуссию (Аскинази, Карпинский и Ремезов, 1955; Ярусов и Соколова, 1950; Моисеев, 1954). Доказательства присутствия Аl среди обменных катионов были получены лишь в самые последние годы в опытах, проводившихся с использованием обмеппо-способных смол. В опытах Харуорд и Колеман ( 1954) катионит насыщался в одном случае Аl путем промывания раствором АlСl3, в другом случае – Н-ноном путем промывания нормальным раствором НCl. Поскольку катионит представляет собой органическое вещество, появление Аl при промывке его НCl невозможно. С этими двумя образцами смол сравнивались по теплоте нейтрализации образцы различно подготовленных глин. Глина, промытая 1 н. НCl или пропущенная через колонку Н+-смолы, показала ту же величину теплоты нейтрализации, что и Н+-смола, т. е. оказалась насыщенной Н+-ионом.

Выше указывалось, что почвенная кислотность оказывает отрицательное влияние па развитие растений; при этом Аl оказывает гораздо более резкое токсическое действие па растения, чем Н. В опытах С.С. Ярусова и М.Ф. Соколовой (1950) при доведении почв, насыщенных ионами водорода или алюминия до одинаковой реакции (рН), горчица сильнее страдала от кислотности на почвах, насыщенных ионами алюминия. Поданным Е.Б. Дьяковой (1948), при содержании в почве 6-8 мг подвижного Аl на 100 г почвы клевер испытывает значительное угнетение. При повышении содержания подвижного Аl до 10-12 мг на 100 г почвы клевер страдает очень сильно и выпадает.

Различают актуальную и потенциальную щелочность. Актуальная щелочность обусловливается наличием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей (Na2CO3, NaHCO3, Са(НСО3)2 и др.), которые при диссоциации определяют преобладающую концентрацию гидроксид-ионов.

При определении актуальной щелочности различают общую щелочность, щелочность от нормальных карбонатов и от бикарбонатов. Щелочность от нормальных карбонатов может проявляться как в результате обменных реакций почв, содержащих поглощенный натрий, так и вследствие жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий, восстанавливающих в анаэробных условиях и в присутствии органического вещества сернокислые соли натрия с образованием соды:

Na2SO4 + 2С = 2СО2 + Na2S; Na2S + CO2 + Н2О = Na2CO3 + H2S.

Потенциальная щелочность обнаруживается у почв, содержащих поглощенный натрий. Щелочность почвенного раствора характеризуется в миллиграмм-эквивалентах кислоты, необходимой для нейтрализации ионов ОН- раствора, обусловленных ионами НСО3- (щелочность бикарбонатов), СО32- (щелочность нормальных карбонатов) или их суммой (общая щелочность) [3, 10].

Реакция почвенного раствора наряду с величинами обменной и гидролитической кислотности зависит от емкости поглощения и степени насыщенности почвы основаниями. Степень насыщенности почвы основаниями – второй важный показатель нуждаемости почв в известковании. Чем он ниже, тем выше нуждаемость и наоборот. Емкость поглощения катионов почвой – это максимальное количество обменных катионов, которые могут быть поглощены почвой. Ее выражают в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы (мг-экв/100 г). Чем выше емкость катионного обмена (ЕКО) почвы, тем экономически выгоднее и экологически безопаснее разовое (запасное, периодическое) внесение больших доз удобрений и мелиорантов под культуры. Чем ниже ЕКО, тем острее необходимость дробного внесения небольшими дозами удобрений и мелиорантов под те же культуры [3, 9].

ЕКО и состав поглощенных катионов играют огромную, если не решающую, роль в питании растений и превращении удобрений. Они определяют реакцию и буферные свойства твердой и жидкой фаз ее, а также катионно-анионный состав и концентрацию почвенного раствора и, следовательно, обусловливают выбор вида, дозы, формы, срока и способа внесения удобрений и мелиорантов для возделываемых культур на каждой конкретной почве.

Состав и количество поглощенных катионов влияют на дисперсность ППК и, следовательно, на свойства почвы, питание растений и трансформацию удобрений и мелиорантов.

При подкислении почвы коагулирующее действие катионов усиливается, при подщелачивании – ослабевает, а одновалентные катионы в щелочной среде не вызывают коагуляции коллоидов. Катионы кальция осаждают коллоиды даже в щелочной среде, а магния занимают промежуточное положение между одновалентными и кальцием. Содержание в ППК одновалентных щелочных катионов калия, и особенно натрия, более 3-5 % ЕКО и увеличение количества их сильно диспергируют коллоидную и предколлоидную фракции, резко ухудшают свойства щелочных почв и, следовательно, питание растений. Значительное содержание в ППК обменно-поглощенных катионов водорода, алюминия, железа и марганца (подзолистые и болотные почвы, желтоземы, красноземы) также ухудшает многие свойства кислых почв. Поглощенный катион водорода постепенно разрушает минералы ППК, что приводит к ухудшению структуры почвы, обеднению ее коллоидной фракцией и, следовательно, снижению ЕКО [9].

Реакция почвенного раствора может изменяться вследствие накопления кислых продуктов разложения органических остатков, под влиянием выделения корнями растений углекислоты и протонов, образования азотной кислоты при нитрифицирующей деятельности микроорганизмов, при внесении физиологически кислых или физиологически щелочных минеральных удобрений. При этом изменение реакции на разных почвах будет неодинаково. На одних действие подкисляющих или подщелачивающих веществ будет проявляться больше, на других меньше вследствие разной буферной способности почв [3].

Буферной способностью, или буферностыо, называют способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора при добавлении кислоты или основания [3, 10, 11, 12].

Различают буферную способность почв против изменения реакции в сторону подкисления и буферную способность против изменения реакции в сторону подщелачивания. Буферность зависит от химического состава и емкости поглощения почвы, состава поглощенных катионов и свойств почвенного раствора. Она обеспечивается способностью различных химических соединений почвенного раствора, как участвовать в различных реакциях, так и выполнять сходные функции в различных условиях [13].

По мнению И.С. Кауричева (1982), буферные свойства почвенного раствора связаны главным образом с буферностью твердой фазы почвы, с которой раствор находится в постоянном взаимодействии. Важнейшую роль при этом играют содержание свободных карбонатов, а также количество и состав обменных катионов. Буферность почвенного раствора обусловлена также присутствием в нем буферных систем, представленных смесью слабых кислот и их солей. Наибольшее значение в буферных свойствах почвенного раствора имеет система H2CO3 + Ca (HCO3)2 [3]. С.Е. Иванова и соавторы (1996) считают, что большую роль в создании буферности играют растворимые органические вещества, которыми могут являться наиболее подвижная фракция органических кислот – фульвокислоты, неспецифические органические кислоты и их соли [14]. О.Н. Козлова (1999) утверждает, что главными буферными комплексами, обеспечивающими устойчивость почвы в целом, являются тонкодисперсные фракции минеральных горизонтов, так как они обладают высокой удельной поверхностью и химически активны [15].

Буферность почвы характеризуется количеством миллилитров кислоты или щелочи, которое необходимо прибавить, чтобы изменить концентрацию протонов в почвенном растворе. Обычно буферность почвы выражают графически с помощью кривых титрования: на графике наносят кривую титрования чистого кварцевого песка, лишенного всякой буферной способности, и кривую титрования исследуемой почвы. Чем резче кривая титрования почвы отстает от кривой титрования песка, тем больше ее буферная способность [12, 16]. Кривая буферности графически выражает изменение рН почвенной суспензии при добавлении к почве кислоты или щелочи. Буферность почвы выражается также буферной площадью – площадью между кривой титрования почвы и песка. Эта площадь делится на две части – для кислотной и щелочной областей [11, 17]. Для черноземов буферная площадь, как в кислой, так и в щелочной области примерно в 2-3 раза больше, чем для подзолистых почв [3].

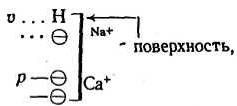
Буферность природных почв в их естественном залегании отличается от буферности отдельных проб почвы, которую находят в лабораторных условиях. Почва динамична, а проба почвы мертва, статична. В природных условиях буферность характеризует способность почв не только противостоять изменению рН при добавлении кислоты или основания, но и восстанавливать прежнее значение рН во времени [11].

В поддержании стабильной реакции почв участвуют различные механизмы буферности. В почвах всегда происходят различные реакции с присоединением и сдачей протонов, т. е. встречаются различные буферные кислотно-щелочные системы. Поскольку части буферных систем проявляют свое действие самостоятельно или дополняя друг друга, выявить, оценить частное явление буферности весьма трудно.

Наиболее важными почвенными компонентами и реакциями с буферным действием, по мнению Д. Филеп и М. Редли [2], являются: а) присоединение и отдача протонов почвенными коллоидами (глинистыми минералами; органическими коллоидами; гидроксидами металлов, гидратированными металлическими окислами и гелями кремниевой кислоты); б) образование – растворение легковыветриваемых минералов; в) преобразование полимеров гидроксидов алюминия и/или алюминиевых гидроксокомплексов; г) образование – декомплексация органических металлических комплексов; д) система СаСО3 – Са(НСО3)2 – СО2.

Поведение коллоидов в значительной мере зависит от того, в каком количестве и соотношении встречаются на их поверхности перманентные (постоянные) и переменные (зависящие от рН) заряды. Перманентные заряды создаются при изоморфном замещении в процессе образования и преобразования глинистых минералов. При этом в тетраэдрах SiO4, центральные ионы Si4+ частично могут заменяться Аl3+, а ионы Аl3+ могут быть замещены ионами Mg2+ или Fe2+. Таким образом, часть отрицательных зарядов ионов О2- и Н-, составляющих кристаллическую решетку, остается некомпенсированной. Напротив, переменные заряды способны к присоединению и отдаче протонов, образуя в момент отдачи протонов радикалы с характером слабой кислоты. При увеличении рН или концентрации солей поверхностный переменный заряд увеличивается, при подкислении или разбавлении раствора уменьшается. Оба типа зарядов связывают металлические катионы электростатически – в обменной форме. Ионы Н+ присоединяются к радикалам, несущим переменный заряд, прочной ковалентной связью, а протоны встраиваются в поверхность (специфическая адсорбция). Перманентные заряды подобно одновалентным металлическим катионам связывают протоны почвенного раствора гораздо слабее – только электростатически и исключительно в форме Н3О+.

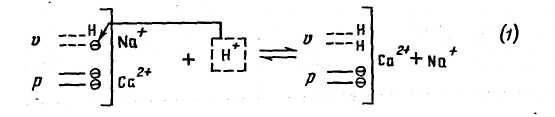
Многокомпонентную коллоидную фракцию почвы можно считать поверхностью со смешанным зарядом. Для оценки обменных реакций в таких системах с успехом используется упрощенная коллоидная модель, предложенная Д. Филеп:



где – переменные заряды; р – перманентные заряды.



При увеличении концентрации Н+ в почвенном растворе (подкислении) по причине специфического связывания протонов поверхностный заряд и способность связывания катионов уменьшается и часть металлических ионов, присоединенных к переменным зарядам, попадает в раствор



Если реакция среды почвенного раствора сдвигается в сторону подщелачивания, реакция, характеризуемая данным уравнением, идет в обратную сторону. Тогда ионы Н+ срываются со специфических мест связи, вследствие чего поверхностный заряд и емкость катионного обмена почв увеличиваются. Такие буферные реакции почвенных коллоидов быстрые и обычно обратимые.

Образование и растворение минералов протекают относительно медленно. Для растворения необходим избыток протонов, а образование сопровождается освобождением протонов. Во время разрушения минерала благодаря связыванию протонов освобождаются Аl3+ и другие катионы.

Отдача и присоединение протонов гидрокомплексами алюминия и полимерами гидроксидов алюминия. Если концентрация Н+ в почвенном растворе возрастает до такой степени, что рН становится больше либо равно 5, то из силикатной решетки растворяется большое количество алюминия и в водном растворе появляются ионы гексаква-алюминия [Аl(Н2О)6]3+, которые стабильны только в сильнокислой среде. Если рН несколько выше, чем это требуется для поддержания гексаква-ионов, из водных молекул гидратной сферы выделяются протоны и появляются ионы гидроксо-комплекса алюминия:

[Аl(Н2О)6]3+ [Аl(Н2О)6ОН]2+ = Н+  [Аl(Н2О)4(ОН)2]+ + Н+.



Эта система ведет себя как кислотно-щелочной буфер. В более щелочной среде гидроксокомплексы полимеризуются, затем полимеры присоединяются к глинистым минералам и нейтрализуют часть перманентных зарядов. При дальнейшем подщелачивании положительный заряд полимеров постепенно уменьшается и блокированные места зарядов снова освобождаются. Под влиянием кислоты (в результате присоединения протона) заряд полимера, или свободный заряд, приходящийся на один ион алюминия, возрастает, а в сильнокислой среде соединение [Аl(Н2О)6]3+ деполимеризуется до аквакомплексионов.

Образование и разрушение органических металлических комплексов сопровождается переходом протона:

Мz+ + HzL ML + zH+,



где L – комплексообразующий лиганд.

В насыщенных почвах преобладают Са- и Mg-комплексы, в кислых почвах – Al-комплексы.

Буферное влияние системы СаСО3–Са(НСО3)2–СО2–Н2О. Реакцию среды системы регулирует равновесие реакции

СаСО3 + [H+ + HCO-3] Са(НСО3)2 Ca2++ 2ОН- + Н2СО3



Соответственно этому в карбонатных почвах растворение СаСО3 снижает прибавку Н+, а образование (выпадение в осадок) СаСО3 – избыток ОН-.

То, в какой области рН наиболее эффективна та или другая буферная система, определяется постоянной диссоциацией протонированной формы функциональных групп, ведущих себя как слабые кислоты. Чем слабее кислота, чем сильнее связывает протоны протонированная форма, тем при более высоких значениях рН вступает в действие система. В различных фазах подкисления или подщелачивания – в зависимости от содержания коллоидов, их качества и насыщенности – в почве получают ведущую роль те или другие буферные системы [2, 12].

Б. Ульрихом (1980, 1983, 1986) разработана концепция буферных зон почв, в соответствии с которой те или иные компоненты почвы ответственны за создание буферности почвы, к кислоте в разных диапазонах значений рН, причем в пределах каждого диапазона ведущая роль принадлежит только одной буферной реакции.

Карбонатная буферная зона имеет значение только в почвах, содержащих карбонаты, и соответственно имеющих рН более 6,2. Основной буферной реакцией является растворение карбонатов.

Силикатная буферная зона играет наибольшую роль в диапазоне значений рН от 5,0 до 6,2. Основным механизмом буферности является замещение протонов щелочных и щелочноземельных металлов, входящих в кристаллическую решетку минералов. Буферная емкость в пределах этой зоны зависит от минералогического состава почвы, который определяет содержание оснований.

Ионообменная буферная зона соответствует диапазону значений рН от 4,2 до 5,0. Основной буферной реакцией является вытеснение кальция протоном из почвенного поглощающего комплекса. Прогрессивное подкисление вызывает переход почвы в состояние, соответствующее следующей – алюминиевой – буферной зоне.

Алюминиевая буферная зона соответствует диапазону значений рН 4,2-3,2. Основной буферной реакцией является освобождение алюминия из глинистых силикатов.

Железистая буферная зона характеризуется очень низкими значениями рН (менее 3,2), при которых начинается растворение гидроксидов железа, которое является основной буферной реакцией [18].

Буферность и буферные свойства почв заключают в себе определенную, притом немалую, информацию о процессах почвообразования, которую можно использовать при решении вопросов диагностики и классификации почв. Информация об устойчивости почв относительно подкисления и подщелачивания может служить в качестве теоретической основы при решении общеэкологических задач и многих практических вопросов химизации земледелия [19].

# 2 Природно-климатические условия исследования

## 

## 2.1 Агроклиматические условия

По биоклиматическим показателям территория Челябинской области подразделяется на подзоны: горно-лесная зона, северная лесостепь, южная лесостепь, степь; в Курганской отсутствует горно-лесная. Южная лесостепная подзона – это Агаповский, Верхнеуральский Еткульский, Троицкий и Увельский районы Челябинской области; Альменевский, Сафакулевский, Кетовский, Юргамышский районы. Расположена она также в пределах зауральского пенеплена Западно-Сибирской низменности и имеет типичный равнинный характер[20].

Южная лесостепная почвенно-климатическая подзона характеризуется относительно большим количеством тепла и явным дефицитом влаги.

Сумма эффективных температур более 10 °C составляет 2000-2150 °С. Этот уровень теплообеспеченности наступает 5-8 мая, заканчивается 19 сентября, то есть период активной вегетации растений продолжается 130-135 дней. Весной заморозки прекращаются обычно 17-20 мая, осенью случаются в третьей декаде августа. Такой температурный режим позволяет выращивать не только зерновые, но и многие другие, более теплолюбивые культуры.

По количеству атмосферных осадков южная лесостепь значительно уступает северной и тем более горно-лесной зоне. Здесь за вегетационный период их выпадает 190-225 мм. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) не превышает 0,9-1,0, запасы влаги в почве к началу сева яровых зерновых бывают недостаточные – 115-135 мм в метровом слое, или 45-60 % от потребности сельскохозяйственных культур. Засуха и суховеи в районах южной лесостепи бывают практически ежегодно. Наиболее засушливый месяц – июнь. В этих условиях эффективное ведение земледелия возможно только при применении агротехнических приемов по накоплению, сохранению и экономичному использованию влаги.

Устойчивый снежный покров формируется в первой декаде ноября и сохраняется в течение 145-150 дней. Высота его увеличивается медленно. В начале декабря снежный покров достигает 10 см, в январе 15-20 см и только к концу февраля 30-40 см. При сильных морозах, достигающих в январе – 44-48 °С, почва глубоко (до 150-170 см) и сильно промерзает, а весной поздно оттаивает.

## 

## 2.2 Почвенный покров

Южная лесостепь расположена в пределах зауральского пенеплена Западно-Сибирской низменности. Рельеф зоны типично равнинный.

В почвенном покрове преобладают черноземы выщелоченные, на долю которых приходится 34,8 % общей площади, 46 % пашни и 45,9 % сельхозугодий. Второе место занимают черноземы обыкновенные, распространение которых характеризуется соответственно такими показателями: 21,3, 30,7 и 26,7 %.

Большие площади занимают солонцы – 14,9 % общей площади, 12,2 % пахотных земель и 19,5 % сельхозугодий. более 3 % от площади почвенного покрова, 2,2 % пашни и 2,4 % естественных сельхозугодий приходится на серые лесные осолоделые почвы [21].

Чернозёмные почвы в лесостепной зоне представлены оподзоленными, выщелоченными и типичными черноземами.

Среди черноземных почв в каждой подзоне развиты их полугидроморфные аналоги – лугово-черноземные почвы. Они формируются в условиях повышенного увлажнения за счет временного скопления вод поверхностного стока при глубоких грунтовых водах или за счет относительно неглубоких грунтовых вод.

Профиль лугово-черноземных почв морфологически в основных чертах близок к профилю черноземов. Однако особые гидрологические условия придают ему и ряд специфических признаков: более интенсивная (обычно черная) окраска верхней части гумусового профиля, некоторая растянутость гумусового слоя и глееватость нижних горизонтов. Профиль лугово-черноземных почв подразделяется на следующие горизонты: А, (Ап), В1 В2, С. Лугово-черноземные почвы приурочены к плоским недренированным междуречьям, а также к пониженным элементам рельефа: широкие лощины, шлейфы склонов, лиманы и т. п.

Тип лугово-черноземных почв делится на два подтипа – луговато-черноземные и лугово-черноземные. Каждый из подтипов делится на роды: обычные, оподзоленные, выщелоченные, солонцеватые, солончаковатые, осолоделые, карбонатные. Деление на виды в пределах рода связано, как и у черноземов, со степенью выраженности родовых признаков (слабо-, средне- и сильновыщелоченные или солонцеватые и т.п.), а также с мощностью гумусового слоя (A + B1) и гумусностью. Лугово-черноземные почвы, за исключением солонцеватых и солончаковатых родов, высокоплодородные. Они имеют повышенное увлажнение[22].

Луговые и лугово-черноземные почвы занимают 5,5 % земель сельскохозяйственного назначения. Сформировались они в пониженных элементах рельефа и при залегании грунтовых вод на глубине 2,5-5 м от поверхности почвы. По родовым классификационным признакам луговые и лугово-черноземные почвы подразделяются на оподзоленные, выщелоченные, карбонатные и солончаковатые. По гумусности и мощности перегнойного горизонта их классификация аналогична почвам черноземного типа.

Аллювиальные почвы в почвенном покрове имеют незначительный удельный вес. Под сельскохозяйственными угодьями их 0,9 %. Этот тип почв представлен преимущественно дерно-луговыми разновидностями.

По гранулометрическому составу лугово-черноземные луговые и аллювиальные дерно-луговые почвы относятся к средне- и тяжелосуглинистым разновидностям. Но среди них нередко встречаются почвы глинистого состава [23].

При средне- и тяжелосуглинистом гранулометрическом составе луговые и лугово-аллювиальные почвы в верхнем горизонте содержат 6,1-8,2 % гумуса, имеют хорошую оструктуренность. Водопрочные агрегаты размером более 0,25 мм составляют 41-52 % от общей массы. С глубиной структурность этих почв увеличивается, поэтому они имеют высокую общую порозность и порозность аэрации. В этих условиях создается промывной водный режим, исключающий возможность вторичного засоления почв при поливе и залегании грунтовых вод даже на уровне 4-5 м. Тем более что грунтовые воды в местах распространения лугово-черноземных и лугово-пойменных почв преимущественно пресные с минерализацией 0,4-0,8 г/дм3. В то же время следует отметить, что на территории южной лесостепи и степных районов возможно развитие солончакового процесса и формирование луговой солончаковой почвы.

По содержанию гумуса луговые почвы относятся к среднегумусным. Его количество в пахотном слое колеблется в пределах от 4,5 до 7,2 % (среднее 5,6 %), в горизонте Аl целинных разновидностей – 01 6,1 до 8,2 % (среднее 6,8 %). Азотный фонд соответствует гумусовому состоянию почв: на пашне его содержание в среднем 0,13 %, на целине – 0,16 %, при этом количество легкогидролизуемой фракции элемента было практически одинаковое – 28 и 29 мг на 1 кг навески. Обеспеченности подвижными формами фосфора находится на уровне от средней (60-94 мг/кг) до высокой (229-257 мг/кг), калием – преимущественно повышенная и высокая [3].

# 3. Программа исследования

## 

## 3.1 Место и время исследования

Почвенные образцы взяты в 2003 году на опытном поле № 3 Курганского НИИСХ, где исследования по обработке почвы ведутся в пятипольном зернопаровом севообороте с 1968 г. Первые три года удобрения здесь не вносились. До 1977 года способы обработки почвы изучались в севообороте пар – пшеница – пшеница – вика + овес на сено – пшеница на трех фонах удобренности (O, P16, N24P16). В 1978 году для усиления конкуренции со стороны сорняков вместо однолетних трав на сено введен в севооборот овес, убираемый на зерно. Фонов удобренности оставили два: О, N40P20. Первые четыре варианта обработки почвы сохраняются без изменений все годы исследований. Неудобренные делянки размещаются на прежнем месте, удобрений они не получали со дня освоения целины.

Таблица 1 – Схема основной обработки почвы на исследуемых вариантах

| Пар, под первую пшеницу | | Под вторую пшеницу | Под овес | Под пшеницу  После овса |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| осенью | летом |
| Плоскорезная на 10-12 см | Отвальная на 25-27 см | Отвальная на 25-27 см | Отвальная на 25-27 см | Отвальная на 25-27 см |
| Плоскорезная на 10-12 см | Плоскорезная на 25-27 см | Плоскорезная на 25-27 см | Плоскорезная на 25-27 см | Плоскорезная на 25-27 см |
| Плоскорезная на 10-12 см | Плоскорезная на 10-12 см | Плоскорезная на 10-12 см | Плоскорезная на 10-12 см | Плоскорезная на 10-12 см |
| Плоскорезная на 10-12 см | Отвальная на 25-27 см | Плоскорезная на 10-12 см | Отвальная на 25-27 см | Плоскорезная на 10-12 см |

С 1987 года все делянки поперек поделены на две части. Одна из них при необходимости обрабатывается гербицидами, другая не обрабатывается.

Повторность в опыте трехкратная, размещение систематическое. Размер общей делянки 60 х 22 = 1320 м2, удобренной – 60 х 11 = 660, гербицидной – 30 х 22 = 660 м2, учетной – 30 х 2 = 60 м2.

Руководители: Кузнецов П.И. – 1971 г.

Безвиконный В.Г. – 1972-1975 гг.

Глухих М.А. – 1976-2001 гг.

Исполнители: Попов А.П. – 1970-1994 гг.

Беличев А.А. – 1994-1995 гг.

Батиков В.Г. – 1996-1997, 2002-2003 гг.

Апетенок Г.Л. – 1997-2003 гг.

## 

## 3.2 Почва опытного поля

Опыты ведутся на равнинном участке с легким уклоном к северу. Почвообразующие породы легкий суглинок и супеси с равномерной желтой окраской и выраженной карбонатностью. Почва чернозем выщелоченный легкосуглинистый маломощный малогумусный.

Морфологическое описание почвы:

Разрез I

Ап (0-28 см) Черный легкосуглинистый пылевато-комковатый рыхлый с множеством корней, переход заметный

ВС (28-60 см) Темно-бурый плотный, корней много, с затеками гумуса

С (60-160 см) Желтый легкий суглинок, влажный, вскипает с 72 см.

Разрез 2

АП (0-35 см) Черный влажный рыхлый комковатый, переход заметный, корней много

БС (35-85 см) Уплотненный с гумусовыми потеками, переход ясно выражен, вскипает с 83 см

С (85-167 см) Желтый сухой плотный

Разрез 3

АП (03-33 см) Черный влажный рыхлокомковатый, корней много, среднесуглинистый

ВС(33-71 см) Темно-бурый среднесуглинистый влажный с гумусовыми потеками

С (71-170 см) Желтый супесчаный влажный, вскипает с 81 см, белоглазки с 85 см

Разрез 4

Ап (0-34 см) Черный влажный рыхлокомковатый, тяжелосуглинистый, корней много, переход заметный

БС (34-87 см) Темно-бурый влажный тяжелосуглинистый, плотный, с гумусовыми затеками, вскипает с 86 см

С (87-170 см) Темно-бурый влажный, со 110 см сухой суглинок, тяжелый, с 87 см встречаются белоглазки

Разрез 5

Ап (0-35 см) Суглинок черный тяжелый влажный рыхлокомковатый, корней много, переход заметный

ВС (35-87 см) Темно-бурый влажный плотный, с гумусовыми затеками, вскипает с 70 см

С (87-185 см) Темно-бурый тяжелосуглинистый плотный карбонизированный, со 103 см встречаются белоглазки

По механическому составу это суглинки легкие, средние и тяжелые (таблица 2). По мощности гумусового горизонта чернозем 1 разреза маломощный, всех остальных – можно отнести к среднемощным (мощность перегнойного горизонта А+В1 не менее 30 см.). По содержанию гумуса – чернозем малогумусный. Содержание гумуса в перегнойном горизонте всех разрезов не превышает 6 %.

Таблица 2 – Механический состав почвы

В процентах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер разреза, генетический горизонт | Горизонт, см | Название фракции и размер части почвы, мм | | | | | | |
| Песок | | Пыль | | Ил | | Физ. глина, частицы <0,01 |
| 0-25 | 0.25-0.05 | 0.05-0.01 | 0.01-0.005 | 0.005-0.001 | 0.001 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. А  ВС  С | 0-28 | 13.6 | 47.93 | 9.04 | 3.56 | 7.26 | 19.05 | 29.87 |
| 28-60 | 10.66 | 42.22 | 15.45 | 2.11 | 6.49 | 23.07 | 31.67 |
| 60-79 | 19.51 | 41.31 | 18.18 | 16.05 | 1.97 | 2.97 | 21.00 |
| 79-105 | 16.43 | 57.05 | 5.82 | 9.81 | 5.85 | 5.04 | 20.70 |
| 2. А  ВС  С | 0-35 | 7.56 | 39.87 | 5.82 | 7.55 | 8.52 | 30.68 | 46.73 |
| 35-85 | 13.16 | 33.00 | 14.42 | 5.41 | 11.18 | 22.81 | 39.40 |
| 85-135 | 8.01 | 36.83 | 15.30 | 23.16 | 2.74 | 3.96 | 39.86 |
| 135-154 | 5.60 | 38.32 | 9.11 | 4.48 | 13.75 | 28.74 | 46.97 |
| 154-167 | 5.53 | 47.35 | 8.12 | 4.02 | 10.05 | 24.94 | 39.01 |
| 3. А  ВС  С | 0-33 | 14.11 | 45.40 | 9.89 | 4.14 | 7.70 | 18.46 | 30.60 |
| 33-71 | 14.50 | 39.51 | 8.34 | 3.92 | 7.06 | 26.67 | 37.65 |
| 71-85 | 11.73 | 46.97 | 6.59 | 11.23 | 19.26 | 4.22 | 37.71 |
| 85-123 | 5.54 | 36.37 | 15.81 | 2.06 | 10.92 | 29.30 | 42.28 |
| 123-171 | 25.66 | 42.00 | 18.50 | 0.41 | 1.61 | 11.82 | 13.64 |
| 4. А  ВС  С | 0-34 | - | - | - | - | - | - | - |
| 34-87 | 7.95 | 38.54 | 7.02 | 3.33 | 10.04 | 33.12 | 46.49 |
| 87-120 | 28.64 | 36.97 | 28.84 | 0.96 | 4.64 | 9.95 | 15.55 |
| 120-170 | 3.61 | 35.18 | 10.91 | 4.18 | 10.24 | 32.19 | 46.61 |
| 5. А  ВС  С | 0-35 | 7.98 | 35.18 | 13.27 | 5.56 | 9.05 | 28.96 | 43.57 |
| 35-83 | 8.36 | 37.00 | 5.98 | 4.37 | 12.00 | 32.29 | 48.66 |
| 83-138 | 5.74 | 40.91 | 3.40 | 44.44 | 1.31 | 4.20 | 49.95 |
| 138-185 | 13.49 | 47.84 | 0.91 | 6.40 | 10.92 | 20.44 | 37.76 |

Сумма поглощенных оснований в почве колеблется от 18 до 27 мг-экв на 100 г почвы (табл. 3). Обычно сумма поглощенных оснований у тяжело- и среднесуглинистых разновидностей колеблется от 30 до 55 мг-экв. У легких и малогумусных она снижается до 20 мг-экв (Бахарева А.Ф., 1959). В поглощенном комплексе присутствуют натрий и водород. Последний придает слабокислую реакцию. Обычно pH солевое для выщелоченных черноземов колеблется в пределах 6,0-7,8. На почвах стационара оно равно 6,4-7,5. Обеспеченность подвижным фосфором почвы по Францесону во всех разрезах очень низкая.

Таблица 3 – Агрохимические свойства почвы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер разреза, генетический горизонт | Горизонт, см | Гумус по Тюрину, % | Сумма поглощенных оснований,  мг-экв/100 г почвы | рH  солее-вое | Натрий, мг-экв. на 100 г. почвы | P2О5 по Францесону, мг на 100 г почвы |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. A  ВС  С | 0-28 | 3,53 | 18,20 | 6,4 | 0,00 | 0,14 |
| 28-60 | 1,54 | 28,20 | 7,3 | 2,40 | 0,31 |
| 60-79 | 0,99 | 31,40 | 7,4 | 1,60 | 0,25 |
| 79-105 | 0,90 | 48,40 | 7,4 | 1,20 | 0,22 |
| 105-160 | 0,59 | 48,05 |  | нет | 0,19 |
| 2. А  ВС  С | 0-35 | 2,89 | 20,70 |  | нет | 0,34 |
| 35-85 | 2,83 | 25,85 | 6,4 | нет | 0,34 |
| 85-195 | 0,88 | 49,90 | 7,5 | нет | 0,25 |
| 135-154 | 0,44 | 49,75 | 7,4 | 0,80 | 0,23 |
| 154-167 | 0,46 | 48,55 | 7,5 | 2,40 | 0,20 |
| 3. А  ВС  С | 0-33 | 4,05 | 20,00 | 6,4 | нет | 0,40 |
| 33-71 | 1,98 | 19,65 | 6,4 | 2,40 | 0,34 |
| 71-85 | 1,04 | 40,10 | 7,4 | 0,80 | 0,26 |
| 85-123 | 0,90 | 49,85 | 7,4 | 0,80 | 0,22 |
| 123-171 | 0,47 | 32,10 | 7,4 | 2,40 | 0,18 |
| 4. А  ВС  С | 0-34 | 5,22 | 24,15 | 6,4 | 3,20 | 0,34 |
| 34-87 | 2,13 | 34,05 | 7,4 | 1,20 | 0,29 |
| 87-120 | 1,19 | 49,60 | 7,4 | нет | 0,28 |
| 120-170 | 0,96 | 49,50 | 7,4 | нет | 0,22 |
| 5. А  ВС  С | 0-35 | 4,68 | 26,95 | 6,4 | 2,40 | 0,42 |
| 35-83 | 1,92 | 40,65 | 7,4 | нет | 0,36 |
| 83-138 | 1,30 | 49,55 | 7,5 | 1,60 | 0,27 |
| 138-185 | 0,39 | 47,75 | 7,5 | 3,60 | 0,20 |

Таблица 4 – Объемная масса по разрезам

В граммах на сантиметр кубический

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Слой  почвы, см | Разрезы | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | среднее |
| 0-20 | 1,24 | 1,07 | 1,23 | 1,09 | 1,14 | 1,15 |
| 20-40 | 1,33 | 1,30 | 1,29 | 1,29 | 1,13 | 1,27 |
| 40-60 | 1,24 | 1,39 | 1,37 | 1,35 | 1,33 | 1,37 |
| 60-80 | 1,47 | 1,33 | 1,47 | 1,34 | 1,45 | 1,41 |
| 80-100 | 1,54 | 1,28 | 1,42 | 1,45 | 1,42 | 1,42 |

## 

## 3.3 Погодные условия в период исследований

Погодные условия в период исследований

За длительный период исследований наблюдался весь спектр погодных условий, как по увлажненности вегетационного периода, так и по температурному режиму. Были годы с сильной засухой. В 1975 году, например, ГТК вегетационного периода составил всего 0,31, в 1989 г. – 0,46, Среднезасушливыми оказались 1984, 1995 и 1998 гг. (ГТК – 0,57-0,60). Засушливыми были 3987, 1988, 1991, 1996 гг. (ГТК = 0,71-0,79), 1977, 1980, 1981 гг. (ГТК – 0,83-0,87), благоприятными – 1972, 1978, 1982, 1997 гг. (ГТК = 1,04-1,07), влажными – 1968, 1979, 1983 гг. (ГТК – 1,12-1,26), 3971, 1973, 1985 гг. (ГТК = 1,30-1,38), 1969, 1986, 1993, 1994, 2000 гг. (ГТК = 1,40-1,49), 1970, 1990, 1992, 1999гг. (ГТК = 1,50-1,70).

Засухи были тоже разными. Засушливым, например, считается 1968 год, в котором за вегетационный период выпало 169 мм. Однако первая и вторая декады июня и первая декада июля оказались с дождями. Вегетационный период был коротким. В ночь на 3-4 июня на почве повсеместно наблюдались заморозки. Потеплело только в третьей декаде июня, но до сентября погода была неустойчивой. В начале сентября появились заморозки, на поверхности почвы их интенсивность достигала минус 5-7 °С. Среднесуточная температура сентября оказалась на 2-6 °С ниже нормы. Интенсивное промерзание почвы началось в конце октября. Конец лета (август) и осень оказались почти без осадков. В начальный период после посева развитие зерновых культур проходило в исключительно благоприятных условиях. Неблагоприятная обстановка (недостаток влаги) была во время цветения, что отразилось на числе зерен в колосе. Налив зерна проходил в благоприятных условиях.

Меньше «нормы» (170 мм) выпало осадков и за вегетационный период 1969 года, но годовое их количество оказалось даже выше среднемноголетнего (410 мм). В мае среднесуточная температура воздуха на 4 °С была ниже средней многолетней, в июне – на 1,8 °С. Поэтому при небольшом количестве осадков ГТК за вегетационный период оказался на уровне среднего многолетнего (0,95).

Зима 1968-1969 гг. была очень холодной. В январе среднемесячная температура воздуха оказалась на 17-19° ниже средней многолетней. Морозная погода удерживалась до 23 февраля. Почва промерзла на 120-180 см. Максимальные запасы воды в снеге отмечались в марте (59 мм). Почва от снега освободилась даже чуть раньше обычного, 12-17 апреля. Пахотный слой оттаял к 15 апреля, полностью почва оттаяла только в первой декаде июня.

Особенно холодная погода в период посева наблюдалась в первой декаде мая этого года, среднесуточная температура не поднималась выше 4 °С. Устанавливался даже снежный покров, подмерзали почва. Только к 15 мая пахотный слой почвы прогрелся до 8-14 °С. Всходы появились с большим опозданием. Май был дождливым, осадки выпадали часто, но были незначительными. По-настоящему летняя погода установилась 23-29 июня, с опозданием почти на месяц. Последний заморозок отмечался 19 июня - это очень редкое явление. Закладка колоса проходила в исключительно благоприятных условиях. Среднесуточная температура в это время была невысокой (10-15 °С) при достаточной влажности воздуха. Казалось бы, в благоприятных условиях проходили и остальные периоды роста и развития зерновых культур. Однако зерно было щуплым, так как цветение шло при высокой температуре воздуха (больше 25 °С) и сильном ветре (больше 10 м/с). Дефицит влажности воздуха в это время достигал опасных для пшеницы значений (33 миллибар и больше). У слабозакаленных в условиях прохладного влажного июня растений суховейные явления в течение 2-4 дней вызвали недоразвитость части колоса. Чрезвычайным явлением был первый осенний заморозок 16 августа, который нанес огромный ущерб урожаю. Осадков много отмечалось в июне, июле и до 15 августа.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C произошел 16 октября. В целом октябрь был холодным, с большим количеством осадков.

В 1969-1970 гг. зима была теплой. Снега скопилось много, максимальный запас воды (87 мм) в нем наблюдался в феврале. Устойчивый переход через 0 °C произошел в первой пятидневке апреля, на 5-8 дней раньше обычного. Темп нарастания температур в 3-4 раза превышал среднее многолетнее. Почва начала уже подсыхать, но 20-23 апреля вторглись необычно холодные массы воздуха. Температура понижалась до минус 12-17 °C, метеослужбой подобное никогда не наблюдалось. Похолодание сопровождалось сильным (до 23-26 м/с) ветром и обильными осадками. Установился временный снежный покров высотой до 2-8 см. Переход через 5 °C средней температуры воздуха произошел на 2-5 дней раньше обычного. Устойчиво холодная погода сохранялась всю первую половину мая. Среднесуточная температура воздуха была на 3-9 °С ниже обычного.

За две декады апреля выпало 2-3 месячные нормы осадков; дождливым был и конец весны, в третьей пятидневке за три дня в виде дождя и снега выпала месячная майская норма осадков. Потепление наступило только 15 мая, и началось физическое поспевание почвы, устойчивый переход через 10 °C произошел 20-21 мая, на 11-14 дней позже обычного.

В целом лето характеризуется неустойчивым типом погоды с преобладанием холодных и дождливых дней в первой половине. С конца второй декады июня установилась очень холодная температура (на 3-7 °С ниже обычной) и сохранялась почти месяц, до 14 июля. После потепления со второй декады августа вновь устойчиво похолодало, среднесуточная температура была на 2-6 °С ниже нормы. Это похолодание удерживалось до 3 сентября. В целом сентябрь оказался теплым. Первый заморозок в воздухе был отмечен только 1 октября. Безморозный период оказался на 20-25 дней длиннее обычного. Дождливыми были июнь и первая половина июля. Близко к норме выпало осадков в июле и августа, в сентябре они были незначительны. В октябре на поверхности почвы заморозки возникали почти каждую ночь. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5 °C отмечен в самом начале октября, через 0 °C – 28-31 октября.

Вегетационный период 1970 года характеризуется хорошей обеспеченностью растений влагой: выпало 216 мм осадков, причем их максимум пришелся на наиболее ответственный период формирования урожая. Хотя и был недобор тепла, но небольшой, и это не повлекло за собой особо неблагоприятных явлений. Лишь на отдельных полях с легкими почвами в период отсутствия дождей запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы понижались до 40-60 мм. На этих полях в периоды с дефицитом влажности воздуха 20-23 мб во второй половине августа условия налива были малоблагоприятными.

Зима 1970-1971 года была снежная, максимальное количество воды в снеге (130 мм) отмечалось в конце марта. Развитие всех весенних процессов задержалось примерно на неделю. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °C произошел 11 апреля, но снег в это время на полях лежал высотой 20-40 см. Переход через 5 °C отмечен 21-22 апреля. Сумма положительных температур воздуха на 30 апреля составляла 95-105 °C, что на 15-20°C ниже нормы. Пахотный слой почвы оттаял к концу второй декады апреля. Почва оказалась насыщенной влагой, но при повышенной температуре и почти отсутствии осадков быстро ее потеряла. В начале мая прошли дожди, похолодало. Почва достигла физической спелости только после перехода температуры воздуха через 10 °С, 18-20 мая. В дальнейшем стояла теплая погода до конца посевной. Похолодание, начавшееся в конце мая, продолжалось до середины нюня. Наиболее сильный заморозок (минус 2-4 °С) отмечен 4 июня, последний заморозок интенсивностью 0-1 °С наблюдался 9 июня. В середине июня резко потеплело. В течение 3-5 дней относительная влажность воздуха была 30 % и ниже. С 19 июня по 13 июля удерживалась прохладная и дождливая погода. Жаркий и довольно сухой период отмечался с 13 по 25 июля. В начале августа вновь похолодало. В течение недели температура держалась на уровне 8-10 °C, что на 8-11 °C ниже обычного, а минимальная температура опускалась до 2-5 °С. Такое необычное явление наблюдалось здесь впервые за все годы существования метеослужбы в Кургане.

Период с температурой воздуха выше 15 °C закончился 24-25 августа, в среднемноголетние сроки; с температурой выше 10 °C – 25 сентября, на 7-10 дней позже обычного. В сентябре стояла теплая солнечная сухая погода, только в последней пятидневке похолодало.

Погодные условия 1971 года в целом для полевых культур были благоприятные. Зимний режим установился в последних числах октября, и сразу же лег снег. Сильные морозы отмечались в январе 1972 года, во второй и четвертой пятидневках февраля. Резко потеплело 21 марта. Максимальный запас воды в снеге (22 мм) отмечался 20 марта. Весна была ранней и теплой. Переход через 0 °C произошел 3 апреля – раньше обычного на 3-6 дней. Нарастание температуры шло быстро. В середине апреля оттаял пахотный слой почвы, но подсыхание было медленным из-за частых и обильных дождей. В первую неделю мая стояла холодная погода, с 9 мая среднесуточная температура воздуха повысилась до 10-15 °С.

В целом апрель 1972 года был влажным и теплым, в мае и первой половине июня стояла сухая и теплая погода. Первый дождь интенсивностью 12,5 мм прошел 12 июня. Посевы страдали от воздушной засухи и суховеев. Первая и третья декады июля и первая декада августа были с обильными дождями. Затем вновь установилась сухая, сравнительно теплая погода, что благоприятствовало уборочным работам.

Заморозки на почве прекратились рано, в основном 22-25 мая. Теплым оказалось только начало лета, в остальное время преобладала холодная погода. 1 сентября закончился период с температурой воздуха выше 15 °С, 7 сентября – выше 10 °С.

Весна 1973 года была теплой и сухой, жаркая погода отмечалась в первой половине лета, холодная и дождливая – во второй.

Весна 1974 года ранняя, умеренно влажная, лето – холодное в первой половине и очень жаркое в июле. Развитие сельскохозяйственных культур шло очень быстро. Позднее они подверглись засухе, и это отрицательно сказалось на урожае.

1975 год – весна ранняя, теплая, влажная. Половина июньских и августовских дней отличалась очень жаркой погодой. Отмечалась почвенная засуха. В целом вегетационный период характеризуется как очень засушливый.

Весна 1976 года была ранней, дружной, сухой и теплой, лето – теплым и влажным, условия для зерновых культур – удовлетворительными, для кукурузы – хорошими.

Весна 1977 года – ранняя, теплая и сухая. Летом жаркая погода неоднократно сменялась прохладными периодами. По увлажнению более засушливой была первая половина лета (с апреля по 20 июля), условия для роста и развития зерновых культур были плохими, кукурузы – удовлетворительными.

В 1978 году – весна ранняя, сухая, теплая и дружная, лето прохладное, отмечалось недостаточное количество осадков в первой половине лета и их обилие – во второй. Условия для зерновых культур хорошие, для кукурузы – удовлетворительные.

1979 год – весна поздняя, теплая и влажная. Холодная и дождливая погода – с 15 мая до 7 июля. Вторая половина лета – теплая, временами жаркая, лето – дождливое. Условия для зерновых культур хорошие, для кукурузы – плохие.

В 1980 году – весна поздняя, теплая, сухая, лето – умеренно теплое, достаточно влажное.

Весна 1981 года в целом ранняя и теплая. Однако с 14 по 24 мая было холодно и дождливо. Жаркая и засушливая погода установилась 13 июня и продолжалась до сентября. Условия для всех яровых культур были крайне неблагоприятными.

Последующие годы также были со значительным «разбегом» метеоусловий [24].

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Минеральные удобрения, вносимые в течение 35 лет в рекомендованных дозах, на водную кислотность среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи не повлияли, Fф меньше F05 (таблицы 2 и 3). В слое 0-10 см как с удобрениями, так и без них более высокой и одинаковой она оказалась при ежегодной вспашке на 25-27 см и плоскорезной обработке на 10-12 см. Статистически ниже и на равном уровне водная кислотность этой почвы на вариантах с плоскорезной глубокой обработкой и чередованием вспашки с мелкой плоскорезной обработкой. В слое почвы 10-20 см с удобрениями такая закономерность сохранилась, без удобрений несколько выше водная кислотность лишь при плоскорезной обработке на 10-12 см. В слое почвы 20-30 см с применением минеральных удобрений она более низкая на варианте с плоскорезной мелкой обработкой, без удобрений – выше при чередовании вспашки с плоскорезной обработкой на 10-12 см. По пахотному горизонту в целом различия в водной кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи между вариантами опыта невелики, почва является нейтральной.

## 

## 4.1 Водная и солевая кислотность почвы

Таблица 2 – Кислотность водной вытяжки среднесуглинистого выщелоченного чернозема (Институт агроэкологии, 2003 год)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обработка почвы | 0 – 10 см | | 10 – 20 см | | 20 – 30 см | |
| 0 | N40Р20 | 0 | N40Р20 | 0 | N40Р20 |
| Чередование вспашки с плоскорезной на 10-12см | 6,48 | 6,43 | 6,60 | 6,61 | 6,78 | 6,65 |
| Плоскорезная 10-12см | 6,67 | 6,69 | 6,72 | 6,77 | 6,57 | 6,55 |
| Плоскорезная на 25-27см | 6,54 | 6,60 | 6,56 | 6,60 | 6,58 | 6,72 |
| Вспашка на 20-25см | 6,71 | 6,75 | 6,60 | 6,80 | 6,61 | 6,74 |

Таблица 3 – Результаты статистической обработки водной кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема (Институт агроэкологии, 2003 год)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фактор | Слои почвы | | | | | | | | |
| 0-10 см | | | 10-20 см | | | 20-30 см | | |
| Fф | F05 | НСР05 | Fф | F05 | НСР05 | Fф | F05 | НСР05 |
| Удобрения | 0,35 | 4,60 | 0,06 | 2,29 | 4,60 | 0,080 | 1,02 | 4,60 | 0,06 |
| Обработка | 17,48 | 3,34 | 0,09 | 5,99 | 3,34 | 0,011 | 5,67 | 3,34 | 0,09 |

Минеральные удобрения, вносимые в течение 35 лет в рекомендованных дозах, не повлияли и на солевую кислотность среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи, Fф меньше F05 (таблицы 4 и 5). Способы обработки почвы проявились на этом показателе лишь на самом верхнем (0-10 см) слое пахотного горизонта и нижнем (20-30 см). В слое 0-10 см без внесения удобрений статистически выше солевая кислотность на варианте с плоскорезной обработкой на 10-12 см, с удобрениями – с вспашкой и ее чередованием с плоскорезной мелкой обработкой. В слое 20-30 см без удобрений несколько выше она при чередовании вспашки с плоскорезной обработкой, на удобренном фоне при всех обработках практически одинаковая. По пахотному горизонту в целом различия в солевой кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи, как и в водной, между вариантами опыта невелики, почва является нейтральной.

Таблица 4 – Кислотность солевой вытяжки среднесуглинистого выщелоченного чернозема в (Институт агроэкологии, 2003 год)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обработка почвы | 0 – 10 см | | 10 – 20 см | | 20 – 30 см | |
| 0 | N40Р20 | 0 | N40Р20 | 0 | N40Р20 |
| Чередование вспашки с плоскорезной на 10-12см | 5,74 | 6,27 | 5,88 | 5,65 | 6,14 | 5,99 |
| Плоскорезная 10-12см | 6,03 | 5,57 | 5,94 | 5,75 | 5,79 | 5,85 |
| Плоскорезная на 25-27см | 5,68 | 5,66 | 5,89 | 5,84 | 5,88 | 5,82 |
| Вспашка на 20-25см | 5,69 | 6,01 | 5,69 | 6,03 | 5,77 | 5,97 |

Таблица 5 – Результаты статистической обработки солевой кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема (Институт агроэкологии, 2003 год)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фактор | Слои почвы | | | | | | | | |
| 0-10 см | | | 10-20 см | | | 20-30 см | | |
| Fф | F05 | НСР05 | Fф | F05 | НСР05 | Fф | F05 | НСР05 |
| Удобрения | 2,90 | 4,60 | 0,1 | 0,1 | 4,60 | 0,2 | 0,00 | 4,60 | 0,1 |
| Обработка | 8,90 | 3,34 | 0,1 | 0,3 | 3,34 | 0,3 | 4,20 | 3,34 | 0,2 |

## 

## 4.2 Гидролитическая кислотность почвы

На уровень гидролитической кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи влияние оказали как удобрения, так и способы его обработки. Минеральные удобрения, вносимые в течение 35 лет в рекомендованных дозах, в этом показателе проявились в самом верхнем (0-10 см) и нижнем слоях пахотного горизонта, приемы обработки почвы – во всех трех слоях (таблицы 6, 7). За счет удобрений в слое 0-10 см гидролитическая кислотность увеличилась при плоскорезной, особенно мелкой обработке, в слое 20-30 см – лишь при плоскорезной мелкой обработке.

Таблица 6 – Гидролитическая кислотность чернозема выщелоченного стационара КНИИСХ, (Институт агроэкологии, 2003 год)

В миллиграмм-эквивалент на 100 г почвы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды обработок | 0 – 10 см | | 10 – 20 см | | 20 – 30 см | |
| 0 | N40Р20 | 0 | N40Р20 | 0 | N40Р20 |
| Чередование вспашки с плоскорезной на 10-12см | 3,50 | 3,25 | 3,13 | 3,25 | 2,85 | 3,13 |
| Плоскорезная 10-12см | 3,00 | 4,71 | 3,33 | 4,54 | 2,83 | 4,71 |
| Плоскорезная на 25-27см | 3,21 | 3,59 | 3,52 | 3,82 | 2,82 | 3,00 |
| Вспашка на 20-25см | 4,01 | 4,01 | 4,17 | 3,29 | 3,90 | 3,99 |

Таблица 7 – Результаты математической обработки гидролитической кислотности чернозема выщелоченного, (2003 год)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фактор | Слои почвы | | | | | | | | |
| 0-10 см | | | 10-20 см | | | 20-30 см | | |
| Fф | F05 | НСР05 | Fф | F05 | НСР05 | Fф | F05 | НСР05 |
| Удобрения | 8,4 | 4,6 | 0,3 | 0,1 | 4,60 | 0,6 | 21,7 | 4,6 | 0,3 |
| Обработка | 4,0 | 3,3 | 0,5 | 4,2 | 3,34 | 0,9 | 24,3 | 3,34 | 0,4 |

Из способов обработки на гидролитическую кислотность почвы больше всего оказали влияние вспашка и плоскорезная обработка на 10-12 см. Вспашка заметно повысила ее во всех слоях пахотного горизонта на варианте без применения минеральных удобрений, плоскорезная мелкая обработка так же точно проявилась на удобренном фоне. Кроме того, высокой гидролитическая кислотность почвы в слое 20-30 см при отвальной обработке оказалась и при внесении удобрений.

## 4.3 Почвенно-экологическая и экономическая оценка чернозема выщелоченного

Наличие, количество и качество земли в сельскохозяйственном предприятии являются важнейшими ограничивающими факторами развития производства. Экономическая оценка земель базируется на учете качества почв, их потенциального плодородия и других особенностей территории. Оценка почвы проводится по почвенно-экологическому индексу, включающему следующие факторы: генетические свойства почвы, климатические факторы и наличие питательных веществ в почве. Рассчитывают почвенно-экологический индекс по формуле предложенной Л.Л. Шиловым и др. [25]:

, (2)



где ПЭи – почвенно-экологический индекс, баллы;

12,5 – постоянная величина приведения к 100 единицам;

V – плотность почвы, г/см3;

По.п. – «полезный» объем почвы, коэффициент;

Дс.п. – дополнительно учитываемые свойства почвы, коэффициент;

Ку – коэффициент увлажнения;

Р – поправка к коэффициенту увлажнения;

Кк – коэффициент континентальности;

А – итоговый агрохимический показатель.

Еt-средняя годовая сумма температур выше +10 оС

Таблица 8 – Расчет почвенно-экологического индекса чернозема выщелоченного Южной лесостепи Зауралья

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид обработки почвы | Почвенно-экологический индекс | Денежная оценка, руб. |
| Глубина обработки почвы 0-10см | | |
| Чередование вспашки с плоскорезной на 10-12см  Плоскорезная 10-12см  Плоскорезная на 25-27см  Вспашка на 20-25см | 66,6  45,1  64,4  71,6 | 133200  90200  128800  143200 |
| Глубина обработки почвы 10-20см | | |
| Чередование вспашки с плоскорезной на 10-12см  Плоскорезная 10-12см  Плоскорезная на 25-27см  Вспашка на 20-25см | 68,7  52,2  65,8  55,8 | 137400  104400  131600  111600 |
| Глубина обработки почвы 20-30см | | |
| Чередование вспашки с плоскорезной на 10-12см  Плоскорезная 10-12см  Плоскорезная на 25-27см  Вспашка на 20-25см | 65,1  42,9  67,3  69,4 | 130200  85800  134600  138800 |

Как видим из результатов расчетов в таблице.

Наибольшая величина ПЭи соответствует отвальной обработке почвы на глубине 0-10см соответственно обуславливающая ее денежную оценку.

Полученые значения выше на 28,7 баллов и 57400 руб по сравнению с плоскорезной обработкой на глубину 20-30см.Таким образом наиболее экономически эффективным является отвальная обработка почвы на глубину 0-10см.

# 5. Безопасность жизнедеятельности

## 

## 5.1 Охрана труда

Охрана труда – система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и другие мероприятия. С охраной труда тесно связана пожарная безопасность, поскольку при пожарах часто гибнут люди [26].

Учитывая, что травматизм в сельскохозяйственном производстве снижается низкими темпами по причине недостаточной классификации и дисциплинированности части работников, знание в области охраны труда влияет на стратегию и тактику профилактических мероприятий, а, следовательно, и на уровень травматизма в производстве и неразрывно связано с решением социально - экономических вопросов.

Целью охраны труда является снижение и ликвидация производственного травматизма и профессиональных заболеваний [27].

### 5.1.1 Требование безопасности в агрохимической лаборатории

Исследование почвенных образцов на кислотно-основное состояние осуществляется в агрохимической лаборатории.

К работе в агрохимической лаборатории допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний и прошедшие медицинский осмотр (при поступлении на работу и периодически в процессе работы). Не допускаются лица моложе 18 лет и женщины в возрасте до 35 лет (условно-детородный возраст), беременные женщины и женщины, кормящие грудью. Лица, привлекаемые для работ в лабораториях ежегодно проходят обучение и инструктаж по охране труда. Продолжительность рабочего дня должна составлять 6 часов.

Перед началом работ заведующий лабораторией обязан провести с исполнителями инструктаж в соответствии с инструкцией по технике безопасности при выполнении работ в агрохимической лаборатории и инструкций по пожарной безопасности, подписанной руководителем работ и заверены вышестоящим руководителем.

Для успешного выполнения анализа каждый работающий в агрохимической лаборатории обязан строго соблюдать следующие правила:

1. Выпаривание летучих кислот (HCl, HNO3 и других) следует проводить только в вытяжном шкафу. На рабочем столе выполнять эту операцию не разрешается.
2. При использовании вытяжного шкафа необходимо следить, чтобы дверца шкафа была приподнята не выше, чем на 20-25 см от пола. Нельзя допускать, чтобы дверца шкафа все время была открыта полностью (вытяжная система будет работать плохо).
3. Фильтры при подготовке осадков к прокаливанию сжигают в муфельной печи, в вытяжном шкафу. Пользоваться для озоления фильтров муфельной печью вне вытяжного шкафа, электроплиткой или газовой горелкой на рабочем столе не разрешается.
4. Все электронагревательные приборы: электроплитки, колбонагреватели, сушильные шкафы – должны быть размещены на асбестовом полотне, асбестовом картоне или керамических плитках. Необходимо внимательно следить за сохранностью лабораторного стола.
5. Перестановка приборов и оборудования в пределах лаборатории и вынос их из нее без разрешения ответственного лаборанта не допускается.
6. При определении азота нельзя в этой же комнате одновременно работать с аммиаком; при фильтровании водных вытяжек нельзя вести работу, как с аммиаком, так и с летучими кислотами.

Рабочие места должны быть оборудованы защитными приспособлениями и индивидуальными средствами защиты (очки ПО-2 или "Моноблок", распиратор РПГ-67 или РУ-60М с соответствующими патронами А, Б, Г или КД). Обслуживающий персонал должен быть обеспечен спецодеждой в соответствии с перечнем выполняемых работ (халаты, фартуки, перчатки и др.)

Для обеспечения пожарной безопасности в лаборатории должны быть первичные средства пожаротушения (ящик с песком 0,5м3 и два совка к нему, два углекислотных (ОЦ-2) или порошковых (ОПС-1) огнетушителя, коша размером 1,5x1,5).

Обслуживающий персонал проходит обучение по противопожарному минимуму, овладевает навыками обращения с первичными средствами пожаротушения и знакомится со штатным расписанием на случай пожара. Все сотрудники лаборатории должны владеть приёмами оказания первой медицинской помощи.

Техника безопасности при работе со стеклянной химической посудой.

**Одним из наиболее травмоопасных видов работ в лаборатории является работа со стеклянной посудой. Чтобы избежать травмировмирования при резании стеклянных трубок, сборке и разборке приборов и деталей, изготовленных из стекла, необходимо тщательно соблюдать меры безопасности.**

**Стеклянные трубки небольшого диаметра следует ломать после надрезки их напильником или специальным ножом для резки стекла, предварительно защитив руки полотенцем.**

**Собирают стеклянные приборы или отдельные их части осторожно, применяя, где необходимо, эластичные (прокладки) соединения. Приборы и стеклянные детали в местах крепления их на металлические кольцах штативов или держателя защищают упругими прокладками (асбестом, резиной, кожей и т.д.)**

**При вставлении стеклянных трубок в просверленную пробку последнюю не упирают в ладонь, а держат за боковые стороны. Всю трубку при этом располагают как можно ближе к вставляемому в пробку концу.**

**При закрывании тонкостенного сосуда пробкой его держат за верхнюю часть горла как можно ближе к пробке. Руки при этом защищаю полотенцем. Нагретый сосуд нельзя закрывать притертой пробкой.**

**В случае получения травмы в виде порезов следует, оказать первую помощь направленную на остановку кровоточения и защиту раны от загрязнения и инфицирования. Если рана загрязнена, то кожу вокруг нее протирают кусочком ваты, марли. Самой раневой полости касаться не следует.**

**При ранении и кровотечении первая помощь направлена на остановку кровотечения и защиту ран от загрязнения и инфицирования. На рану накладывают асептическую (стерильную, обеззараженную) повязку, используя индивидуальный перевязочный пакет из медицинской аптечки, а при его отсутствии – чистый кусок ткани, носовой платок и т. п. Если рана загрязнена, то кожу вокруг нее (не саму рану!) протирают кусочком ваты, марли. Самой раневой полости касаться не следует. Нельзя также вправлять в нее выпадающие органы (кишечник, мозг), повязку надо положить поверх их.**

**При сильных кровотечениях на период подготовки перевязочного материала кровотечение останавливают, прижимая кровоточащий сосуд пальцами выше места ранения**

**При химических ожогах кислотой или щелочью поврежденный участок кожи обильно в течение 15-20 мин промывают проточной водой и нейтрализуют: при кислотном ожоге – раствором питьевой соды (1 чайная ложка на стакан воды) или мыльной водой, при щелочном – 2 %-ным раствором уксусной или лимонной кислоты. После этого накладывают асептическую повязку.**

**При попадании химических веществ в глаза их обильно промывают водой и нейтрализующим раствором: при кислотном ожоге – 1,5 %-ным раствором питьевой соды, а при щелочном – раствором борной кислоты (половина чайной ложки на стакан воды) [26].**

5.2 Охрана природы

Правовую основу охраны окружающей среды в стране составляет закон РСФСР «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999), в соответствии с которым введено санитарное законодательство, включающее этот закон и нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности для человека, факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности. Требование охраны окружающей среды зафиксировано в Основах законодательства РФ «Об охране здоровья граждан» (1993) и в законе РФ «О защите прав потребителей» (1992).

Важнейшим законодательным актом, направленным на обеспечение экологической безопасности, является Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (2002). Закон устанавливает систему природоохранного законодательства, основные принципы и объекты охраны окружающей природной среды, порядок управления ею. В законе зафиксировано право граждан РФ на благоприятную среду обитания [28].

Реакция почвы играет важную роль в агрономической практике, поскольку многие сельскохозяйственные культуры предъявляют вполне определенные требования к этому параметру и чутко реагируют на его изменение. В нашей стране, в том числе Челябинской области, значительные площади занимают кислые почвы. Наличие в поглощенном состоянии в кислых почвах большого количества ионов водорода и алюминия резко ухудшает физические, физико-химические и биологические свойства этих почв, их потенциальное и эффективное плодородие. В кислых почвах создаются неблагоприятные условия для роста и развития многих сельскохозяйственных культур, что ведет к снижению их урожайности.

Черноземы выщелоченные являются преобладающими почвами северной лесостепи Челябинской области. Для выщелоченных черноземов характерна слабокислая реакция в пахотном горизонте. В черноземах северной лесостепной зоны на этом уровне она сохраняется до материнской породы или становится нейтральной в горизонтах ВС и С. Гидролитическая кислотность относительно емкости поглощения и суммы поглощенных оснований невелика, в составе которых преобладают кальций и магний.

Отличительной особенностью черноземов Челябинской области является сравнительно высокое содержание гумуса. Гумус и азот черноземов имеют очень низкую лабильность. Низколабильный гумус обеспечивает водопрочность почвенной структуры, более высокую устойчивость к эрозионным процессам.

В последнее время наблюдается закисление пахотных почв черноземов выщелоченных, т.е. снижается доля слабокислых почв и увеличиваются площади, занятые средне- и сильнокислыми почвами. Главная причина этого – резкое сокращение объемов мелиоративных работ.

Кислотность почв постепенно развивается в результате выщелачивания кальция атмосферными осадками и выноса оснований с товарной продукцией. Подкисление почв происходит при применении физиологически кислых удобрений без последующего известкования. В последние десятилетия во многих, особенно промышленных районах Челябинской области выпадают кислые и даже сильнокислые дождевые осадки с рН 4-4,5, содержащие серную и частично азотную кислоты. Это также способствует выносу кальция и подкислению почв

Почвы предгорья Урала и территорий Урала в пределах Челябинской области подвержены наиболее сильному техногенному процессу загрязнения тяжелыми металлами, такими как Со, Ni, Cu, Zn, Sn, Fe, Pb, Ag, Cd, Hg. По данным сейсмических съёмок, суммарная площадь, загрязнения территорий Челябинской области составляет 50 тыс. кв. км. Ежегодно выбрас загрязняющих веществ составляет 750 – 800 т, в том числе свинца – 144 т, хрома – 222 т, никеля – 180 т, меди – 95 т, мышьяка – 150 т. Все они накапливаются в почве на значительной площади сельскохозяйственных угодий. По состоянию на 01.01.1997 г. Площади пахотной земли Челябинской области, загрязненные тяжелыми металлами, составляет 95669 га. В соответствии с группировкой, предложенной В.Б. Ильиным, 31,1 % указанной площади имеет высокую и очень высокую степень загрязнения.

Источником увеличения тяжелых металлов могут быть естественные процессы выветривания материнских пород, обогащенных тем или иным металлом. Но главным является антропогенный фактор загрязнения: выбросы промышленных предприятий, выхлопные газы транспортных средств, применение для орошения сточных вод, технического и природного ила в качестве удобрения, использование пестицидов, удобрений и мелиорантов.

Тяжелые металлы при попадании в почву вступают в физические сорбционные процессы, химические реакции с элементами почвенного раствора и в физико-химические обменные реакции почвенного поглощающего комплекса. Около 50 % всей массы тяжелых металлов аккумулировано в оксидах железа. Большая часть тяжелых металлов закрепляется в необменной форме путем хемосорбции в результате вытеснения двух ионов водорода, входящих в ОН – группы на поверхности оксидов. Часть металлов связана непосредственно с глинистыми минералами. Обменные формы тяжелых металлов также с органическим веществом почв.

Барьером для тяжелых металлов является органическое вещество почвы, основную часть которого составляют специфические высокомолекулярные соединения – гуминовые кислоты (ГК) и фульвокислоты (ФК). Гуминовые кислоты способны достаточно крепко связывать тяжелые металлы, снижая их поступление в растения и почвенно-грунтовые воды. Фульвокислоты обладают более ярко выраженной способностью к комплексообразованию с ионами тяжелых металлов (ТМ) по сравнению с гуминовыми, но в то же время являются менее устойчивыми и более подвижными. Важным фактором устойчивости комплекса ТМ и ФК является реакция почвенной среды. При рН 5 комплексы фульвокислот устойчивее, чем при рН 3, и меняются в зависимости от ТМ.

Стабильность комплексов гуминовых кислот с ТМ достаточно высокая, но в определенных условиях зависит от реакции среды.

Сильной зависимостью подвижности и миграционной способности от окислительно-восстановительного потенциала почвы обладают Zn, Cu, Ni, Co. В анаэробных условиях микробиологических процессов образуются соединения двухвалентного железа, одновалентной меди и двухвалентного марганца, которые характеризуются умеренной подвижностью и миграцией. Высокой подвижностью в кислой среде, слабой в нейтральной и щелочной средах обладают Zn, Ni, Cu, Pb, Cd, Hg. В среде с рН > 6 большинство ТМ находятся в форме труднорастворимых гидроокисей. Поэтому важную роль играет реакция почвенного раствора, оптимальное значение которого для сельскохозяйственных культур при загрязнении почвы сужается до пределов 6-7 единиц. В этом случае в результате химических реакций соединения тяжелых металлов, их концентрация в почвенном растворе и токсичность резко снижается.

При подкислении почв существенно возрастает растворимость и подвижность бора, меди, цинка, кобальта и других микроэлементов. Повышенное содержание их в подвижных формах в почве часто оказывает токсичное действие на растения. Из-за высокой кислотности снижается доступность растениям такого важного микроэлемента, как молибден.

В кислой среде ухудшаются условия гумусообразования. Кислые почвы имеют неудовлетворительные физические свойства из-за низкого содержания и неблагоприятного состава гумуса, а также дефицита кальция. Они часто переуплотнены, плохо оструктурены, склонны к коркообразованию, что неблагоприятно отражается на их водно-воздушном режиме.

В кислой среде угнетаются аммонификация, нитрификация, замедляется фиксация азота из воздуха, ухудшается азотный режим почвы.

Анализ физических, физико-химических и агрохимических свойств черноземов пашни лесостепной зоны Челябинской области четко выявил развитие деградационных процессов, основными причинами которых являются: девегация и вместе с ней выключение почв из действующих природных экосистем, истощение фонда элементов питания растений и загрязнение химическими продуктами. Использование черноземов выщелоченных в пашне без специальных агротехнических приемов сопровождался ухудшением их физического, физико-химического и агротехнического состояний. Четко наблюдается нарушение генетических процессов почвообразования и снижение многих показателей плодородия. Многолетние опыты и практика земледелия свидетельствуют о том, что для улучшения агрофизических, физико-химических и физических свойств черноземов необходимо осуществлять комплекс мер по расширенному воспроизводству плодородия почв, расширять круговорот органического вещества и питательных веществ.

В соответствии с законом Российской Федерации «О недрах» необходимо грамотно пользоваться землей, не снижая плодородия пашни и не нарушая ее структуры. На пользуемых землях проводить почвозащитные мероприятия, направленные на снижение степени химизации сельского хозяйства, на повышение плодородия земли [29].

# Выводы

1. Действие минеральных удобрений, вносимых в течение 35 лет в рекомендованных дозах, проявилось лишь в повышении гидролитической кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи, причем только в самом верхнем слое (0-10 см) и нижнем (20-30 см) пахотного горизонта.

2. Влияние способов обработки среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи на его кислотность более ощутимо. Однако по пахотному горизонту в целом различия в водной и солевой кислотности почвы между вариантами опыта невелики, почва является нейтральной.

3. На гидролитическую кислотность почвы больше всего оказали влияние вспашка и плоскорезная обработка на 10-12 см. Вспашка заметно повысила ее во всех слоях пахотного горизонта на варианте без применения минеральных удобрений, плоскорезная мелкая обработка так же точно проявилась на удобренном фоне. Кроме того, высокой гидролитическая кислотность почвы в слое 20-30 см при отвальной обработке оказалась и при внесении удобрений.

# Список литературы

1. Смирнов П.М. Агрохимия / П.М.Смирнов, Э.А. Муравин. – М.: Агропромиздат, 1984 – 447 с.
2. Филеп Д. Формы кислотности и кислотно-основная буферность почв / Д. Филеп, М. Рэдли // Почвоведение. – 1989. – № 12. – С. 48– 58.
3. Кауричев И.С. Почвоведение / И.С. Кауричев, Л.Н. Александрова, Н.П. Панов. – М.: Колос, 1982. – 496 с.
4. Амельянчик О.А. Показатели и методы оценки почвенной кислотности и потребности почв в извести / О.А. Амельянчик, Л.А. Воробьева. // Агрохимия. – 1991. – № 2. – С. 123– 135.
5. Аскинази Д.Л. К вопросу о природе почвенной кислотности / Д.Л. Аскинази, Н.П. Карпинский, Н.П. Ремезов // Почвоведение. – 1955. – № 9. – С. 17– 24.
6. Миессеров К.Г. К вопросу о природе почвенной кислотности / К.Г. Миессеров // Почвоведение. – 1955. – № 3. – С. 17– 24.
7. Александрова А.М. О природе почвенной кислотности / А.М. Александрова, Н.К. Крупский, Ю.В. Дараган // Почвоведение. – 1983. – № 3. – С. 34– 43.
8. Абрамян С.А. О методах определения кислотности почв / С.А. Абрамян, А.Ш. Галстян // Почвоведение. – 1981. – № 11. – С. 138– 141.
9. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: Мир, 2003.– 584 с.
10. Ковда В.А. Почвоведение. Часть 1: Почва и почвообразование / В.А. Ковда, Б.Г. Розанов. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
11. Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.
12. Копцик Г.Н. Буферность лесных подстилок к атмосферным кислотным осадкам / Г.Н. Копцик, Е.Д. Силаева // Почвоведение. – 1995. – № 8. – С. 954– 962.
13. Мотузова Г.В. Природа буферности почв к внешним химическим воздействиям / Г.В. Мотузова // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С. 46– 52.
14. Развитие работ А.А. Роде по изучению лесных подзолистых почв методом потенциометрического титрования в связи с проблемой изменения почв под влиянием кислых осадков / С.Е. Иванова, Т.А. Соколова, О.Н. Лукьянова // Почвоведение. – 1996. – № 5. – С. 620– 629.
15. О буферных реакциях при взаимодействии тонкодисперсных фракций подзолистых почв с кислыми осадками / О.Н. Козлова, Т.Я. Дронова, Т.А. Соколова // Почвоведение. 1999. – № 6. – С. 721– 726.
16. Надточий П.П. Определение кислотно-основной буферности почв / П.П. Надточий // Почвоведение. – 1993. – № 4. – С. 34– 38.
17. Савченко Т.И. Буферность почв и факторы почвенной кислотности / Т.И. Савченко // Химизация сельского хозяйства – 1989. – № 2. – С. 40– 43.
18. Соколова Т.А. Химические основы буферности почв / Т.А. Соколова, Г.В. Мотузова. – М.: Издательство МГУ, 1991. – 106 с.
19. Зайцева Т.Ф. Буферность почв и вопросы диагностики / Т.Ф. Зайцева // Известия СО АН СССР. Серия биологические науки. – 1987. – Т 14, вып. 2. – С. 69-80.
20. Синявский И.В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия черноземов Зауралья / И.В. Синявский. – Челябинск: ЧГАУ, 2001. – 275 с.
21. Козаченко В.А. Обоснование приемов рационального использования, обработки и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области / В.А. Козаченко. – Челябинск.: Изд-во «Челябинский Дом печати», 1999. – 144 с.
22. Гедройц К.К. Почвенный поглощающий комплекс, растение и удобрение / К.К. Гедройц. – М.: Сельхозгиз, 1935. – 344 с.
23. Кауричев И.С. Почвоведение / И.С. Кауричев, Л.Н. Александрова, Н.П. Панов. – М.: Колос, 1982. – 496 с.
24. Глухих М.А. Влага черноземов Зауралья и пути ее эффективного использования / М.А. Глухих. – Челябинск: ЧГАУ, 2003. – 358 с.
25. Бауер К.Д. Экономика сельскохозяйственного предприятия / К.Д. Бауер, А.С. Зубовский, Н.Ю. Исина. – М.: Юристъ, 1999. – 300 с.
26. Беляков Г.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве / Г.И. Беляков. – СПб: Лань, 2006. – 512 с.
27. Шкрабак В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургиев. – М.: Колос, 2004. – 512 с.
28. Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д.С. Орлов. – М.: Высшая школа, 2002. – 334 с.
29. Маслов Б.С. Мелиорация и охрана природы / Б.С. Маслов, И.В. Минаев. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 271 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 -

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Слои 0-10 см | | Слои 10-20 см | | Слои 20-30 см | |
| Чередование | 0,93 | Чередование | 0,96 | Чередование | 0,91 |
| Плоскорезная | 0,63 | Плоскорезная | 0,73 | Плоскорезная | 0,60 |
| Безотвальная | 0,90 | Безотвальная | 0,92 | Безотвальная | 0,94 |
| Отвальная | 1,00 | Отвальная | 0,78 | Отвальная | 0,97 |

Глубина обработки почвы 0-10 см



Глубина обработки почвы 10-20 см



Глубина обработки почвы 20-30 см

