

631.4

Л.А. ГАФУРОВА, Д.А. КАДИРОВА

ЭРОДИРОВАННЫЕ ПОЧВЫ
ТУРКЕСТАНСКОГО ХРЕБТА
И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ
АКТИВНОСТЬ



П-12

П-12 631.459
ЗКАРЛЕР ДИНА
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л.А. ГАФУРОВА, Д.А. КАДИРОВА

ЭРОДИРОВАННЫЕ ПОЧВЫ ТУРКЕСТАНСКОГО ХРЕБТА И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Республиканская научная
сельскохозяйственная

библиотека

358 710



Издательство «Фан»
Академии наук Республики Узбекистан
Ташкент – 2014

УДК: 631.459

ББК: 40.64

Г12

В монографии приводятся аналитические данные о влиянии эрозионных процессов на морфогенетические особенности, механический состав, физические и агрохимические свойства предгорных и горных почв, расположенных в условиях вертикальной зональности Туркестанского хребта. В сезонной динамике исследованы численное колебание физиологических групп микроорганизмов, активность окислительно-восстановительных ферментов и интенсивность «дыхания» почв. Установлены закономерности изменения биологической активности в зависимости от степени эродированности и экспозиции склона, от смены основных типов и подтипов почв, расположенных в условиях вертикальной зональности и выявлены корреляционные зависимости биологической активности между свойствами почв, также определены общая относительная биологическая активность (БА) исследуемых почв, с целью диагностической оценки их плодородия.

Книга предназначена для специалистов в области почвоведения, эрзиоведения, агрохимии, биологии, экологии и охраны природы.

The monograph provides the analytical data of erosion effect on the morphogenetic features, texture, physical and agrochemical properties of foothill and mountain soils located in vertical zoning Turkestan range conditions. In seasonal dynamics the numerical variations of physiological groups of microorganisms, the redox enzymes activity and the intensity of soils "breathing" were studied. The regularities of biological activity changes, depending on the degree of erosion and slope exposure, on change of major types and subtypes of soils located in vertical zoning conditions were established and correlations between the biological activity of the soil properties were revealed; the total relative biological activity (BA) of investigated soils with the purpose of diagnostic evaluation of their fertility was defined as well.

The book is intended for specialists in the field of soil science, erosion study, agricultural chemistry, biology, ecology and wildlife preservation.

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *И.Туранов*

доктор биологических наук, профессор *М.М.Ташикузиев*

ISBN 978-9943-19-283-6

© Издательство «Фан» АН РУз, 2014 г.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема деградации земель вследствие проявления эрозионных процессов актуальна не только в Узбекистане, но и за рубежом. Нерациональное использование земель предгорных и горных районов, не учитывая их своеобразные региональные особенности аридного горного почвообразования, вырубка лесов, нерегулированный выпас скота ещё больше усиливают эрозионные процессы и приводят к изменению естественного почвенного покрова, снижению плодородия почвы, уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению их качества.

Следовательно, вопросы сохранения, охраны и воспроизводства плодородия горных эродированных почв, а также рациональное их использование в различных природно-экологических зонах республики является актуальной для настоящего времени. Улучшение плодородия почв в горах – сложная проблема, в первую очередь потому, что эродированные горные почвы характеризуются повышенной ранимостью и некоторыми особенностями, что обусловлено развитием их на склонах разной экспозиции и крутизны и частой сменой почвообразующих пород и т.д.

В целях поддержания устойчивого уровня плодородия почв, прогнозирования и создания условий, необходимых для роста и развития сельскохозяйственных культур, необходимо всесторонне исследовать наряду с физическими, агрохимическими свойствами и биологическую активность почв. Биологическое состояние почвы, как известно, характеризуется численностью различных групп микроорганизмов, ферментативной активностью и «дыханием» почв. Микробиологическая и ферментативная оценка почв дает возможность определить рациональные приемы повышения продуктивности растений при максимальном сохранении и накоплении органического вещества почвы. Для оценки масштаба деятельности микроорганизмов большое значение приобретает определение сезонной динамики развития микроорганизмов и раз-

личных показателей биохимической активности почв в конкретных физико-географических условиях. Выявление экологического состояния почв и управление их плодородием должно строиться на строго научном, направленном регулировании в них биологических процессов, так как устойчивое плодородие почв в значительной мере определяется биологическим потенциалом.

В связи с этим, большой интерес представляет разработка ряда теоретических вопросов, направленных на выяснение взаимосвязи и взаимообусловленности почвообразующих факторов в почвообразовательном процессе, с одной стороны, и выяснением генезиса почв во взаимосвязи с деятельностью почвенных микроорганизмов и ферментативной активности с другой. Такой подход особенно актуален для условий северо-западных отрогов Туркестанского хребта, так как до настоящего времени исследований по выяснению изменений почвенной микрофлоры и ферментативной активности в зависимости от смены почвенных типов в системе вертикальной зональности почти отсутствуют.

На основании выше сказанного следует отметить, что познание закономерностей протекания почвенных процессов на основании изучения агрофизических, агрохимических и биологических свойств почв позволяет найти ключ к сохранению и повышению плодородия эродированных горных почв.

ГЛАВА 1.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

На всех этапах развития человеческого общества земля была, есть и будет важнейшим, ничем незаменимым средством производства. Площади её ограничены, и потери каждого гектара плодородной земли наносят ущерб обществу, поэтому задачей первостепенной важности было и остается поддержание способности почв к воспроизводству в процессе их использования. Ее правильное использование и бережное отношение к ней надо рассматривать как важнейшее звено в комплексной охране природы. Стратегией аграрного производства является наиболее полное удовлетворение потребностей растущего населения планеты продуктами питания, при обязательном сохранении сложившегося экологического равновесия в природных объектах окружающей среды. В этой связи, в настоящее время все большее внимание обращается на горные регионы, как на резерв дополнительных площадей под сельскохозяйственное освоение.

Разрушению почв на горных территориях способствовала многовековая практика неправильного использования склоновых земель в сельском хозяйстве. Вопросы борьбы с деградацией почв в горных регионах, а точнее процессов эрозии почв давно стоят в центре внимания многих исследователей. Особенно большая работа по изучению эрозионных процессов и мер борьбы с ними проведена за последние 50–60 лет, выяснены характер и размер ущерба наносимого эрозионными процессами. Доказано положительное влияние противоэрозионных приемов на повышение урожая сельскохозяйственных культур и улучшение плодородия эродированных горных почв.

В.Б.Гуссак (1959) в своих исследованиях дает следующее толкование эрозии почв: эрозия – это процесс, совершающийся на поверхности земли и заключающийся в отрыве, переносе и перера-

ботке продуктов выветривания, проточными водами временного и постоянного характера.

По мнению М.Н.Заславского (1966), эрозия – это смыв и размыв почвы, подстилающих пород поверхностными стоками временных водных потоков. Автор считает, что сток воды по почве может вызывать поверхностную и линейную эрозию. При линейной образуются промоины и овраги, а при поверхностной – смыв. По мнению автора, выделяются несколько типов эрозии: эрозия от стока дождевых осадков, эрозия от стока талых вод, эрозия от стока вод орошения, а также эрозия от стока выходящих на поверхность грунтовых и сточных вод.

Вопросы эрозии почв, ее распространение, формы и причины возникновения в горных регионах Узбекистана изучали многие авторы (Гуссак, 1959; Дошанов, 1965; Дошанов, Муратова, 1960; Дошанов, Ханазаров, Мирзакеев, 1974; Заславский, 1966; Заславский, Каштанов, 1979; Усманов, 1973; Турапов, 1974; Горбунов, Конабесва, 1975; Махсудов, 1981; 1989; Махсудов и др., 2000; 2006; Турсунов и др., 1986; 2009; Адылов, 1990; 1997; Дересса, 1991; Гафурова, 1995; Гафурова и др., 1999; 2002; 2004; 2008; Хакбердиев, 1996; Юсупов, Турсунов, 1997; Ханазаров, 2002; 2003; Ханазаров и др., 1986; 1997; Мирхайдарова, 2000; 2002; Рустамов, 2005; Набиева, 2008; Шамсиддинов и др., 2004; 2008; 2012; Содикова, 2008; 2011; Тураев, Кунгиров, 2008; Джалилова, 2009; Шадиева, 2010; Тураев, 2011 и др.)

Первые специальные научно-исследовательские работы по изучению водной эрозии были проведены в горной и предгорной части Узбекистана и составлены почвенные карты, на которых были выделены контуры смытых почв. Этими исследованиями было установлено, что смытые почвы в горных и предгорных районах Узбекистана составили примерно 3 млн. га (Гуссак, 1959).

В 1937 г. была организована Сукокская эрозионно – селевая опытная станция, впоследствии переименованная в Чаткальскую горно-мелиоративную опытную станцию для изучения актуальных вопросов горной мелиорации. Эта станция стала основной базой по изучению природы формирования поверхностного стока, селевых потоков, разработки мер по борьбе с ними и повышению продуктивности горных территорий.

Л.Т.Земляничский (1937), проводя исследования на Чаткальских, Памиро-Алайских, Туркестанских и Гиссарских хребтах устано-

вил, что причинами возникновения эрозии является – разность высот между водоразделами хребтов и долинами, сильная расчлененность, обуславливающая большую поверхность соприкосновения с атмосферными агентами, специфические климатические условия и крутизна склонов. По мнению автора, интенсивность и сила смыва зависят и от экспозиции склона. Почва интенсивнее смывается на южных, юго-восточных и юго-западных склонах, где часто почти нет растительности. Северные и северо-западные склоны обычно более задернены, оттаивание снега на них происходит медленно, сток дождевых вод спокойнее, поэтому и энергия стока относительно невелика. Он отмечает, что однократный прогон 100 овец по задерненному склону распыляет почву до глубины 1–3 см и это приводит к сильному смыву почвы водой.

М.Н.Заславский (1966, 1979) пишет, что смыв и размыв почвенного покрова на склонах далеко не исчерпывает вреда, который наносят эрозионные процессы народному хозяйству. Стекающая по склонам и оврагам вода со смытой почвой и наносит большой ущерб землям в балках и долинах, а также водохозяйственным объектам. При этом иногда ущерб от последствий эрозии бывает больше, чем вред, который эрозия наносит склоновым землям. Эродированными землями автор называет такие, на которых сочетание природных условий создает потенциальную опасность проявления ускоренной эрозии при их нерациональном хозяйственном использовании.

Е.В.Кононцевой (2007) был установлен характер связи смыва почв в зависимости от значений изучаемых факторов, таких как климатические, рельефные, почвенные. Установлены прямолинейные зависимости между смывом почв и длиной склонов, а также смывом почв и крутизной склонов, которые показывают, что с увеличением длины и крутизны склонов увеличивается и смыв почв. Также наблюдается неопределенность характера связи между смывом почв и частями склонов. На одних склонах идет увеличение смыва в верхней части до нижней, на других наибольший смыв наблюдается в средней части. Это объясняется характером самих склонов, т.е. их экспозицией, крутизной, длиной. Наибольшему смыву подвержены южные и юго-западные склоны, наименьший смыв наблюдается на северных склонах.

Х.М.Махсудов (1981, 1989) рассмотрел вопросы развития эрозии в предгорьях и низкогорьях Узбекистана очень широко и с

большой научной обстоятельностью, сделав существенный шаг в исследовании научных основ защиты почв от эрозии в аридной зоне и повышения плодородия смытых богарных и орошаемых почв. Предложенная им новая классификация смытых сероземов, используя которые были выявлены особенности почвообразования на склоновых землях, механизмы проявления эрозии в аридных условиях, показано изменение плодородия и противозерозионной устойчивости в зависимости от степени эродированности и разработана система мероприятий по защите почв от эрозии и повышению продуктивности эродированных почв на богарных и орошаемых землях.

Анализируя литературные данные о возникновении эрозионных процессов, необходимо отметить и влияние эрозии на плодородие, а точнее на основные свойства почв. Проблемами изменения основных свойств почв под влиянием эрозионных процессов занимались многие ученые. В.Б.Гуссак (1959) указывает, что под действием водной эрозии, ухудшается питательный режим растений и физические свойства почвы. В условиях богарного земледелия непродуктивно стекает дефицитная влага, уменьшаются ее запасы в почве. По результатам автора, сильноосмытые почвы на образование 1 г сухого вещества урожая расходуют значительно больше влаги, чем несмытые, а способность к влагонакоплению у смытых почв меньше, чем у несмытых.

И.Турапов, М.Мамедов (1974) изучали некоторые элементы теплового баланса и микроклимата в условиях горных эродированных почв Ангренского бассейна. В результате дали количественные характеристики радиационного баланса, теплового потока, температуры поверхности почвы и воздуха для различных экспозиций склонов. Были выявлены отличительные особенности этих величин в зависимости от экспозиции склонов в течении суток и сезона, что в прямом смысле обуславливающие возникновение эрозии почв.

А.Равшанов (1978) изучил влияние эрозии на водный режим темных сероземов и агротехнические методы борьбы с эрозией почв Джизакского вилоята и установил, что водный режим темных сероземов для указанной зоны относится к импермацидному типу. Глубина промачивания почвы за зимне-весенний период во влажные годы составляет более 2 м, в сухие – 120–130 см.

В работах Х.М.Махсудова, Л.А.Гафуровой, И.Турапова и А.Ханазарова (2000) подчеркивается, что охрана и защита почв

от эрозии на горных склонах являются одной из важнейших задач системы земледелия и должны проводиться на всей площади водосбора, на основе максимального предотвращения, формирования поверхностного стока и правильной организации территории хозяйств. Авторы констатируют, что пополнение органической массой, стабильное повышение содержания гумуса и количества питательных веществ в результате проведения облесительных работ, улучшение состояния пастбищ путем коренной и поверхностной мелиорации являются основными путями охраны горных почв и улучшения их плодородия.

Д.Набихановой (1990) выявлены закономерности распределения валовых и подвижных форм элементов питания (азота, фосфора, калия, меди, цинка, марганца, железа, бора) по профилю эродированных горных почв, их сезонная динамика, вариабельность в зависимости от высотных отметок, экспозиции склона, частей террас и произрастающей растительности.

Л.А.Гафуровой (1995, 1999) впервые в пределах низкогорий и предгорий Узбекистана изучены особенности почвообразования на склоновых землях с учетом элементов и экспозиций склонов, дана комплексная характеристика почв, подверженных эрозии и в результате была показана зависимость проявления эрозионных процессов от почвообразующей породы. Исследования позволили сделать и ряд новых теоретических, а также практических положений по вопросам генезиса почв, сформированных на третичных красноцветных отложениях. Также была, изучена биологическая активность эродированных почв и было установлено, что исследуемые почвы отличаются по сравнению с сероземами меньшей биогенностью, которая обусловлена рядом экологических факторов: почвообразующей породой, влажностью, температурой, низкими запасами гумуса и элементов питания, высокой плотностью, более тяжелым механическим составом. При этом по мере увеличения степени смытости почв численность микроорганизмов резко уменьшалась.

М.Фахрутдинова (1998) в северной части Туркестанского хребта на примере почв «Народного парка», изучала закономерности гумусообразования на разных элементах рельефа и под различным покровом растений, дала комплексную характеристику состава гумуса основных типов горных почв. Автором были установлены закономерности гумусного состояния изученных почв – способ-

ность постоянного увеличения гумуса почв в природных условиях, уменьшение гумуса при их освоении, зависимость содержания гумуса от запаса надземной биомассы.

В работах Г.С. Мирхайдаровой (2002) рассматриваются вопросы условий формирования эродированных почв бассейна Сукоксай на террасах по характеру и скорости гумусонакопления.

Н.Ю. Абдурахмановым (2004) исследованы морфогенетические особенности и основные свойства богарных почв предгорий и подгорных равнин Туркестанского хребта, изучены современное состояние плодородия исследуемых почв и проведена их оценка по 100 балльной закрытой шкале, составлены почвенно-бонитировочные карты 39 богарных хозяйств.

Г.М. Набисвой (2008) изучены агрохимические, агрофизические свойства, также исследованы микроэлементный состав, запасы и энергетические ресурсы гумуса почв, расположенных в условиях вертикальной зональности Западных отрогов Чаткальского хребта. Автор также изучал активность и распределение по профилю эродированных горных почв гидролитических, окислительно-восстановительных ферментов и обеспеченность почв ферментами и показал изменение этих качеств в зависимости от степени эродированности и экспозиции склонов, почвообразующих пород. Также выявлены корреляционные связи между свойствами почв и ферментативной активностью.

Картирование, выявление и оценка эрозионноопасных земель с применением современных ГИС технологии выполнена Г.Т. Джалиловой (2009). По данным автора применение ГИС технологии на основе обработки материалов дистанционного зондирования обеспечивают высокое качество результатов и сокращение времени выполнения и стоимости работ. Также впервые осуществлен комплексный анализ при обработке космических снимков с использованием ГИС технологий бассейна Сукоксай и по результатам исследований оценена и разделена территория на агроэкологические группы с учетом степени эрозионноопасности земель. Созданы тематические электронные карты по диагностическим показателям эрозионноопасных земель.

По данным М.М. Ташкузиева, Н.И. Шадиёвой (2008, 2010) эрозионные процессы сильно влияют на химическое и гумусное состояние сероземов и коричневых почв предгорий бассейна р. Санзар. Ими установлены также заметные различия во фракционном

составе гумуса между темными сероземами и горными коричневыми почвами.

При характеристике и определении уровня плодородия эродированных почв, наряду с характеристикой химических и физических свойств их, большая роль принадлежит и изучению микробиологических и биохимических факторов почвообразования.

Микробиологические исследования почв в Узбекистане проводили Г.Н. Набиев (1954), С.Ф. Лазарев (1954), Попова (1959), Первушина-Грошева (1961), Э.Г. Вухрер (1967, 1974), А.Л. Торопкина (1971), Х.М. Махсудов (1981, 1989), С.А. Каплун, Т.Х. Хаджиев и др., (1986), М.В. Мухамеджанов, Н.А. Теслинова (1990), Л.А. Гафурова (1995, 2008), Л.А. Гафурова, Х.М. Махсудов, Адель (1999), Т.Х. Хаджиев и др., (2000, 2001), Т.Х. Хаджиев (2001), А.Ж. Баиров, У. Рузметов (2001), Б.К. Шакури (1986), М.Х. Хакимова (2002), Б.Ю. Юсупов (2004), Х.Т. Рискиева и др., (2008), Л.А. Гафурова, Д.А. Кадилова (2008), Х.Э. Юлдашева (2008), У. Рузметов (2009), Д.А. Кадилова (2008, 2009, 2012а, 2012б, 2013), М.Э. Саидова (2004, 2008, 2009, 2010), Г.С. Содикова (2011, 2013) и др. Эти работы посвящены выявлению основных физиологических групп микроорганизмов в сероземах или почвах пустынной зоны и изучению воздействия на них физических и химических свойств почв, влияния минеральных и органических удобрений, засоления, орошения, агротехнических приемов, гидротермических условий почвообразования и других экологических факторов. Однако, влияние эрозионных процессов на развитие и деятельности микроорганизмов изучены в почвах предгорий и низкогорий Узбекистана недостаточно.

Как правило, микробиологические процессы в эродированных почвах имеют некоторые специфические особенности. Эти почвы слабее заселены микроорганизмами по сравнению с незеродированными, причем уменьшение биогенности по профилю почв происходит пропорционально возрастанию степени их эродированности (Заславский, 1966; Заславский, Каштанов, 1979; Нимаева и др., 1975; Теслинова, Виноградов, 1986). Недостаточная активность микробиологических процессов в эродированных почвах способствует снижению содержания гумуса, подвижных соединений азота, фосфора, калия и ряда микроэлементов, а также уменьшению емкости поглощения и количества водопрочных агрегатов (Заславский, 1966).

По данным Г.А.Черемисинова (1968) существует прямая зависимость между эродированностью почв и количеством спорообразующих, аммонифицирующих бактерий. По мнению автора, этот показатель может быть использован для микробиологической диагностики эродированных почв.

В эродированных почвах существенно изменяется соотношение грибов и бактерий, участвующих в разложении клетчатки. Так, в слабо эродированных и неэродированных почвах основными деструкторами клетчатки являются бактерии и в меньшей степени грибы, в то время как в средне- и сильноэродированных почвах, наоборот, главную роль в разложении целлюлозы играют грибы (Непомилус, Корнеева, 1970; Нимаева и др., 1975). Численность микрофлоры почв, как отмечает Г.А.Черемисин (1968), с увеличением смывистости уменьшается.

По данным Т.Е.Поповой (1959) количество аммонифицирующих, флюоресцирующих микроорганизмов на намытом участке несколько больше, чем на смытом участке типичного серозема. Та же картина наблюдается и в отношении денитрифицирующих бактерий и азотобактера.

Выяснению взаимосвязи микробиологических и биохимических процессов в эродированных богарных типичных сероземах посвящены работы Вухрера и др. (1974, 1977). Ими установлено, что в богарных типичных сероземах в связи с недостатком влаги биологическая интенсивность крайне ограничена, что приводит к слабой минерализации органического азота, то есть к переходу 67,5 % азота в негидролизуемые формы.

О.Е.Марфенина (1991) также отмечает снижения показателей биологической активности, в основном в сильно эродированных почвах.

Л.Р.Петренко, Е.Б.Городецкая (1991), изучая эродированные типичные черноземы, отметили, что водная эрозия, вызывающая смыв наиболее плодородного и агрономически ценного верхнего слоя почвы, приводит к значительному снижению биологической активности. Ими показано, что под влиянием сильной водной эрозии численность бактерий в слое 0–40 см в среднем снизилась – на 38 %, актиномицетов – на 36 %, грибов – на 11,5 % по сравнению с неэродированной почвой.

Л.Ю.Косинова, Н.И.Гантимунова, А.А.Танасенко (1993) отмечают, что изучение микробиологической активности почв эро-

зионноопасных территорий дает возможность стабилизировать почвообразовательные процессы, научно обосновать противоэрозионные технологии при разработке землепользования и охраны окружающей среды.

С.Артамонова и др. (1998) отмечали, что результаты микробиологической экспертизы эродируемых почв под неорошаемыми и орошаемыми агроценозами и культурными пастбищами свидетельствуют об изменении микробных сообществ и активности их участия в процессах почвообразования и биологического самоочищения. С точки зрения экологии, вся система земледелия должна быть почвозащитной, обеспечивающей повышение плодородия почв.

Е.Лей Рут и др. (2001) измеряли биомассу 2 функциональных групп микробов в эродированных почвах высокогорного склона в Скалистых горах в шт. Колорадо. Изучаемые почвы имели сходные материнскую породу, экспозицию и климат, но содержание органических веществ, а также биологическая активность почв варьировали в разных пределах. По мнению авторов это происходит за счет эрозионных процессов.

Е.В.Патрушева, Н.В.Велигонова (2002) исследовали микробиологический состав эродированного чернозема обыкновенного без нарушения структуры при отборе образцов. Максимальное количество микроорганизмов сосредоточено в слое 0–20 см и оно быстро снижается с глубиной по профилю. Это связано с обильными источниками питательных веществ и энергии в поверхностном слое, с более благоприятными условиями аэрации, кислотности и др. В исследованиях автора выявлено, что количество анаэробных азотфиксаторов значительно меньше, чем гетеротрофных организмов, но в целом наблюдается сходная тенденция их распределения по профилю, хотя численность анаэробных микроорганизмов с глубиной уменьшается не столь быстро. Во всех исследованных образцах многочисленны представители рода *Bacillus*.

Н.В.Шульга – Михайлова и др. (2002) изучали распространение актиномицетов в горных почвах Монголии. Исследование численности и таксономического состава актиномицетов этих почв позволяет сделать вывод о том, что комплексы почвенных актиномицетов отражают своеобразие природных условий и специфических особенностей горных почв этой страны и могут служить показателем, характеризующим почвы горных экосистем Монголии. Уста-

новлено, что таксономическое разнообразие актиномицетов более широко представлено в обыкновенном черноземе по сравнению с горным черноземом.

В.А.Величковым (2002) изучены устойчивость и чувствительность биологической активности дерново-подзолистых почв, подверженных водно-эрозионным процессам. Им установлено, что эти процессы оказывают существенное влияние на изменение биоты и биологической активности названных почв. Сильносмытые почвы обладали низкой нитрифицирующей, денитрифицирующей, целлюлозоразрушающей активностью, чем несмытые и намытые почвы. Также, эти почвы диффундировали в атмосферу наименьшее количество CO_2 и проявляли самую низкую каталазную активность.

С.Ф.Шатохина, С.И.Христенко, Л.А.Загородняя (2002) проводили сравнительное исследование основных закономерностей функционирования микробных сообществ почв и показателей их биохимической активности на склонах различной экспозиции. Показано, что различия в экспозиции склонов оказались достоверным фактором при сравнении годовой динамики основных таксономических групп микроорганизмов. На склоне северной экспозиции почвы характеризовались наибольшей плотностью бактерий с олиготрофным типом питания, на водоразделе была выше численность евтрофов, на южном склоне накапливалось больше микромицетов и целлюлозоразрушающих микроорганизмов, а на склоне восточной экспозиции – актиномицетов.

А.В.Тюлькиновым, А.В.Семёновым (2007) установлено, что при освоении целинных дерново-подзолистых почв на покровных суглинках, а также при эрозии почв происходит изменение, чаще ухудшение биологических свойств, то есть наблюдается биологическая деградация почв. При этом снижается биологическая активность вследствие нарушения водно-воздушного и питательного режимов, что характерно для пахотных горизонтов эродированных почв.

По результатам М.И.Мальцева (2007) наибольшая микробиологическая активность эродированных черноземов в условиях Приобьей Алтая проявляется в начальный период вегетации (конец мая – июнь). На активность синтеза аминокислот определяющее влияние оказывает содержание минерального азота в почве, на разрушение целлюлозы – влажность. Общую биологическую ак-

тивность микроорганизмов в эродированных черноземах можно оценить как среднюю.

Из обзора литературы по микрофлоре разных почв можно сделать следующие выводы: наиболее биогенным является пахотный горизонт почвы (0–25 см), ниже которого содержание микроорганизмов значительно уменьшается и видовой состав сокращается. Однако, в отдельных случаях, например, в горных почвах микрофлора проникает на большую глубину.

Наряду с изучением микробиологической активности почв большой интерес представляет и определение активности почвенных ферментов, так как ферменты являются чувствительными индикаторами негативных явлений природной среды. Показатели ферментативной активности почв широко применяются при оценке плодородия, характеристике почвенных типов.

А.Ш.Галстян (1965, 1974, 1980, 1983) отмечает, что одним из факторов, сильно влияющих на активность ферментов, является эрозия почв. Каждый почвенный тип характеризуется определенной ферментативной активностью, которая отражает свособразные биогидротермические условия формирования данного почвенного типа и при разрушении почвенного профиля в соответствии со степенью смытости генетических горизонтов нарушаются эти условия, которые соответствующим образом отражаются на активности почвенных ферментов. По мере возрастания степени смытости почв наблюдается явная тенденция к снижению действия ферментов. Фактически нижележащие горизонты, оказывающиеся у поверхности в результате смыва, имеют почти ту же ферментативную активность, которую они имели до смыва почвы. В результате различные категории почв по степени смытости в пределах одного и того же типа довольно резко отличаются друг от друга по ферментативной активности. Поскольку каждому генетическому типу почв и их горизонтам присуща определенная ферментативная активность, то определяя и сопоставляя их действие с эродированными почвами аналогичного типа можно дать прогноз о степени их смытости, и активность ферментов можно использовать в качестве диагностического дополнительного показателя эродированности почвы.

А.Ш.Галстян (1965), Ф.Х.Хазиев (1967, 1979, 1982), изучая ферментативную активность эродированных черноземно-подзолистых, серых лесных почв, отметили, что эрозия является отражением нарушения экологического равновесия в ландшафтах и

влияет на ферментативную активность и сопряженные свойства почвы, где эрозия сама выступает в качестве компонента экологических параметров, определяющих пространственную динамику ферментного уровня почвы.

В процессе эрозии не только уносятся из почвы ферменты в составе дисперсной органоминеральной части, но и в остающейся почве ухудшаются условия для новообразования и для действия ферментов (1979). По мнению авторов, в результате изменения органического комплекса и иловатой фракции условия адсорбции и стабилизации ферментов в почве также изменяются, то есть пониженная ферментативная активность эродированных почв это не только унаследованное свойство от тех горизонтов, которые оказались на поверхности в результате эрозии. Вследствие изменений почвы, в условиях развития эрозионных процессов модифицируются ферментативные свойства всего почвенного профиля. Ф.Х.Хазиев (1979) в своих исследованиях пришел к выводу, что при характеристике эродированных почв по ферментативной активности следует анализировать все генетические горизонты почвенного профиля.

Ю.С.Ананьева и др. (2006) показывают, что каталазная активность чернозема незначительно варьирует в пространстве по элементам рельефа – от 4,4 до 5,9 мл O_2 за 1 мин на 1г почвы. Каталазная активность проявляется по всему исследуемому профилю почвы. При этом верхние горизонты характеризуются более высокими значениями активности каталазы.

Е.В.Даденковым (2008) изучены особенности ферментативной активности (каталаза, дегидрогеназа) и содержание гумуса в эродированной горной коричневой почве под лесным покрытием. Согласно шкалам Д.Г.Звягинцева (1978) активность каталазы находится на среднем уровне. Активность дегидрогеназы – на богатом уровне. Автор также выявил типичное для лесных почв резкое снижение активности ферментов вниз по почвенному профилю. Активность дегидрогеназы резко падает по профилю вниз до глубины 40–50 см. В горизонте А, на глубине 10–15 см, активность этих ферментов меньше, чем в верхних горизонтах. Такое распределение связано, в первую очередь, с распределением содержания органического вещества по профилю. Об этом свидетельствует тесная корреляционная связь активности дегидрогеназы с содержанием гумуса ($r=0,80$).

Е.О.Евсеева, Е.В.Даденкова, М.А.Реплях (2008) оценивали численность микрофлоры (аммонифицирующие бактерии и микроскопические грибы), ферментативную активность (каталаза, дегидрогеназа) и содержания гумуса целинного чернозема обыкновенного карбонатного в сравнении с пахотными аналогами.

Активность ферментов и численность микрофлоры снижается вниз по почвенному профилю. Такой характер распределения связан в первую очередь с изменением содержания органического вещества по профилю. Отмечена тесная корреляционная связь активности каталазы, дегидрогеназы и численности микроскопических грибов с содержанием гумуса ($r=0,96$; $r=0,80$ и $0,82$ соответственно).

Ю.С.Кузнецовой (2008) сделана попытка описать биологическую активность почв Прикаспийской низменности и прилегающих территорий. Исследования показали, что исследуемые почвы обладают разными значениями содержания гумуса и активность каталазы. При этом отмечена закономерность снижения обоих показателей в зависимости от континентальности климата. Отмечена тесная корреляционная связь между содержанием гумуса и активностью каталазы ($r=0,98$). Связи с другими исследуемыми показателями (содержание карбонатов, реакцией среды) не отмечено.

Данные о ферментативной активности почв Узбекистана, в частности пустынных почв даны в работах М.У.Абдужалаловой (1974, 1976), Э.Г.Вухрер и др. (1977), в которых показана зависимость ферментативной активности от свойств почвы, факторов среды, формирующих данную почву и особенностей и специфичности самих ферментов. Авторами работ раскрыты наиболее важные связи активности ферментов инвертазы, уреазы, каталазы с основными почвенными характеристиками (содержанием гумуса, трансформацией азота, глубиной почвенных горизонтов, pH, засолением и почвенной биотой).

Н.О.Побережская, С.А.Алиев и др. (1985) изучали биологическую активность типичного серозема и выявили, что внесение только минеральных удобрений сопровождается усилением минерализации органических веществ почвы, приводящего к его снижению и сохранению. Их исследования показали, что при внесении карбоаммофоса активность уреазы повышается в 15–20 раз, но внесение ингибитора нитрификации способствовало уменьшению уреазы в 2–3 раза, то есть уменьшалась минерализация органического вещества.

А.К.Норбутаев и др. (1992), используя метод математического анализа, выявили коррелятивные связи ферментативной активности сероземных почв с содержанием в них микроэлементов. Они показали, что уреазы имела высокую коррелятивную связь с Со, V, Cu и As, среднюю – с Zn, слабую – с Mn, Ni, Cr, Pb; фосфатаза и каталаза имели почти со всеми микроэлементами почв положительную коррелятивную связь, за исключением Mo.

Биохимические исследования почв в Узбекистане также проводили М.Эгамкулова, П.Т.Малахова (1969), М.У.Абдужалалова (1974, 1976), Э.Г.Вухрер, М.У. Абдужалалова (1977), Н.О.Побережская, С.А.Алиев (1985), А.К.Норбутаев и др. (1992), Г.А.Каменир-Бычков и др. (1995), Л.А.Гафурова (1995), Л.А.Гафурова, Г.М.Набиева (1997), Л.А.Гафурова, Х.М.Махсудов, М.Ю.Адель (1999), Л.А.Гафурова, Г.Ш.Раимбаева (2001), Л.А.Гафурова и др. (2002), Л.А.Гафурова, Д.А.Кадилова (2010, 2011), Г.И.Джуманиязова, Л.Д.Сейдалиева (2001), Т.Абдурахманов и др. (2001), С.К.Побережская и др. (2000, 2002, 2003, 2004), Г.М.Набиева (2002, 2004, 2006), Г.М.Набиева и др. (2012), О.В.Мячина (2005), О.В.Мячина и др. (2004), Д.А.Кадилова (2008, 2011, 2012), М.Э.Саидова (2007, 2009, 2010), С.С.Муродова и др. (2013) и др.

Из приведенного выше краткого обзора литературы следует, что имеются многочисленные данные по биохимической активности почв Узбекистана. Но биологическая активность почв в условиях горного аридного почвообразования и в зависимости от степени эродированности изучены слабо. В связи с этим, мы поставили перед собой цель изучить с наряду химическими, физическими свойствами эродированных почв, определить микробиологическую и ферментативную активности их в условиях вертикальной зональности.

ГЛАВА 2.

УСЛОВИЯ И ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

2.1. Геолого-геоморфологическое строение и почвообразующие породы

Туркестанский хребет является западным продолжением Алайского хребта. Начинается он в верховьях Соха, в горном узле Алаудин-Бокбаши – Годай-юлы и тянется с востока на запад на протяжении около 350 км. В пределах Узбекистана входит его западная часть – от перевала Шахристан до ущелья р.Санзар – Тамерлановых ворот, западнее которого идет Нурагинский хребет. Западнее ур. Кзыл мазар Туркестанский хребет разделяется широкой тектонической впадиной, занятой долиной р. Санзар, на две ветви-хр. Чумкартау (продолжение основного хребта) и его отрог-хр. Мальгузар. На севере хребет примыкает к равнинным пространствам Голодной степи и Ферганской долины, а на юге он отделяется от Зерафшанского хребта долиной р. Зерафшан.

Туркестанский хребет в восточной части имеет высоты, достигающие 5000 м. В пределы Узбекистана входит уже его пониженная часть с высотами 3000–3500 м. Хребет довольно – плавно понижается на запад до 2000–2500 м. Туркестанский хребет имеет развитые северные склоны и крутые и короткие южные склоны. Северные склоны хр. Чумкартау, обращенные к долине р. Санзар, сравнительно меньшей высоты и отличаются большей крутизной.

Мальгузар значительно ниже хр. Чумкартау, начинаясь в верховьях р. Санзар в виде волнистого плато, он идет на запад северо-запад в виде ясно выраженной цепи. Высота его колеблется от 2000 до 2500 м над уровнем моря, южные склоны обращенные р. Санзар короткие и крутые северные-более развитые и длинные.

Туркестанский хребет и его отроги Чумкартау и Мальгузар сложены в основном, палеозойскими породами. В основании их лежит свита известняков и сланцев нижнего и среднего кембрия. Выше

идет песчано-сланцевая свита верхнего силура с гранодиоритами, мощностью свыше 2 км, у верховьев сменяющаяся толщей конгломератов и известняков. Девон представлен в виде нешироких полос известняков, выше которых идет мощная толща известняков карбоната, прикрытых известково-сланцевой свитой и красно-бурыми песчаниками и конгломератами, мощностью около 1500 м.

Преобладающее место по площади занимают выходы песчано-сланцевых пород, среди которых в виде узких гребней разбросаны выходы известняков. Все эти породы смяты в ряды складок антиклинального типа, надвинутых и разорванных. В районах выходов сланцев и песчаников склоны отличаются сложенностью, вследствие легкой податливости этих пород выветриванию. В местах выхода известняков (Мальгузар, Уч-кыз) склоны отличаются большой крутизной и скалистостью. Непосредственно на палеозойских отложениях с большим угловым несогласием налегают третичные, представленные палеогеновыми глинами, песчаниками и известняками малой мощности (по р. Туркмен около кишла. Шаид и в ур. Кзыл-мазар).

Значительно шире распространены неогеновые континентальные отложения, представленные кирпично-красным цветом конгломератов, песчаников и глин. Из этих отложений сложены предгорья, а также они встречаются в ур. Кзыл-мазар и по южному краю долины р. Санзар. Эта свита, прикрыта палевыми и бурыми конгломератами верхнего неогена и древнечетвертичного периода.

На срезанной поверхности этих отложений залегают позднечетвертичные наносы, представленные у подножья гор грубо-скелетным пролювием, а в предгорьях — галечниками и лессами. Особенно, мощные отложения галечников в долине р. Санзар, у ее верховий.

Расположенная у подножья Туркестанского хребта пологая слабоболнистая равнина, сложенная лессами, обрывающаяся уступом к Голодностепской равнине, а также и последняя равнина, образовалась в четвертичное время в результате тектонического поднятия Туркестанского хребта и последовавшего за ним перераспределения мелкоземистых наносов со склонов предгорий к их подножьям.

Самыми молодыми отложениями в описываемом массиве являются подгорные пролювиальные покатости и конусы выноса рек (сухие дельты), стекающие в северных склонах Туркестанского хребта, сложенные из галечниково-мелкоземистых наносов. Эти

выносы отдельными узкими полосами заходят вглубь Голодной степи до Хаваста.

В пределах этой подобласти мы выделяем геоморфологические районы: высокогорные пространства Туркестанского хребта, средние горы, лёссовые предгорья, каменистые предгорья, межгорная Санзарская впадина, подгорные покатости.

Сравнивая, геолого-геоморфологические условия Западных отрогов Чаткальского хребта с условиями Туркестанского хребта можно сказать, что в той или иной степени эта территория покрыта лессовидным чехлом. В распространении лессов и лессовидных суглинков на горных склонах наблюдается определенная закономерность. По мере увеличения высоты местности над уровнем моря мощность лессового цикла уменьшается (Мавлянов, 1964). Широкое распространение имеют третичные неогеновые отложения, пролювиальные, делювиально-пролювиальные отложения и они приурочены, в основном, к шлейфам горных склонов. Третичные отложения широко представлены в низких и средневысотных впадинах, а также на сыртах, в предгорьях. Основное поднятие их происходило уже в четвертичный период (Герасимов, 1960; Кочерга, 1960; Мамытов, 1963; Дощанов и др., 1974; Горбунов, Кимберг, 1975; Кузиев, Сектименко, 2009 и др.). Эти горы являются сравнительно молодыми, чем Туркестанский хребет.

Исходя из этого, можно сказать, что исследуемая территория характеризуется несильной расчлененностью, имея при этом волнисто-холмистые равнины, более пологие склоны, чем склоны Чаткальского хребта, но при этом они имеют такой же риск развития смыва и размыва почв.

2.2. Роль рельефа в горном почвообразовании

Рельеф, т.е. вид и характер поверхности данного участка, лишь по традиции и несколько условно может быть причислен к факторам почвообразования; скорее это — условие почвообразования, конечно весьма важное и существенное. Несомненно, участие рельефа в почвообразовании в некоторых случаях, как например, в горных областях и вообще в местностях с расчлененной поверхностью и бывает выражено весьма резко. Значение рельефа в почвообразовании преимущественно косвенное, преломленное через климат и растительность.

Горный рельеф весьма сложный и своеобразный. Именно с ним связана вертикальная зональность и поясность горных почв, процессы денудации и эрозии, что в такой степени не проявляется на равнинах. Кроме того, в горах рельеф не только сложный и разнообразный, он имеет множество форм, которые определяются орографическим и географическим положением горных стран, экспозицией и крутизной склонов, соотношением тепла и влаги, миграции и аккумуляции продуктов выветривания и почвообразования.

По выражению С.С.Неуструева (1931), рельеф играет роль распределителя физических масс веществ, климатических элементов и поверхностных вод.

В горном почвообразовании ведущую роль играют рельеф и процессы денудации. Их результатом является господство механического и геохимического выноса веществ, переотложение почвенных и минеральных масс, деформация почвенного покрова под влиянием силы тяжести (А.М.Мамытов, 1987).

Интенсивность денудации и эрозии зависит не только от количества выпадающих атмосферных осадков, крутизны и протяженности склонов, но и от экспозиции.

Экспозиция создает фон на склонах гор развитию эрозионных явлений. В результате эрозии идет перераспределение продуктов почвообразования по элементам рельефа. В горных почвах наблюдается не только передвижение влаги сверху вниз по профилю почвы, но и боковое передвижение почвенных растворов, т.е. боковой приток веществ вследствие внутрипочвенного стока и поверхностного намыва.

Важными условиями образования внутрипочвенного стока являются уклон и степень водопроницаемости верхних и нижних слоев почвы. С внутрипочвенным стоком связано перемещение значительного количества мелкозема и растворимых соединений, чем обусловлено частичное оглинение средней и нижней части профиля.

Поступление в почвенный профиль свежих материалов, особенно на карбонатных породах, приводит к обновлению или «омолаживанию» почв и поступлению в их профиль материала с щелочными и щелочно-земельными элементами (K, Na, Ca, Mg). Это способствует поддержанию реакции почвенного раствора на довольно высоком (слабощелочном или нейтральном) уровне более

длительное время, сдерживает процессы выщелачивания и глинообразования горных почв.

Горные склоны Туркестанского хребта, в основном, сложены известняками и сланцами. В процессе выветривания этих пород образуются лессовидные суглинки. Почвы горных склонов аридных областей Центральной Азии характеризуются значительной мелкоземистостью. В результате влияния переменного влажного субтропического климата здесь заметно выражены внутрипочвенное выветривание, с которым связано оглинение некоторых почв горных склонов, в частности коричневых (А.М.Мамытов, 1987).

Регион представлен склонами Туркестанского хребта, предгорными и межгорными пространствами долины р. Санзар, мягкими волнистыми предгорьями, окаймляющими хребты юга (рис. 2.2.1).

Р. Санзар делится на две ветви – южную и северную. Южная ветвь – продолжение осевой части Туркестанского хребта, на крайнем западе называемой Чумкартау. Северная ветвь образует Мальгузарский хребет.

Обе эти ветви с севера окаймлены волнистыми предгорьями – адырами. Южный склон хребта короток и крут, северный значительно длиннее. Долины северных склонов образуют в своих верховьях очень крутые и довольно обширные сборные воронки, переходящие в узкие, скалистые ущелья, трудно доступные и непроходимые, ниже они расширяются и делаются доступными.

В работе мы приводим сравнительные отличительные особенности горных почв исследуемого региона с почвами Западных отрогов Чаткальского хребта. Так, по условию рельефа также наблюдается отличие двух величайших горных хребтов. Западные отроги Чаткальского хребта по сравнению с исследуемой территорией характеризуется очень сильной расчлененностью рельефа, с крутыми склонами (склоны крутизной 30° и больше), а в исследуемой территории шкала крутизны склонов доходит всего лишь до 15–17°. Также территория Чаткальского хребта характеризуется обилием скал, каменистых россыпей и осыпей. По этому показателю наиболее большое количество участков бассейна Сукоксай считаются очень эрозионноопасными участками (Захаров, 1931; Махсудов, 1989 и др.).

Как видно из приведенных данных, рельеф местности имеет ключевое значение в формировании поверхностного стока и эрозии почв. Его влияние сказывается через экспозицию, крутизну,



Рис. 2.2.1. Строение рельефа исследуемой территории

длину и форму склонов. На южных склонах почвы в первую очередь освобождаются от снега, и таяние снега происходит наиболее энергично, эрозионные процессы протекают, особенно интенсивно. Поэтому, на склонах южных направлений почвы эродированы сильнее, чем на северных. С увеличением крутизны склонов при прочих равных условиях интенсивность эрозионных процессов возрастает. На эрозию большое влияние оказывают длина и форма склонов – с увеличением длины склона смыв почвы увеличивается, а выпуклые склоны более эродированы, чем склоны прямого, тем более вогнутого профиля.

2.3. Климат и его роль в развитии эрозионных процессов

Климат относится к активным факторам почвообразователей. Многие исследователи (Волобуев, 1953; Ковда, 1973; Ковда, Розанов, 1988; Герасимов, 1960; Турапов, 1994; Гафурова, 1995; 2010; Гафурова и др., 1999; Чуб, 2007 и др.) подчеркивают необходимость изучения почвообразования в связи со своеобразной динамикой колебания исторического и современного климата. Большие амплитуды среднемесячных температур, неравномерное течение года, распределение осадков создают контрастность гидротермического режима с двумя особенными фазами-весенней влажной и теплой (мезотермической) кратковременной и летней сухой и жаркой (ксеротермической), более продолжительной. Климат по мере подъема к низкогорьям и среднегорьям меняется. Интенсивность процессов почвообразования сдерживается недостатком влаги в предгорьях и тепла в среднегорьях и высокогорьях. Формирование почв от сероземов к горным коричневым характеризуется увеличением эффекта влаги, а от коричневых почв и выше дефицитом тепла. Следует также отметить, что содержание в почве гумуса и его распределение, карбонатов и ила в профиле определяется не только современными, но и прошлыми биоклиматическими условиями (Герасимов, 1960).

Одна из особенностей богары – большое разнообразие почвенно-климатических условий. Среднегодовое количество атмосферных осадков по Джизакской и Галляаральской гидрометеорологической станции варьирует в пределах 250,8–428,4 мм.

Количество осадков здесь неравномерно также на протяжении календарного года, как и по всему Узбекистану. Наибольшее коли-

чество осадков выпадает в зимне-весенний период, летом и осенью – очень мало. Распределение атмосферных осадков по региону неравномерно и тесно связано с орографией и высотой местности над уровнем моря. Максимальное количество осадков выпадает в осенне-зимне-весенний период, с максимум в марте – апреле (рис. 2.3.1). Наиболее засушливым является лето и начало осени – достигая минимума в июле – августе – сентябре- 1,0–40,3 мм. С увеличением высоты местности количество осадков увеличивается. Весенние осадки зачастую выпадают в виде кратковременных ливней, интенсивность которых составляет 0,5–3,0 мм/мин.

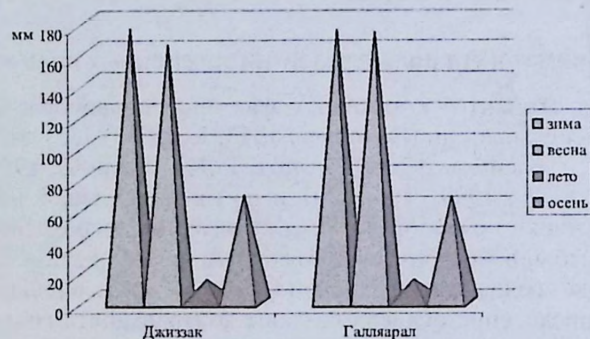


Рис.2.3.1. Распределение количества осадков по сезонам года в период исследований, мм

Средняя многолетняя температура воздуха составляет от 13,3° до 13,7°С. Средняя многолетняя температура поверхности почвы колеблется в пределах 15,1–16,3°С (рис. 2.3.2). Данные температуры почвы в значительной мере зависят от местоположения, от высоты, растительного покрова, степени эродированности.

По приведенным гидрометеорологическим данным Г.М.Набиевой (2008) и Г.Т.Джалиловой (2009) можно сделать вывод, что Чаткальский хребет является передовым хребтом системы Тянь-Шаня и расположен на пути более влажных воздушных масс и получает значительное количество осадков (на высоте 1352м – 791,7 мм). По мере повышения местности количество осадков увеличивается (примерно на 40–50 мм на каждые 100 м). Увеличивается с высотой и влажность воздуха, что при одновременном снижении испаряемости повышает увлажненность территории. Средняя сумма годовых осадков здесь по многолетним данным

составляет 422,2–1045,7 мм. Средняя многолетняя относительная влажность воздуха составляет 51–58%. Средняя годовая температура почвы составляет (по многолетним данным) 12,8–15,9°.

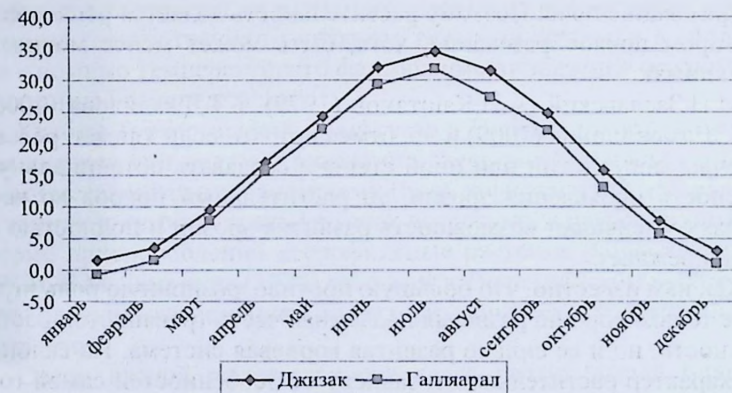


Рис.2.3.2. Средняя многолетняя температура поверхности почвы по месяцам в период исследований, °С

Исходя из выше изложенного можно сказать, что природные условия Чаткальских гор, создают потенциальную опасность интенсивного развития эрозийных процессов. Этому способствует резкая расчлененность территории, большая крутизна склонов хребтов Западных отрогов Чаткальского хребта. Здесь часто наблюдаются ливневые осадки, выпадающие, в основном, в весенний и осенне-зимний периоды, которые являются основными факторами, определяющими смыв и размыв почвы.

Таким образом, в климатическом отношении исследуемый регион – северо-западные отроги Туркестанского хребта имеют ряд специфических особенностей, которые характеризуются чрезвычайной сухостью по сравнению с Западными отрогами Чаткальского хребта. Большая радиация и малое количество осадков (в 3 раза меньше, чем в сравниваемой территории) приводит к тому, что верхние горизонты почвы сильно иссушаются. Эти особенности усложняются вертикальной климатической поясностью, характерной для горной зоны, это в свою очередь обуславливает сезонные колебания биологических процессов в этих почвах, объясняет региональные особенности почвообразования в условиях северо-западных отрогов Туркестанского хребта.

2.4. Растительность и ее почвозащитная роль.

Мы знаем, что появление растительности на земной поверхности было тем моментом, с которого началось активное развитие и образование почв. Поэтому растительность является решающим фактором почвообразования, хотя, быть может менее мощным, чем климат.

М.Н.Заславский, А.Н.Каштанов (1979), Г.Т.Джалилова (2006), Т.Ш.Шамсиддинов (2009) и др. отмечают, что если климат, рельеф и почвы могут в той или иной степени создавать потенциальную опасность проявления эрозии, то растительный покров во всех случаях уменьшает возможность развития эрозии и полностью ее предупреждает.

Как нам известно, что большую противозерозионную роль играет не только хорошо развитая надземная часть травянистой растительности, но и ее сильно развитая корневая система. На склонах гор характер растительности зависит от особенностей самой горной системы, ее массивности и высоты, от экспозиции и крутизны склонов, от слагающих горных пород, т.е. от всей биогеографической ситуации региона.

Растительный покров горных территорий богат и разнообразен благодаря крайней контрастности и неоднородности экологической обстановки. Если на равнинах прослеживается смена растительности в зональном отношении с севера на юг под влиянием, в основном, температурного режима и условий увлажнения, то в горных условиях характер растительности определяется воздействием многих как прямо, так и косвенно действующих факторов, а именно, экспозиции склона, интенсивности солнечной радиации, степени коры выветривания, выраженности, характера почвенного покрова и т.д. В связи с этим, в горах наблюдается более интенсивный процесс видо- и формообразования. Горные территории характеризуются более разнообразной флорой и фауной и высокой эндемикой (Мамытов, 1987).

Богатство флоры горных территорий связано с палеогеографией, флорогенезом и неоднородностью экологической обстановки, создающей предпосылки для распределения растительного покрова по вертикали гор. В связи с многообразием геоморфологических, климатических, гидрогеологических и почвенных условий и генетической неоднородностью флоры единая схема поясного

распределения растительности неприемлема для всех горных территорий. Зональные условия оказывают определяющее влияние на поясное распределение растительности в горах. В гумидных районах с равномерным и относительно большим распределением осадков главенствующим является тепловой режим, а в аридных же – помимо температурного фактора имеют значение осадки и их сезонное распределение.

Хребты Туркестанский, Мальгузар и Нуратау имеют широтное расположение и поэтому влажность здесь ниже. Наряду с типичными мезофильными растениями (широколиственные деревья, кустарники и луговые травы) в горах встречаются разнообразные по форме приспособлений ксерофильные растения (Горбунов и др., 1949). Е.М.Демурина (1975) отмечает в Туркестанском хребте еще две близкие ассоциации, характеризующиеся субдоминантами травостоя.

Среди горной растительности здесь растут пырей опушенный (*Agropyron trichopogon*), костер (*Bromus* sp.), живородящий мятлик (*Poa bulbosa*), тысячелистник (*Achillea filipendulina*), герань (*Geranium collinum*), тюльпан (*Tulipa greigii*), астрагал (*Astragalus*), люцерна (*Medicago sativa*), мак (*Papaveravoninum*), роза (*Rosa* sp.), алыча (*Prunus sogdiana* Vess), боярышник желтоплодный (*Crataegus pontica* C.Koch), боярышник красноплодный (*C.turkestanica* A.pojark), подорожник (*Plantago lanceolata*), вишня (*Cerasus* L. Mill), клен туркестанский (*A.tianschanica* Pax), яблоня (*Malus sieversii*), вишня красноплодная (*Cerasus erythrocarpa nevski*), арча обыкновенная (*Amelanchier ovalis*), миндаль колючий (*Amygdalisepino sissima*), шиповник (*Rosa* sp.), луковичный ячмень (*Hordeum bulbosum* L.), пырей волосоносный (*Agropyron Ancheri* Boiss), костер (*Bromus inermis* Leyss), шалфей (*Salvia sclarea*), миндаль (*Anygdalus* sp.), арча Туркестанская (*J.Turkestanica*), арча Зеравшанская (*J. Seravschanica*) и др.

В сероземных почвах наиболее распространены эфемеры и эфемероиды. Поэтому основная корневая масса растений и располагается в верхнем слое почвы. Это связано с характером корневых систем эфемерных сообществ, которые концентрируются в пахотном горизонте почвы.

Зона горно-коричневых почв охватывает пырейных эфемеретников и полусаванн. На фоне крупнозлаковых полусаванн развиты миндаль, клен, гранат и др. Здесь из древесно-кустарниковой и тра-

вянистой растительности растут розарии, арчевники, эфемеретники, также орех грецкий, Туркестанский клен, алыча, боярка, вишня, яблоня, можжевельник, шиповник и др. Видно, что в горно-коричневых почвах надземная растительная масса и количество корневых остатков значительно больше накапливается по сравнению с сероземными почвами. Это обеспечивает активное развитие микроорганизмов и высокую интенсивность процесса разложения целлюлозы в составе растительных остатков, что способствует накоплению большего количества гумуса в горно-коричневых почвах.

Распространение растительности в условиях северо-западных отрогов Туркестанского хребта подчинено общей поясной закономерности, в связи с этим отмечается большое разнообразие растительного покрова в связи с колебанием высотных отметок, расчлененностью рельефа, экспозицией и элементами склонов, разнообразием почвенно-климатических условий. В горных условиях растительный покров выполняет большую почвозащитную и водоохранную роль. Неоднородность экотипа, контрастность и сложность экологической обстановки, разнообразие состава растительности обусловили специфику почвообразовательного процесса горных территорий, которые способствуют особенностям гумусонакопления. В регионе в связи с особенностями климата характерной более засушливыми условиями — меньшие запасы фитомассы, сочетаясь с относительно низкой биологической активностью почв, ограничивают образование больших запасов гумусовых веществ. А распространение растительности в Западных отрогах Чаткальского хребта, в связи с некоторым снижением температуры воздуха и увеличением количества осадков с высотой по вертикальной зональности характеризуется обогащением глубоко укореняющимися многолетними травянистыми растениями, кустарниками и деревьями, обуславливающими накопление фитомассы в почвах 2–3 раза больше, чем в условиях описываемой территории.

Таким образом, обобщая материалы по природно-климатическим условиям можно сделать вывод, что северо-западные отроги Туркестанского хребта имеют своеобразные региональные особенности в отличие от Западных отрогов Чаткальского хребта. Описанные различия отражаются в направлении процессов (химических, физических, биологических) почвообразования.

ГЛАВА 3.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ, АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ ТУРКЕСТАНСКОГО ХРЕБТА

3.1 Морфогенетические особенности почв и влияние на них эрозии

Известно, что в результате почвообразовательного процесса из материнской породы формируется почва. Она приобретает ряд важных свойств и признаков, в ней возникают новые вещества, которых не было в почвообразующей породе. Почва расчленяется на генетические горизонты и приобретает только ей присущие внешние, или морфологические признаки. Таким образом, почва отличается от почвообразующей породы не только плодородием, но и морфологическими признаками, по которым можно отличить почву от породы, а также одну почву от другой. По ним можно приблизительно судить о направлении и степени выраженности почвообразовательного процесса.

На объекте исследования распространены почвы предгорий — типичные и темные сероземы, горно-коричневые почвы средневысотных гор. Типичные сероземы занимают нижние части равнинно-волнистых и волнисто-холмистых предгорий на высоте от 350 до 600 м над ур. м. Формируются типичные сероземы в условиях жаркого и засушливого климата, но в более увлажненных условиях, чем светлые сероземы, так как количество атмосферных осадков здесь несколько больше. Однако, термический режим изменяется мало. Типичные сероземы представляют основные орошаемые массивы, а богарные территории используются в качестве зимних и ранне-весенних пастбищ. Основными почвообразующими породами здесь являются лессы, лессовидные крупно-пылеватые суглинки, в более низких зонах они сменяются делювиально-пролювиальными суглинками, более темно окрашенными плотными глинами. Эти почвы скелетные, щебнистые.

Как нам известно, у типичных сероземов профиль почвы довольно отчетливо разделяется на горизонты, чем у светлых сероземов. Гумусовый горизонт выделяется ясно. Здесь содержание гумуса больше по сравнению со светлыми сероземами в аналогичных геоморфологических условиях. Уменьшение количества CO_2 карбонатов в верхних горизонтах и увеличение его в средних выражено гораздо яснее. Но процессы водной эрозии на богарных типичных сероземах значительно изменили их основные морфологические признаки.

Морфологическое описание богарных типичных сероземов различной степени смытости показывает, что несмытые разности характеризуются заметно дифференцированными генетическими горизонтами с явно выраженными карбонатными новообразованиями. Мощность гумусированных $A+B_1+B_2$ горизонтов составляет около 65 см с явно выраженным серым цветом и структура хорошо выражена. В среднесмытых почвах в результате эрозии несколько изменились основные морфологические признаки почв. Они характеризовались резко укороченным почвенным профилем, поднятыми карбонатными новообразованиями. За счет намыва на нижних частях склона образовалась намывная почва, которая имеет темную окраску, большое уплотнение генетических горизонтов, утяжеление механического состава, более глубокое увлажнение профиля, большую глубину залегания карбонатного горизонта.

Морфогенетические особенности исследованных почв изменяются также в зависимости от экспозиции склона. Верхний пахотный горизонт среднесмытых почв, расположенных на южных экспозициях, отличается серо-палевым цветом и заметными карбонатными выделениями с поверхности, а также плохой оструктуренностью. Мощность гумусированных $A+B_1+B_2$ горизонтов составляет 60 см. Среднесмытые почвы, расположенные на северной экспозиции, по морфологическим показателям отмечены тем, что они менее подвержены эрозии по сравнению с почвами южной экспозиции и мощность гумусированных $A+B_1+B_2$ горизонтов составляет в среднем 67 см.

По механическому составу типичные сероземы в основном легко- и среднесуглинистые. Здесь преобладает фракция крупной пыли, что указывает на лессовидный характер материнской породы. В целом, для типичных сероземных почв характерны значительная мощность почвенного профиля, слабая его дифференци-

ация и гумусированность при заметной растянутости профиля, карбонатность поверхности, щелочная реакция почвенного раствора, некоторое оглинение профиля, отсутствие макроструктуры при хорошо выраженной микроагрегатности.

Темные сероземы занимают верхнюю часть сероземного пояса и приурочены, в основном, к предгорьям, склонам низкогорий и подгорным пролювиальным равнинам. Высотные границы распространения темных сероземов для северных отрогов Туркестанского хребта варьируют в пределах от 700 до 900–1200 м, иногда поднимается – до 1500–1800 м над ур.м. Почвообразующие породы темных сероземов представлены лессовидными суглинками, местами пролювиальными и делювиальными отложениями осадочных пород. Темные сероземы по сравнению с типичными формируются в более увлажненных условиях.

В темном сероземе, также как и в типичном, выделяются гумусово-аккумулятивный горизонт – A_p и A_1 ; иллювиально – карбонатный горизонт B_k ; материнская порода – C . Но в отличие от типичного серозема обнаруживается более отчетливая дифференциация генетических горизонтов, обусловленная более интенсивным течением процессов почвообразования, характерных для почв сероземного типа. У них наблюдается утяжеленность механического состава. Почвы на склонах разной экспозиции по гумусированности и распределению карбонатов в профиле различаются на всех гипсометрических уровнях. С ростом высоты гор различия в свойствах почв становятся более заметными. Как видно, экспозиция склонов, начиная с малых высот, создаст различия в свойствах почв, а с увеличением высоты оказывает все большее влияние на почвообразование.

Темные сероземы несмытые в верхнем горизонте содержат гумуса 2,3% с постепенным убыванием вниз по профилю. Мощность гумусированных горизонтов $A+B_1+B_2$ достигает 75 см. По механическому составу темные сероземы относятся к средним и тяжелым суглинкам. В темных сероземах карбонаты представлены в начале в виде псевдомицелия, более обильного с 50 см, а со 100 см – белоглазкой. В смытых почвах карбонатный горизонт залегает близко к поверхности или начинается с поверхности почвы. Намывные почвы обычно повышенно гумусированы, мощность перегнойных горизонтов $A+B_1+B_2$ составляет 105 см и более, отличаются глубоким залеганием карбонатного горизонта – 85 см и ниже. Склоны

северных экспозиций отличаются более мягким рельефом, меньшей каменистостью, лучшим развитием растительного покрова, менее разрушенными эрозией почвами, чем склоны южных экспозиций.

Таким образом, темный серозем по морфологическому строению отличается от типичных сероземов темно-серой окраской, механическим составом, мощностью гумусированного горизонта и глубоким залеганием карбонатного горизонта.

В последнее время большое внимание уделяется вопросам изучения горных коричневых почв, распространенных в вертикальном почвенном поясе средневысотных гор. Занимая средневысотный пояс, горные коричневые почвы распространены, главным образом, по склонам различной экспозиции, крутизны и формы, что наряду с частой сменой материнских пород, присущих горам, способствует большому разнообразию почв. Основные типы почвообразующих пород представлены здесь делювиями коренных пород, которые в нижней части пояса перекрыты лессами и лессовидными суглинками.

В регионах исследования выделены следующие подтипы горных коричневых почв: горные коричневые карбонатные, горные коричневые типичные, горные коричневые слабовыщелоченные. Коричневые почвы вошли в почвенную систематику как самостоятельный тип после работ С.А.Захарова (1914) и И.П.Герасимова (1949). Критерием для выделения подтипов служила мощность гумусированных горизонтов, растительного покрова и выщелоченной от карбонатов части профиля. В этом находят отражение высотное положение почвы, т.е. различие общеклиматического характера, частные особенности влияния экспозиции и увлажнения. Эти почвы характеризуются большим содержанием гумуса, мощным гумусовым горизонтом, хорошо выраженной зернистой структурой и скоплением карбонатов в нижних слоях. Также для коричневых почв характерно наиболее резко выраженное оглинение всей толщи, особенно средней части.

Горно-коричневые карбонатные почвы в северо-западных отрогах Туркестанского хребта распространены в нижней части пояса горных коричневых почв и встречаются на высоте 900–1500 метров над уровнем моря и приурочены, в основном, к низкогорным формам рельефа. Встречаются на склонах под разреженными древесными насаждениями или травянистым покровом, который

представлен пырейно-разнотравной, разнотравно-пырейной степью, а по южным склонам заходят в пояс арчевого редколесья. Почвообразующие породы, в основном, лессовидные суглинки, элювий, делювий известняков и сланцев.

Морфологический профиль несмытых почв характеризуется хорошо выраженным гумусово-аккумулятивным горизонтом темно-коричневого цвета и ясно выраженным переходным карбонатным иллювиальным горизонтом. Коричневые карбонатные средне-смытые почвы чаще встречаются на крутых холмах. В них смыта верхняя часть профиля до карбонатного горизонта и поверхность обогащена более крупными конкрециями CaCO_3 , окраска белесовато-желтая, горизонт сильно уплотненный. Коричневые карбонатные намытые почвы приурочены к шлейфам склонов. Они характеризуются большой мощностью погребенных горизонтов. Свойства их находятся в зависимости от состава и сложения вышележащих склонов. Мощность гумусового горизонта намытых почв увеличена по сравнению с несмытыми и смытыми почвами.

В целом, для этих почв характерен хорошо сформированный гумусово-аккумулятивный горизонт серого, темно-серого цвета с коричневым оттенком, высокая плотность всего профиля и хорошо заметная обособленность карбонатного горизонта. Структура ореховато-комковатая, механический состав средне- и тяжелосуглинистый. На склонах разной экспозиции карбонаты с поверхности, особенно высокое содержание карбонатов по всему профилю от 14,20 до 19,52 % отмечено на склоне южной экспозиции.

Горные коричневые типичные почвы распространены выше коричневых карбонатных почв на высоте от 1500 до 1800 м над уровнем моря. Почвообразующие породы представлены, главным образом, мощным чехлом лессовидных суглинков, на которых обычно образуются глубокие профили коричневых почв. Реже в этом среднегорном поясе встречаются делювии известняков и сланцы. В этих почвах процессы эрозии более выражены.

Как показали данные, исследуемые горные коричневые типичные почвы характеризуются глубокой гумусированностью, а также наличием довольно мощного темноокрашенного (преимущественно серого или темно-серого с коричневым оттенком) гумусового горизонта А. В окраске переходного горизонта В₁, а тем более В₂, сильнее выражены коричневые и темно-коричневые тона. Книзу по профилю окраска почв постепенно светлеет — от светло-корич-

невых до палевых, в связи с уменьшением содержания гумуса и появлением карбонатов. Также, характерно оглинение почвенной толщи, особенно в средней части профиля (горизонты В₁ и В₂), ясно выраженным повышенным содержанием физической глины. В результате оглинения плотность этой части профиля коричневых почв высокая, характерна комковато-ореховая структура горизонта В. В верхнем горизонте А структура комковато-пылеватая. Механический состав тяжелосуглинистый. Процессы оглинения в коричневых типичных почвах развиты сильнее, чем у коричневых карбонатных.

Горные коричневые слабывщелоченные почвы распространены обычно выше коричневых типичных почв на высоте от 1800 до 2250 м над уровнем моря или на более увлажненных участках. Материнскими породами служат продукты выветривания сланцев, известняков, лессовидные суглинки. Морфологические особенности горных коричневых слабывщелоченных почв имеют мощный гумусовый горизонт, по-видимому, это связано с изменением гидротермического режима почв, обуславливающего сдвиг равновесия процессов гумусообразования и разложения гумуса в сторону первого, в условиях большей влажности и более низких температур. Также характерен для этих почв коричневый цвет, хорошо выраженная зернисто-пылеватая и комковато-зернистая структура, отсутствие ярко выраженного карбонатного горизонта, выщелоченность от карбонатов верхней и средней части профиля с появлением отдельных карбонатных выделений.

Изучение морфологических особенностей коричневых почв показало, что структура почвенного покрова северо-западных отрогов Туркестанского хребта тесно связана с рельефом, экспозицией склона, особенностями почвообразующих пород, состоянием растительности и расположением почв в вертикальной зональности – это обусловило формирование здесь различных подтипов коричневых почв.

Основными морфологическими признаками коричневых почв являются наличие переходного горизонта коричневого или темно-коричневого цвета, сверху зернисто-комковатой структуры, в середине комковато-ореховой с заметным оглинением. Почвообразующими породами являются лессы и лессовидные суглинки. По механическому составу коричневые почвы обычно средние – и тяжелосуглинистые. Они характеризуются высоким содержанием

крупнопылевой фракции, незначительным количеством содержания ила по всему почвенному профилю, с накоплением его в средней его части. Следует отметить, что в горно-коричневых карбонатных почвах карбонатный горизонт залегает близко к верхнему горизонту или начинается с поверхности почвы. Также, профили исследуемых почв отличаются в зависимости от экспозиции склона. В почвах северной экспозиции наблюдалось некоторое накопление гумуса, опустилась верхняя граница карбонатов.

Следует отметить, что исследуемые почвы по морфологическим показателям и распространению над уровнем моря различаются от почв Западных отрогов Чаткальского хребта. Высотные границы распространения сероземов для Западных отрогов Чаткальского хребта варьирует в пределах от 500 до 1200 м. Почвообразующие породы сероземов представлены лессовидными суглинками, местами пролювиальными и аллювиальными отложениями осадочных пород, третичными неогеновыми отложениями. Эти почвы по сравнению с сероземными почвами Туркестанского хребта формируются в более увлажненных условиях. Содержание гумуса от 1,5 до 2–3%, мощность гумусированных горизонтов составляет 65–110 см. По механическому составу сероземы относятся к тяжелым и средним суглинкам (Дошанов, 1974; Мирхайдарова, 2002 и др.).

Горно-коричневые почвы в Западных отрогах Чаткальского хребта встречаются на высоте 900–1600 метров над уровнем моря и приурочены, в основном, к среднегорьям. Как известно, климат здесь более влажный. Горные коричневые почвы также по всему морфологическому строению отличаются от горных коричневых почв описываемой территории – имеют более мощный гумусовый горизонт (90–150 см), меньшую мощность переходного, имеют более темные тона, характерно отсутствие пылеватости, плотное сложение, характерно – наличие в структуре ореховатости, ярко выраженный иллювиальный, оглиненный горизонт и более глубокое залегание карбонатного горизонта (на глубине 100–120 см) в пахотных и глубже 120–150 см в целинных, причем форма карбонатных новообразований мицелярная, гипс не обнаруживается. Почвообразующие породы, в основном, лессовидные суглинки, эллювий и делювий известняков, сланцев, красноцветные глины и песчаники (Дошанов, 1974; Махсудов, 1989, Шамсиддинов, 2003; Набиева, 2008; Джапилова, 2009).

Таким образом, региональные особенности исследуемой терри-

тории отражаются и на морфологических показателях почв, которые приводят к развитию эрозионных процессов. Главный негативный результат эрозионных процессов – уменьшение мощности почвы, уничтожение наиболее плодородных верхних горизонтов и их замена на мало плодородный нижний слой почвы. В результате – формирующийся веками почвенный покров в короткий срок утрачивает свои многообразные экологические функции и главнейшую из них – производительную силу.

3.2. Механический состав почв и влияние на них эрозии

Механический состав почв оказывает большое влияние на почвообразование и сельскохозяйственное использование почв. От механического состава почв и почвообразующих пород в значительной степени зависит интенсивность многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, перемещением и накоплением органических и минеральных соединений в почве. В результате в одних и тех же природных условиях на породах разного механического состава формируются почвы с неодинаковыми свойствами.

Известно, что механический состав почв в значительной степени определяют химические, физические, биологические и другие свойства. Эродированность почвы тесно связана с содержанием илистых и коллоидных фракций.

Исследования показали, что механический состав в почвах региона изменяется в зависимости от степени эродированности, экспозиции склона, типа и подтипа почв. Исследованные почвы по механическому составу относятся к легким, средним и тяжелым суглинкам.

Полученные данные показывают, что с увеличением эродированности происходит облегчение механического состава почв, особенно его верхних горизонтов. Несмытые почвы не подвержены эрозии и механический состав их почти не меняется. В смытых почвах, особенно расположенных в южных экспозициях, наблюдается заметное уменьшение физической глины, а в намытых, наоборот увеличение.

По механическому составу типичные сероземы в основном легко- и среднесуглинистые. Здесь преобладает фракция крупной пыли (от 44,0 до 53,8 %), что указывает на лессовидный характер

материнской породы. Отмечается незначительное повышенное содержание илистой фракции ($<0,001$ мм) и физической глины в средней части профиля, что обусловлено элювиальным внутрипочвенным оглинением (рис.3.2.1). Такая приуроченность оглинения к средней части профиля типичных сероземов Узбекистана было отмечено еще А.Н.Розановым (1951).

Исследуемые богарные типичные сероземы подвержены в разной степени эрозионным процессам и различаются по механическому составу. Количество физической глины увеличивается от смытых почв к несмытым и намытым почвам, и колеблется в верхнем горизонте от 24,6 до 34,0 %. Здесь содержание крупного песка составляет ($>0,25$ мм) от 0,3 до 3,5 %, среднего песка (0,25–0,1 мм) от 0,1 до 0,9 % и мелкого песка (0,1–0,05 мм) от 10,8 до 17,2 %; затем содержание крупнопылевой фракции (0,05–0,01 мм) от 44,0 до 53,8 %, среднepyлевой (0,01–0,005 мм) от 7,2 до 12,8 % и мелкoпылевой (0,005–0,001 мм) от 9,4 до 15,7 %. Содержание илистых частиц ($<0,001$ мм) от 8,0 до 16,0 %. Облегчение механического состава типичных сероземов в результате эрозии приводит к значительному уменьшению запаса питательных веществ, необходимых для развития микроорганизмов. Поэтому существенным недостатком типичных сероземов является обедненная биологическая жизнь в них, так как почвенные микроорганизмы испытывают нехватку влаги и питательных веществ, что неизбежно влечет за собой неудовлетворительное обеспечение растений питательными и активными веществами, приходится чаще вносить органические удобрения, которые становятся едва ли не единственным источником питания растений на таких почвах.

Темные сероземы по механическому составу характеризуются средними и тяжелыми суглинками и содержат в себе высокое количество крупнопылевой фракции. Как видно из данных, в почвах размещенных на южных склонах число крупнопылевой фракции (0,05–0,01) варьирует в пределах 41,2–45,4%, в почвах распространенных на северных склонах 40,6–44,9%, а в водораздельной части территории 40,7–44,6, а также на шлейфах количество их составляет 38,9–43,0 %. Также надо отметить, что в темных сероземах содержание мелкого (0,1–0,05) песка незначительно 8,2–1,7%, а количество крупного ($>0,25$ мм) и среднего (0,25–0,1 мм) песка в этих почвах намного меньше 0,1–2,0%, чем пылевых фракций. Значения фракции ила в зависимости от смытости в этих почвах

колеблется в пределах 10,7–16,0 %. Количество физической глины в несмытых почвах в верхнем горизонте составляет 41,6, смытых – 38,7, а у намывных – доходит до 44,8 % (рис.3.2.1).

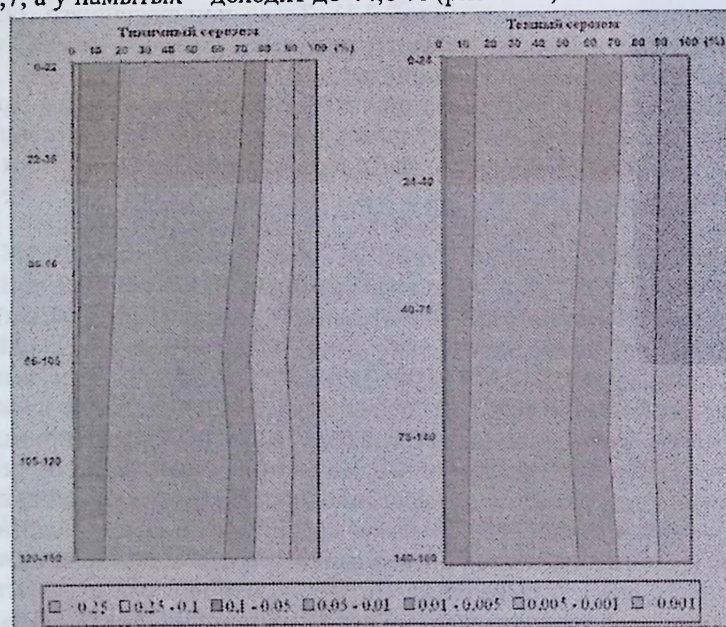


Рис.3.2.1. Механический состав типичных и темных сероземов

В смытых почвах, расположенных на склонах, наблюдается заметное уменьшение количества физической глины, это происходит, в основном, за счет изменения количества ила и мелкой пыли.

Данные механического анализа показывают на некоторое обогащение средней части профиля глиной. Процесс оглинения сероземных почв А.Н.Розанов (1951) связывал с внутрипочвенным выветриванием (*in situ*), который в сероземных почвах имеет характер «скрытого» элювиального оглинения, поскольку благодаря насыщенности почвенного раствора кальцием и наличия карбонатов тонкая фракция микроагрегируется.

Известно, что в горах распределение почвы в пространстве подчиняется закону вертикальной зональности. По мере повышения местности над уровнем моря, в связи с изменением климата и растительности, изменяются и свойства почвы. Исследованные гор-

ные коричневые почвы по механическому составу более тяжелые, чем сероземные и относятся к тяжелым суглинкам (рис.3.2.2). В результате опада травянистых и древесных растений эти почвы богаты минеральными веществами и элементами, содержат большое количество питательных веществ, запас которых постоянно пополняется благодаря деятельности почвенных микроорганизмов. Эти почвы характеризуются высокой воздухопроницаемостью и водопроницаемостью, хорошо задерживают влагу, быстро и равномерно прогреваются с наступлением тепла и в них, благодаря сбалансированному увлажнению, поддерживается постоянный температурный режим, который создает более благоприятные условия для микробиологических и биохимических процессов.

При изучении изменения механического состава почв в зависимости от смытости выявлено увеличение илистой фракции и физической глины в несмытых почвах. В целом, для коричневых почв исследуемой территории характерен тяжелый механический состав, что свидетельствует об интенсивном развитии процессов выветривания почвообразующего материала, связанных с рельефом и сезонным выпадением большого количества осадков и с умеренно теплым климатом.

Содержание крупнопылеватой фракций в горных коричневых карбонатных почвах колеблется в значительных пределах 38,6–44,0, в горных коричневых типичных почвах 34,1–43,8, в горных коричневых слабовыщелоченных почвах 35,2–43,2 %.

Как видно из данных, что по механическому составу эти почвы тяжелосуглинистые крупнопылеватые с преобладанием лесовидной фракции (0,05–0,01 мм). Содержание илистой фракции (<0,001 мм) больше в средней части профиля (горизонт В), где они накапливаются в результате «внутрипочвенного метаморфиза» или оглинения на месте (Ройченко, Мамытов, 1970).

Механический состав горных коричневых почв также изменяется в зависимости от экспозиции склона. Нам известно, что экспозиция склона – важнейший фактор, определяющий различия между двумя соседними участками. Экспозиция склона оказывает не только на гидротермический режим почвы, что определяет сроки проведения полевых работ, но и приводит к изменению ряда других свойств почвы. Смыв почвы на склонах южной экспозиции значительно выше, чем на склонах северной. Поэтому механический состав почв южных склонов значительно облегчался, чем

почв северных. Содержание физической глины в верхнем горизонте на северных склонах в горно-коричневых карбонатных почвах составляет 42,5%, горно-коричневых типичных – 45,6%, горно-коричневых слабовыщелоченных – 46,8%. На южных склонах наблюдается уменьшение этих показателей и составляет, соответственно 41,5, 43,2 и 44,8 %.

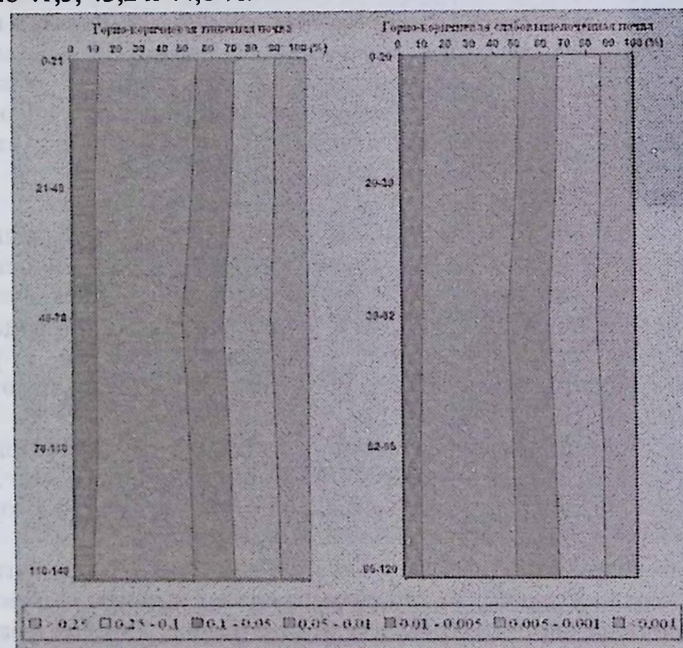


Рис.3.2.2. Механический состав горно-коричневых типичных и горно-коричневых слабовыщелоченных почв

Наши данные показали, что оглинивание почв северо-западных отрогов Туркестанского хребта выражено слабее, чем у горных почв Западных отрогов Чаткальского хребта, где мощность оглиненной части выражена сильнее, что отражается особенно в горно-коричневых типичных и горно-коричневых выщелоченных почвах, которые характеризуется высоким содержанием крупнопылеватой фракции, незначительным количеством песчаных частиц, особенно фракции крупного песка, большим содержанием ила по всему почвенному профилю с накоплением в нижней части

профиля. Поэтому для почв этой территории характерно утяжеление механического состава, и они представлены, в основном средними, тяжелыми суглинками и легкими глинами (Махсудов, 1989; Горбунов, Конобеева, 1975; Горбунов, Кимберг, 1975; Кузиев, Сектименко, 2009 и др.).

Таким образом, механический состав в исследованных горных почвах объекта исследований изменяется под влиянием эрозии. Наиболее яркое представление о влиянии эрозии на механический состав почвы дают изменения количества илистой и мелкопылеватой фракции. В смытых разностях исследованных горных почв уменьшения физической глины произошли, в основном, за счет снижения содержания ила и мелкой пыли.

3.3. Физические свойства почв и влияние на них эрозии

Физические свойства почв являются проявлением сущности протекающих в почвах процессов, критерием их плодородия или деградации. Известно, что изучение физических свойств почв необходимо для научного обоснования рационального и высокоэффективного земледелия, так как они оказывают большое влияние на уровень плодородия почв, проявления эрозионных явлений, на ход биологических процессов и на урожайность сельскохозяйственных культур.

В Узбекистане вопросам физических свойств посвятили свои работы И.Н.Фелициант (1961), М.У.Умаров (1974), Л.Т.Турсунов (1990, 1997), И.Турапов (1994), Л.А.Гафурова (1995), И.Турапов и др.(1997), Р.Курвантаев (1997) и др. Ими показаны особенности агрофизических, водно-физических, физико-механических свойств почв республики. Большая часть работ посвящена физике почв предгорий, почв пустынной и орошаемой зоны. Однако, физические свойства почв расположенных в условиях вертикальной зональности и взаимосвязь с биологической активностью изучены недостаточно. В связи с этим, в данной работе изучались изменения общих физических свойств эродированных горных почв в зависимости от экспозиции склона, элемента склона (табл.3.3.1).

Из данных, приведенных в таблице 3.3.1, следует, что верхние горизонты во всех исследованных богарных почвах значительно менее плотны, чем нижние слои, исключая смытых почв. С глубиной во всех исследованных почвах плотность их возрастает.

Таблица 3.3.1.
Физические свойства предгорных и горных почв
Туркестанского хребта

Название почвы	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность почвы, г/см ³	Порозность, %
Типичный серозем	0–22	2,63	1,35	48,6
	22–35	2,65	1,37	48,3
	35–65	2,68	1,42	47,0
	65–105	2,70	1,44	46,6
	105–120	2,70	1,47	45,5
	120–150	2,71	1,50	44,6
Темный серозем	0–24	2,60	1,28	50,7
	24–40	2,63	1,32	49,8
	40–75	2,65	1,36	48,6
	75–140	2,66	1,39	47,7
	140–160	2,68	1,44	46,2
Горно-коричневая карбонатная почва	0–20	2,56	1,25	51,1
	20–40	2,60	1,29	50,3
	40–75	2,63	1,34	49,0
	75–110	2,66	1,38	48,1
Горно-коричневая типичная почва	0–21	2,51	1,20	52,1
	21–48	2,54	1,23	51,5
	48–78	2,56	1,29	49,6
	78–110	2,60	1,34	48,4
	110–148	2,61	1,35	48,2
Горно-коричневая слабовыщелочная почва	0–20	2,47	1,16	53,0
	20–39	2,49	1,18	52,6
	39–62	2,53	1,25	50,5
	62–85	2,58	1,30	49,6
	85–120	2,59	1,32	49,0

Сероземные почвы, представлены легкими, средними и тяжелыми суглинками и характеризуются весьма различными физическими свойствами. Плотность твердой фазы типичных сероземов колеблется в пределах – от 2,60–2,74 г/см³. Наименьшая плотность твердой фазы приурочена к верхним наиболее гумусированным горизонтам почв, а с глубиной она повышается и в намытых почвах доходит до 2,60 г/см³. Значительная изменчивость плотности

твердой фазы обуславливается их генезисом, различием в механическом составе, содержанием в нем гумуса, карбонатов и др.

Другой важной физической характеристикой почвы, влияющей на агрономические свойства, является плотность почвы. Плотность почвы – это отношение массы сухой почвы ненарушенного сложения к единице объема. Он зависит, как известно, от механического состава, структуры, запасов гумуса, содержания карбонатов, состава поглощенных оснований, pH и др. Исследования показали, что смытые типичные сероземы более уплотненные – 1,41–1,51 г/см³, чем типичные сероземы Западных отрогов Чаткальского хребта, которые варьирует в пределах 1,28–1,30 г/см³. Вследствие уплотненности, почвы обладают меньшей воздухопроницаемостью, что ограничивает снабжение кислородом корней растений и биологическую активность почв. Отсутствие достаточного количества кислорода замедляет разложение органических веществ на конечные продукты распада, что обедняет почву и лишает растения ценных питательных веществ.

В полном соответствии с плотностью твердой фазы и почвы находятся показатели пористости почвы. На типичных сероземах они варьирует в пределах 46,9–49,2 %, с глубиной величина пористости снижается и составляет 44,1–45,5 %. Типичные сероземы Чаткальского хребта отличаются большей пористостью от описываемых почв региона, и составляет значения от 48 до 51%.

Такие отличия наблюдается между темными сероземами. Плотность твердой фазы темных сероземов исследуемой территории колеблется в пределах 2,57–2,73 г/см³, а их плотность по профилю варьирует в пределах 1,25–1,50 г/см³. Показатель пористости выше, чем у типичных почв и составляет от 48–51%. А в темных сероземах, распространенных в Чаткальском хребте, количество их соответственно колеблется в пределах 2,54–2,67 г/см³, 1,21–1,30 г/см³ и 48–54%.

Горные коричневые почвы более обогащены органическими веществами и значительно отличаются от вышеуказанных почв сероземного пояса физическими свойствами. Плотность твердой фазы в горных коричневых карбонатных почвах исследуемой территории составляет 2,51–2,69 г/см³, горных коричневых типичных – 2,47–2,65 г/см³, горных коричневых слабовыщелочных – 2,44–2,53 г/см³. А в горно-коричневых карбонатных почвах распространенных в Чаткальском хребте плотность твердой фазы ва-

рьируется в пределах 2,51–2,60 г/см³, горно-коричневых типичных почвах 2,46–2,57 г/см³, горных коричневых выщелоченных почвах 2,40–2,54 г/см³.

Плотность в исследуемых горных коричневых почвах колеблется в пределах 1,12–1,44 г/см³, достигая меньших величин в верхних горизонтах почв, причем с глубиной они значительно увеличиваются, что связано с физико-химическими свойствами данной почвы. Эродированные почвы характеризуются увеличением их плотности. Если сравнивать плотность горных коричневых почв, распространенных в Чаткальском хребте с почвами исследуемой территории их плотность по профилю составляет от 1,02 до 1,44 г/см³.

В соответствии с изменением плотности твердой фазы и почвы меняется и пористость почв, которая составляет в верхних горизонтах 49,2–54,0 %, с глубиной пористость у исследованных почв уменьшается от 46,4 до 49,6 %. Пористость почвы горных коричневых почвах распространенных в Западных отрогах Чаткальского хребта высокая и составляет в верхнем горизонте от 48 до 55 % и книзу по профилю заметно уменьшается до 45–54% (Панков, Антошина, 1942; Дощанов, 1974; Махсудов, 1989; Джалилова, 2009; Шамсиддинов, 2012 и др.).

Выше приведенные данные показывают, что почвы Западных отрогов Чаткальского хребта характеризуются лучшими физическими свойствами, чем почвы северо-западных отрогов Туркестанского хребта.

Таким образом, региональные особенности, высота местности над уровнем моря и экспозиция склона оказывают огромное влияние на удельный, объемный вес и на порозность почвы. Чем выше располагаются почвы над уровнем моря, тем больше в них влаги, увеличивается фитомасса, количество органических веществ. Все это благоприятно влияет на агрофизические свойства почв. Также, наблюдается изменение физических свойств почв в зависимости от степени эродированности. Смытые почвы особенно южных склонов характеризуются большей плотностью, чем несмытые и намытые почвы, а в соответствии с плотностью почвы изменяется и порозность, а низкая порозность означает наличие неблагоприятных свойств, которые с глубиной нарастают.

3.4. Агрохимические свойства горных эродированных почв

Агрохимические анализы в комплексе с агрофизическими свойствами важны для уточнения типов и разностей почв, при оценке сравнительного потенциального плодородия почв и отдельных участков.

Исследования показали, что в процессе эрозии резко ухудшаются химические и агрохимические свойства исследованных горных почв. При этом в них снижается содержание гумуса, форм азота, фосфора и калия (табл. 3.4.1., рис.3.4.1).

Известно, что содержание гумуса в различных почвах является генетическим признаком и подчиняется определенным географическим закономерностям, которые влияют на процессы его образования и разложения (Пономарева, 1956; Пономарева, Плотникова, 1980; Кононова, 1963; Тюрин, 1965; Орлов, 1974; Кирюшкина, 1976, Ташкузиев, Шадиева, 2009; Шадиева, 2010 и др.).

В результате эрозионных процессов богарные типичные сероземы обеднены по содержанию органических веществ, основных элементов питания растений, поэтому обладают пониженным уровнем плодородия. Следовательно, гумусовый профиль укороченный, максимальное количество гумуса в почвах сосредоточено в пахотном горизонте, а в подпахотном оно резко уменьшается. Особенно обеднены гумусом почвы, расположенные в южных экспозициях, где количество его составляет в пахотном горизонте 1,05 %, а их убывание вниз довольно резкое. Такое низкое содержание гумуса на южных склонах в исследуемых почвах связано с процессом эрозии, со скудностью растительного покрова и сухостью верхнего слоя. В северных экспозициях содержание гумуса уменьшается вглубь более равномерно.

Содержание гумуса уменьшается с повышением степени эродированности почв. В среднесмытых почвах его заметно меньше, чем в несмытых почвах 1,05 %. Намытые почвы образуются на шлейфах склонов. Они характеризуются максимальным содержанием гумуса, который и составляет 1,70 %. В намытых почвах гумусовый профиль наиболее растянут, с глубиной по профилю он снижается постепенно. Как видно из приведенных данных, под влиянием эрозионных процессов гумусообразования в типичных сероземах ослабевает. Подобные результаты получены и в других исследованиях (Раупова, 2000; Мирхайдарова, 2002; Ташкузиев, Зиямухамедов, 2000; 2004; Ташкузиев, 2006; Ташкузиев, Шербетков, 2008; Ташкузиев, Шадиева, 2009;)

Таблица 3.4.1

Агрохимические свойства предгорных и горных почв Туркестанского хребта

№ разреза	Глубина, см	Гумус, %	Валовый, %			Подвижный, мг/кг		C:N	C:P	CO ₂ карбонатов, %	pH
			N	P	K	P ₂ O ₅	K ₂ O				
Типичный серозем											
Р-1 несмытая почва	0–22	1,50	0,118	0,120	1,60	26,0	225	7,3	7,2	8,12	7,3
	22–35	1,25	0,109	0,112	1,53	21,0	160	6,6	6,4	8,18	7,3
	35–65	0,87	0,092	0,108	1,48	16,2	130	5,4	4,6	8,24	7,2
	65–105	0,62	0,075	0,088	1,36	9,8	90	4,7	3,6	8,35	7,1
	105–120	0,48	0,061	0,078	1,31	8,2	75	4,5	3,2	8,42	7,2
	120–150	0,35	0,057	0,064	1,22	7,0	60	3,5	2,7	8,52	7,3
Темный серозем											
Р-6 несмытая почва	0–24	2,34	0,140	0,153	2,06	30,5	260	9,6	8,8	6,40	7,1
	24–40	1,54	0,121	0,138	1,95	29,0	180	7,3	7,7	7,00	7,1
	40–75	0,82	0,095	0,128	1,71	26,0	150	5,0	4,5	7,60	7,2
	75–140	0,62	0,080	0,091	1,54	22,2	120	4,4	3,9	7,92	7,3
	140–160	0,43	0,060	0,082	1,41	21,0	90	4,1	3,0	8,00	7,3

Таблица 3.4.1

Горно-коричневая карбонатная почва											
Р-11 несмытая почва	0-20	2,96	0,134	0,146	2,10	16,6	325	12,3	11,7	9,13	7,4
	20-42	1,65	0,119	0,124	1,73	13,8	260	8,0	7,7	9,64	7,4
	42-75	0,80	0,078	0,098	1,40	9,8	160	5,9	4,6	10,16	7,6
	75-110	0,56	0,062	0,084	1,25	7,0	130	5,2	3,8	11,08	7,6
	110-135	0,42	0,055	0,068	1,20	5,4	115	4,4	3,5	12,60	7,6
Горно-коричневая типичная почва											
Р-16 несмытая почва	0-21	3,17	0,158	0,198	2,17	36,0	345	11,6	9,2	3,38	7,1
	21-48	1,90	0,132	0,165	1,90	32,4	246	8,3	6,6	3,96	7,1
	48-78	0,85	0,100	0,138	1,46	26,0	170	4,9	3,5	4,20	7,2
	78-110	0,66	0,085	0,113	1,32	20,8	140	4,5	3,3	5,27	7,2
	110-148	0,45	0,068	0,089	1,30	19,1	125	3,8	2,9	8,05	7,4
Горно-коричневая слабовыщелоченная почва											
Р-21 несмытая почва	0-20	3,30	0,212	0,290	2,27	35,5	375	9,0	6,6	3,01	7,0
	20-39	2,46	0,165	0,262	2,11	33,2	250	8,6	5,4	3,80	7,1
	39-62	1,20	0,130	0,190	1,97	28,6	185	5,3	3,6	5,50	7,2
	62-85	0,76	0,102	0,140	1,56	22,0	146	4,3	3,1	6,05	7,2
	85-120	0,48	0,086	0,110	1,32	19,6	110	3,2	2,5	8,60	7,4

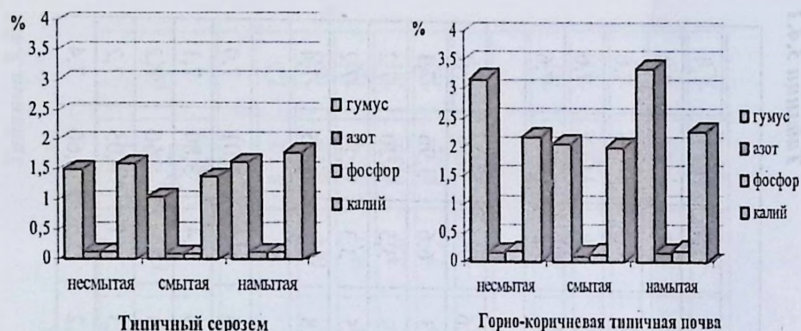


Рис.3.4.1. Изменение агрохимических свойств почв верхних горизонтов в зависимости от степени эродированности: типичный серозем и горно-коричневая типичная почва

Гумусовый профиль богарных темных сероземов формируется за счет большего количества органического вещества растительных остатков. Благодаря этому, в темных сероземах содержание гумуса высокое по сравнению с типичными сероземами. Максимальное количество гумуса в почвах сосредоточено в пахотном горизонте, а в подпахотном оно резко уменьшается.

Известно, что увеличение абсолютной высоты, следовательно, изменение биоклиматических условий, а также экспозиция и крутизна склонов играют важную роль в накоплении гумуса в почве и распределении его по профилю. Содержание гумуса меняется также в зависимости от экспозиции склона и по профилю варьирует в пределах 0,28–1,92 %. По мере нарастания степени эродированности в темных сероземах уменьшается содержание гумуса и сокращается мощность гумусированных горизонтов. В несмытых почвах количество его составляет 2,34 %, в среднесмытых – 1,54 %, а в намытых – достигает до 2,84 %.

Исследования показали, что горные коричневые почвы отличаются высоким содержанием органических веществ, поэтому обладают повышенным уровнем плодородия. Горные коричневые почвы характеризуются постепенным уменьшением гумуса с глубиной, что связано с определенным распределением корневой системы растительности. Результаты показывают, что содержание гумуса в горных коричневых карбонатных почвах выше, чем в

сероземах и колеблется в пределах 1,60–3,17 %. Такое колебание гумуса в изученных почвах, главным образом, зависит от степени эродированности и экспозиции склона. Содержание гумуса в верхнем слое в среднесмытых почв северной экспозиции составляет 2,10 %, а в среднесмытой, расположенной в южной экспозиции, наблюдается уменьшение показателей до 1,60 %. В горных коричневых типичных почвах более мощный гумусовый горизонт, чем в горных коричневых карбонатных почвах. Содержание гумуса в верхнем слое среднесмытых почв на северной экспозиции составляло 2,65, на южной – 2,04 %.

Горные коричневые слабовыщелоченные почвы сформированы на наиболее увлажненных зонах ареала горных коричневых почв. Они отличаются от других подтипов коричневых почв отсутствием ярко выраженного карбонатного горизонта, выщелоченностью от карбонатов верхней и средней части профиля, с появлением отдельных карбонатных выделений. В исследуемых почвах максимальное количество гумуса сосредоточено в верхнем горизонте намытых почв и составляет 3,75 %.

Процессы гумусообразования в почвах северной экспозиции проходят в более гумидных условиях, чем в южной. Поэтому в северной экспозиции содержание гумуса несколько выше, чем в южной и составляет в верхнем горизонте 3,01–2,60 %, а в нижнем наблюдается его уменьшение.

Известно, что азот поступает в почву из растительных остатков или из воздуха азотфиксирующими микроорганизмами. В исследуемых богарных типичных сероземах содержание общего азота почвы изменяется в соответствии с содержанием гумуса. Следовательно, данные почвы бедны азотом. Причиной этого можно считать длительное продолжение высоких температур, дефицит влаги, уменьшающие жизнедеятельность почвенной микрофлоры. В этих почвах наибольшее накопление азота отмечается в основном в самых верхних горизонтах. Так, в несмытых почвах содержание азота составляет 0,118, в среднесмытых – 0,092, а в намытых почвах его количество немного повышается и доходит до 0,123 %. Содержание общего азота с глубиной по профилю снижается постепенно. Наибольшее количество азота обнаруживается в почвах северной экспозиции, чем в южной.

В исследуемых темных сероземах общее содержание азота за-

висит от их гумусового состояния и отличается от типичных сероземных почв. Почвы северной экспозиции наиболее обогащены содержанием азота, чем почвы южной. В верхнем горизонте почв северной экспозиции количество азота составляет 0,120 %, вниз по профилю оно уменьшается до 0,040 %, а на южной экспозиции – от 0,100 до 0,047 %. По степени смытости наибольшее количество азота наблюдается на намытых почвах, которые образовались на шлейфах, наименьшее – на среднесмытых почвах.

Содержание общего азота в горно-коричневых карбонатных почвах выше, чем в сероземных почвах. У почв северной экспозиции содержание азота по профилю колеблется в пределах 0,058–0,123 %, а у почв южной – 0,055–0,100 % и вниз по профилю почв количество его постепенно уменьшается. В горно-коричневых типичных и горно-коричневых слабовыщелоченных почвах также наблюдается такая же закономерность. С повышением степени эродированности почв наблюдается уменьшение количества общего азота.

Кроме гумуса и азота в исследуемых почвах уменьшается и содержание некоторых других питательных элементов, в частности, валовых и подвижных форм фосфора. Несмотря на бедность органическими веществами и азотом, для богарных типичных сероземов, обычно характерно нормальное содержание валового фосфора, за исключением среднесмытых почв, которые содержат несколько меньшее количество валового фосфора, чем почвы намытые и несмытые. В верхнем горизонте этих почв содержание валового фосфора колеблется от 0,120 до 0,128 %. В исследуемых почвах содержание подвижного фосфора в верхних горизонтах колеблется от 18,4 до 30,0 мг/кг и наибольших величин достигает в намытых почвах, наименьших – в смытых. Эродированные типичные сероземы характеризуются меньшими запасами подвижного P_2O_5 (от 6,0 до 20,2 мг/кг), что явно мало для обеспечения растений фосфорным питанием. В связи с этим, как культурные, так и естественные растения нуждаются в фосфоре.

Темные сероземы отличаются по содержанию валового и подвижного фосфора от типичных сероземов в зависимости от степени эродированности и экспозиции склона. Наибольшие значения валового фосфора наблюдается у намытых почв, далее идут несмытые и смытые, а по экспозициям склона на северной экспо-

зиции больше, чем на южной и составляет в верхних горизонтах 0,121–0,118 %, а в нижних – 0,065 %. Данные показывают, что содержание валового фосфора в пахотных горизонтах среднесмытых почв не очень велики по сравнению с несмытыми и намытыми почвами. Это объясняется приближением к поверхности нижних горизонтов почв, бедных фосфором. По количеству подвижного P_2O_5 темные сероземы являются среднеобеспеченными. Подвижного P_2O_5 в исследуемых почвах находится в пахотном горизонте северной экспозиции 27,5, а в южной эти показатели немного уменьшаются и составляют в верхних горизонтах 25,0 мг/кг, а с глубиной они закономерно снижаются.

В горно-коричневых почвах содержание валового и подвижного форм фосфора аккумулируются в перегнойно-аккумулятивном горизонте, по мере увеличения степени эродированности содержание их уменьшается, а в намытых – повышается. Содержание их составляет от 0,088 до 0,308 % и от 15,0 до 46,2 мг/кг.

В изучаемых типичных сероземах содержание валового калия также изменяется в зависимости от степени смытости. В этих почвах содержание валового калия составляет в верхнем горизонте несмытых – 1,60, среднесмытых – 1,38 и у намытых почв достигает 2,07 %. В нижних горизонтах наблюдается его уменьшение и составляет 1,22, 1,18 и 1,30 %. Количество обменного калия составляет по профилю 45–225 мг/кг почвы, иногда достигает до 125–270 мг/кг.

Содержания валового и обменного калия в темных сероземах возрастает от среднесмытых к несмытым и намытым почвам. В несмытых почвах содержание валового калия по профилю колеблется от 1,41 до 2,06 %, а обменного калия от 90 до 260 мг/кг, в среднесмытых почвах, расположенных на южной экспозиции, – 1,26–1,72 %, 50–185 мг/кг, в среднесмытых почвах, размещенных на северной экспозиции, – 1,28–1,90 %, 60–200 мг/кг, а в намытых – 1,31–2,24 % и 100–280 мг/кг.

Накопление валового и обменного калия в горно-коричневых почвах по всему профилю также является последствием процессов биогенезиса. По мере увеличения эродированности количество валового и обменного калия уменьшается. Содержание их возрастает от южных экспозиций к северным, от смытых почв к несмытым и намытым.

Исходя из выше сказанного, можно сказать, что содержание валового фосфора и калия также изменяется по почвенному профилю, но в сравнительно меньшей степени. В верхних горизонтах наблюдается накопление этих элементов, что связано с биологическим фактором. Если в содержании валовых количеств фосфора и калия в различных почвенных подтипах горно-коричневых почв не наблюдается различий, то по содержанию подвижных форм эти почвы резко отличаются. Горно-коричневые слабовыщелоченные почвы характеризуются более значительным содержанием подвижных форм фосфора и калия по сравнению с другими подтипами горно-коричневых почв и на большую глубину. Таковую же картину можно увидеть и с подвижными формами калия. Малое количество элементов питания в подвижных формах в горно-коричневых карбонатных почвах является результатом разреженного растительного покрова, возвращающего в почву незначительные количества органической массы. Значительное накопление элементов питания в горно-коричневых типичных и горно-коричневых слабовыщелоченных почвах свидетельствует о более энергичном протекании почвообразовательных процессов и указывает на большее потенциальное плодородие этих почв.

Отношение C:N изменяется в зависимости от степени подверженности почвы эрозионным явлениям, также почвенным типам. Так, отношение C:N относительно узкое у типичных (3,5–8,0) и темных сероземов (3,4–9,7), в связи с чем принято считать гумус сероземов богатым плазменным азотом. Наибольшее значение C:N достигает в верхних горизонтах, с глубиной величина C:N снижается, причем у намытых оно уменьшается более плавно, чем у смытых почв. В горно-коричневых почвах отношение C:N наиболее широкое у намытых почв 3,5–12,7, несколько меньше у несмытых почв расположенных на водораздельной части территории 3,2–12,3, наименьшее у смытых почв расположенных на склонах 2,6–11,0. Отношение C:P в изучаемых почвах невысокое, чем углерода к азоту: в среднесмытых – 2,3–10,1, несмытых – 2,5–11,7, намытых – 3,0–12,1, наибольшие значения наблюдаются в верхних горизонтах и наименьшие в нижних.

Важнейшим генетическим свойством сероземов, как указывал А.Н.Розанов (1951), является содержание карбонатов. Характер распределения карбонатов отражает не только современную обста-

новку, но и историю развития почв и зависит как от гидротермических условий, особенно водного режима, так и от биологического фактора почвообразования (А.М.Мамытов, 1987). Исследования показали, что эрозионные процессы влияют также на распределение по профилю карбонатов. Содержание карбонатов в исследуемых сероземах по профилю колеблется в пределах 6,00–8,84 % (табл. 3.4.1). Почвы в зависимости от степени эродированности, экспозиции склона, от подтипа почвы характеризуются различными значениями CO_2 карбонатов. Почвы южных экспозиций характеризуются меньшей промытостью от карбонатов, чем почвы северной. При проявлении эрозии – смыве верхних горизонтов карбонатный горизонт приближается к поверхности, а при намыве, наоборот, понижается. В результате незначительного количества осадков, выпадающих в зоне сероземов, в них затруднены процессы выщелачивания солей, в том числе и карбонатов. Поэтому здесь все почвы преимущественно карбонатны с поверхности, а выделения карбонатов по почвенному профилю более равномерны, без значительного скопления в переходных горизонтах.

Известно, что процесс почвообразования в горных коричневых почвах происходит в условиях углекислого выветривания. Поэтому одной из характерных черт химического состава этих почв является присутствие в них углекислой извести (CO_2 карбонатов). Горные коричневые слабовыщелоченные подтипы почвы, как правило, выщелочены от карбонатов на ту или иную глубину (табл. 3.4.1). Глубина выщелачивания, а следовательно и нахождение карбонатно-иллювиального горизонта, зависит от силы и глубины промачивания почвы, степени карбонатности почвообразующих пород и условий рельефа местности. Рельеф является перераспределителем выпадающих осадков и солнечной инсоляции. От этого зависят температура почвы, ее нагрев и иссушение, а следовательно, подтягивание почвенных растворов, в том числе и карбонатов, или их опускание. На выровненных участках исследуемой территории промывание почвы более глубокое и карбонаты опущены на значительную глубину. На склонах южных экспозиций они ближе к поверхности, а если к тому же склоны значительной крутизны и вследствие смытости верхних горизонтов почвы на них в разной степени эродированы, карбонаты находятся в верхнем горизонте.

Таким образом, содержание карбонатов в горных почвах связа-

но с особенностями выветривания и почвообразования на горных склонах. Так, по мере нарастания степени смытости карбонатность почв увеличивается с приближением к поверхности карбонатно-иллювиального горизонта. В целом, карбонатность горных почв связана с геологическим строением территории, биогенностью и условиями её естественного увлажнения.

Реакция почвы является очень характерным и чувствительным ее признаком. Она отражает самые существенные особенности химического состава почвы, всю совокупность условий почвообразования – генезиса почв и тонкие детали изменчивой жизни почвы. Результаты определения pH почвы показывают, что реакция почвенной среды во всех исследуемых почвах находится в прямой зависимости от количества карбонатов в профиле (табл. 3.4.1). В бескарбонатных (горно-коричневых слабовыщелоченных почвах) горизонтах она слабокислая (pH около 6,6–6,8), а в нижних карбонатных – слабощелочная (pH около 7,7). Это объясняется тем, что на южных склонах сильно смыты верхние горизонты почвы и подняты вверх нижние карбонатные горизонты. Проявляются также различия по pH среды в зависимости от степени смытости. Для несмытых почв верхнего полуметрового слоя pH составляет 7,0, к низу по профилю этот показатель увеличивается до 7,4. Для смытых почв pH среды, начиная с верхнего горизонта по всему профилю, варьирует в пределах 7,2–7,7, с некоторым увеличением в нижних горизонтах. Сопоставляя результаты агрохимического анализа почв, распространенных в Западных отрогах Чаткальского хребта с почвами исследуемой территории можно сказать, что почвы Западных отрогов Чаткальского хребта отличаются содержанием большего количества гумуса и питательных элементов. Почвенно-экологические условия региона обуславливают большую обеспеченность почв, особенно горных коричневых почв гумусом (1,5–6 %) и элементами питания. Умеренно теплые и влажные условия, при преобладании гумификации над процессом минерализации – способствуют накоплению гумуса в почвах. Содержание CO₂ карбонатов в сероземах в верхних горизонтах в зависимости от степени эродированности почв, элемента и экспозиции склона составляет около 2–6%. По содержанию CO₂ карбонатов в горно-коричневых почвах, профиль почвы делится на выщелоченные и карбонатные слои. Количество CO₂ карбонатов в горно-коричне-

вых почвах в верхних горизонтах колеблется в пределах 0,3–9% и эти слои выщелочены от карбонатов до глубины 65–80 см, а в нижних горизонтах содержание CO₂ карбонатов достигает до 10–15% (Махсудов, 1989; Набиева, 2008; Г.Т.Джалилова, 2009; Шамсиддинов, 2003; 2012 и др.).

Таким образом, эрозия оказывает отрицательное влияние на исследуемые почвы и приводит к снижению их плодородия. При этом ухудшается агрохимический состав, свойства и режимы почв, снижается содержание гумуса и питательных элементов и их подвижные формы. Известно, что в образовании и накоплении гумуса в почве, а также элементов питания растений большая роль принадлежит почвенным микроорганизмам. В связи с этим, в своих исследованиях мы большое внимание уделяли и изучению биологической активности эродированных горных почв.

ГЛАВА 4.

Биологическая активность почв и их сезонная динамика

4.1. Распространение микроорганизмов в зависимости от вертикальной зональности почв

Микроорганизмы и микробиологические процессы играют важную роль в плодородии почвы и питании растений. Почва создает условия для развития микрофлоры, которая, в свою очередь, оказывает специфическое влияние на почву. В каждом виде почв, обладающем конкретными физико-химическими свойствами, развиваются определенное количество и группы микроорганизмов, и устанавливается биологическое равновесие, характерное для данных условий и сезона.

Известно, что почва долгое время рассматривалась как продукт выветривания горных пород, т.е. как геологическое явление. Но многие свойства почвы, особенно ее гумус, не могли быть объяснены с точки зрения геологии. Только благодаря классическим исследованиям В.В.Докучаева, П.А.Костычева, В.Р.Вильямса, С.Н.Виноградского и др. появилась возможность дать полное объяснение происхождению и свойству почв. При этом происхождению почв дано новое биологическое направление. Оказалось, что почва не только продукт выветривания горных пород, но в основном продукт жизнедеятельности живых организмов, главным образом, почвенных микроорганизмов.

Многими исследователями (Мишустин, 1947; Мишустин и Мирзоева, 1953; Красильников, 1958; Чулаков, 1955 и др.) установлено, что жизнедеятельность почвенных микроорганизмов тесно связана с эколого-географическими условиями среды. При этом доказано, что изменение состава микробного населения зависит от горизонтальной и вертикальной зональности почв.

В связи с вертикальной поясностью почв выявлены характерные особенности микрофлоры почв Киргизии (Тимофеев, 1960; Вух-

пер, 1974). Закономерности изменения состава и численности микроорганизмов в почвах вертикальных зон Таджикистана изучены А.Ф.Захарченко (1961, 1962, 1966), И.Файзиным (1964, 1965, 1966, 1967), Ю.А.Акрамовым (1970, 1987), в условиях вертикальной зональности Узбекистана проводили исследования Л.А.Гафурова (1995), Г.С.Содинова (2011), Д.А.Кадилова, М.Э.Саидова (2012) и др. Ими установлено, что общая численность микробного населения в 1 г абсолютно сухой почвы по мере повышения суммы осадков, понижения суммы температур, а также увеличения содержания в почве органического вещества от типичного к темному серозему и далее к горным коричневым почвам постепенно возрастает. Полученные ими оригинальные материалы позволяют провести сравнительное изучение микробиологических процессов, протекающих в равнинных и горных почвах.

Также, Ш.А.Чулаков (1955) наблюдал возрастание количества грибов от почв вертикально нижерасположенных к высокогорным почвам. В почвах высокогорий Памира и Тянь-Шаня, по данным В.О.Таусона (1936), грибы распространены сравнительно мало.

Основные положения о влиянии географического фактора на почвенные микроорганизмы, в том числе и целлюлозоразрушающие, сформулированы в работах Е.Н.Мишустина (1947, 1948, 1966).

1. Географический фактор оказывает влияние на распространение микроорганизмов, разрушающих целлюлозу в почвах.

2. Определенные типы почв характеризуются наличием в них специфических видов целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

3. Распределение целлюлозоразрушающих микроорганизмов приурочено к верхнему слою почв, к месту, где сосредоточена основная масса растительных остатков.

Указанные закономерности присущи и почвам вертикальной поясности. Наряду с почвами широтной зональности многие исследователи изучали распространение целлюлозоразрушающих микроорганизмов в горных почвах (Таусон, 1936; Захарченко, 1962, 1966). Отмечается, что в высокогорных почвах целлюлозоразрушающие микроорганизмы развиваются слабо и при переходе от почв высокогорий к почвам низкогорий численность их нарастает.

М.Д.Назарько, В.Г.Лобанов, В.Г.Щербаков (2006) в результате исследований, проведенных на богаре и горной зоне Краснодар-

ского края, пришли к заключению, что ареалы обитания одинаковых видов микробов определяются сходностью сочетаний абиотических и биотических факторов природной среды.

Несмотря на то, что о распространении в разных условиях и существовании микроорганизмов имеется уже много данных, однако, сведений по изменению численности ряда физиологических групп микроорганизмов в зависимости от вертикальной зональности и различных почвенно-климатических условий Узбекистана недостаточно. Поэтому проводились исследования для установление закономерностей распространения микроорганизмов в почвах вертикальных зон республики.

Результаты показали, что развитие изученных групп микроорганизмов имеет связь с вертикальным расположением почвы. С увеличением высоты над уровнем моря встречаемость микроорганизмов становится больше по всей изученной глубине. Если в типичных и темных сероземах они обнаруживались в основном в верхних слоях на глубине 0–30 см, то в горно-коричневых, особенно горно-коричневых слабовыщелоченных почвах значительное их количество обнаруживается и на глубине 30–50 и 50–70 см. Это можно объяснить различными гидротермическими режимами исследованных почв. Причем, если в сероземных почвах развитие микроорганизмов тормозит повышенный температурный режим и дефицит влаги, то в горно-коричневых достаточное количество органического вещества, влаги и благоприятный температурный режим способствуют их более активному размножению.

Сероземы характеризуются относительно невысокой численностью микроорганизмов по всему определенному профилю. Численность микроорганизмов в данных почвах резко уменьшается с глубиной, сокращаясь при этом в 2–3 раза.

Горно-коричневые почвы, особенно горно-коричневые типичные и горно-коричневые слабовыщелоченные почвы характеризуются благоприятным пищевым режимом и реакцией среды, лучшей структурностью, лучшей аэрацией, свидетельствующие о более мощном микробиологическом профиле. По этим показателям их можно отнести к высокоплодородным почвам. В этих почвах активно идут многие микробиологические процессы по сравнению с почвами сероземного пояса.

Очень большая численность микроорганизмов, растущих на МПА, указывает на развитие процесса аммонификации, который

обеспечивается наличием большого количества органического вещества. Значительная интенсивность процесса аммонификации, в свою очередь, приводит к интенсивному развитию нитрификаторов. Достаточная обеспеченность минеральными формами азота способствует развитию целлюлозоразрушающих микроорганизмов и интенсивному разрушению клетчатки, что в свою очередь, приводит к развитию азотфиксирующих микроорганизмов.

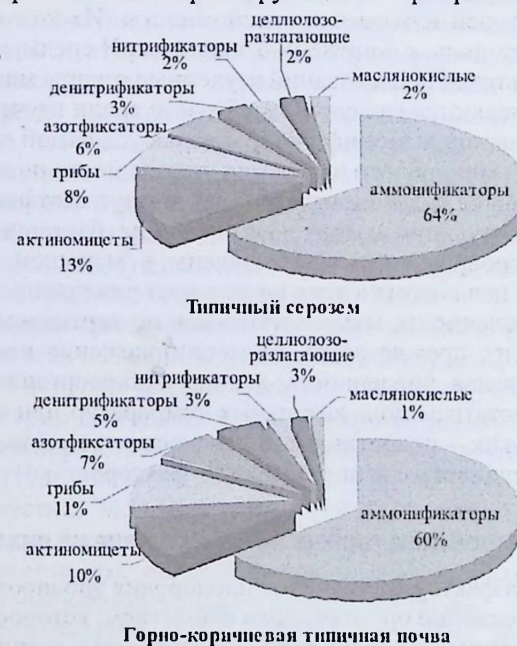


Рис.4.1.1. Распределение физиологических групп микроорганизмов в типичных сероземах и горно-коричневых типичных почвах (несмытая почва, 0–30 см)

Влияние почвенно-экологических условий исследуемой территории также отражается в развитии и распространении актиномицетного и грибного населения в горных эродированных почвах. Результаты показали, что при низком количестве микроскопических грибов (в верхнем слое от 22 до 120 тыс./г почвы) в сероземных и горно-коричневых карбонатных почвах наблюдается возрастание численности актиномицетов (в верхнем слое от 25 до 136

тыс./г почвы), а в горно-коричневых типичных и слабовыщелоченных почвах (грибы от 84 до 301, актиномицеты от 77 до 280 тыс./г почвы), наоборот, понижение. Такая картина объясняется тем, что в результате незначительного количества осадков, выпадающих в зоне сероземов, затрудняются процессы выщелачивания солей, в том числе и карбонатов. Это создает для развития актиномицетов более благоприятную нейтральную и слабощелочную реакцию среды, в которой нуждаются актиномицеты. Из этого видно, что они чувствительны к понижению значения pH среды, чем грибы.

По результатам исследований изученные группы микроорганизмов распределяются следующим образом: среди изученных групп микроорганизмов аммонификаторы являются самой преобладающей группой микробного населения, второе место по численности занимают грибы и актиномицеты, далее идут азотфиксирующие, денитрифицирующие и нитрифицирующие бактерии. Маслянокислые микроорганизмы представлены в меньшем количестве. Разложение целлюлозы в этих почвах идет замедленно (рис.4.1.1).

Итак, численность микроорганизмов по вертикальной зональности зависит, прежде всего, от местоположения почв. В одних условиях низкая численность данных микроорганизмов объясняется недостатком положительных температур или недостатком влаги, в других — недостатком органических веществ, а в остальных — совокупностью вышеуказанных факторов.

4.2. Микрофлора горных почв и влияние на них эрозии

Одним из факторов снижения плодородия эродированных почв является обеднение органическим веществом, которое, несомненно, может привести к снижению биологической активности их. В связи с нарушением нормально протекающих микробиологических процессов, в этих почвах ослабляется процесс накопления элементов минерального питания растений, разложения растительных остатков, процесс синтеза гумуса и т.д.

Как видно вышеизложенных литературных источников, данные по изучению влияния эрозионных процессов на количественный состав микрофлоры горных почв и ее динамику в республике недостаточно. Мы изучали изменение количества ряда физиологических групп микроорганизмов в почвах, расположенных в условиях вертикальной зональности и влияние на них степени эродирован-

ности, экспозиции склона, а также изменение динамики микрофлоры в зависимости от гидротермических условий.

Изученные нами группы микроорганизмов участвуют в круговороте азота и углерода в почве и численность, которых может характеризовать направленность происходящих в почве биологических процессов.

Аммонифицирующие бактерии. Цикл превращений азотсодержащих соединений в почве неразрывно связан с развитием и биохимической деятельностью аммонифицирующих микроорганизмов. Аммонификация — первая ступень в цепи круговорота азота в природе. Аммонификации подвержены белки, нуклеиновые кислоты, мочевины, хитин и гумусовые вещества. Процесс аммонификации не специфичен, его способны проводить группы микроорганизмов, относящиеся к различным таксономическим группам: бактерии из родов *Bacillus*, *Bacterium*, *Pseudomonas*; грибы родов *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*; стрептомицеты (Андреюк и др., 1988; Мишустин, Теплякова, 1987).

Группа аммонифицирующих бактерий является преобладающей почти во всех почвенных типах. Они обнаружены как в почвах Севера, так и в почвах высокогорий. Но в суровых условиях Севера и высокогорий деятельность этих микроорганизмов подавлена, процесс аммонификации протекает очень вяло, на что указывают В.О.Таусон (1936), М.Ф.Штробиндер (1953), Э.Г.Вухер (1974).

Е.Н.Мишустин, М.И.Перцовская (1954) отмечали, что аммонифицирующие бактерии составляют основную массу почвенных микроорганизмов. Именно поэтому их численность характеризует активность аммонификационного процесса в почве.

Наши исследования показали, что процессы эрозии резко ухудшают микробиологические свойства исследованных почв. При этом наблюдаются изменения численности аммонификаторов в зависимости от экспозиции склона, степени эродированности, расположения почв в условиях вертикальной зональности (табл. 4.2.1).

Как видно во всех исследуемых почвах наиболее богаты аммонификаторами верхние (0–30 см) горизонты. С глубиной численность аммонифицирующих бактерий убывает. Это связано, главным образом, с уменьшением содержания органического вещества, а также с изменением в неблагоприятную сторону воздушного режима почвы. Другим фактором, от которого зависит

глубинное распределение бактерий в почвах, являются корневые системы. Выделения корней, а также отмершие корни являются источником энергетических веществ для бактериальной микрофлоры. На почвы средневысотных гор наряду с вышеуказанными факторами (гумус, растительность), решающее влияние оказывают температура и влажность.

Таблица 4.2.1

Численность аммонифицирующих бактерий в эродированных предгорных и горных почвах (среднее число сезонной динамики, тыс./г почвы)

Степень смытости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серозем	Горные коричневые карбонатные	Горные коричневые типичные	Горные коричневые слабощелочные
Несмытая	0–30	262,0	476,6	564,3	1045,3	1712,3
	30–50	131,0	234,6	294,0	477,3	585,0
	50–70	75,3	102,6	121,0	190,6	255,3
Среднесмытая, южная экспозиция	0–30	97,3	158,3	283,0	561,3	751,6
	30–50	63,0	88,3	96,6	215,3	320,0
	50–70	33,6	45,3	59,0	90,0	102,0
Среднесмытая, северная экспозиция	0–30	130,3	358,0	384,3	791,3	1301,0
	30–50	84,6	154,3	184,6	349,3	593,3
	50–70	46,6	64,6	82,3	120,6	189,3
Намытая	0–30	366,0	628,6	729,6	1513,3	2226,3
	30–50	185,0	321,6	385,6	655,6	822,0
	50–70	102,6	150,0	180,0	323,3	450,6

Так, в среднесмытых типичных сероземах количество аммонификаторов не больше по сравнению с другими исследованными почвами. Здесь отмечается относительно слабый рост в верхних (97,3 тыс./г) горизонтах и еще меньший – в нижележащих слоях (33,6 тыс./г) почв, расположенных в южных экспозициях. Такое низкое содержание аммонификаторов в почвах, расположенных на южных склонах, связано с процессами эрозии. В северных экспозициях количество аммонификаторов намного больше, чем в

южных экспозициях и составляет в пахотном горизонте 0–30 см – 130,3, а в подпахотном – 30–50 см – 84,6, в 50–70 см слое – 46,6 тыс./г почвы.

Результаты показывают, что по мере увеличения степени смытости почв наблюдается резкое уменьшение численности аммонификаторов. Например, в несмытой почве в верхнем 0–30 см горизонте количество аммонификаторов доходит до 262, а в горизонте 50–70 см происходит уменьшение численности до 75,3 тыс./г почвы. В среднесмытой почве количество аммонификаторов сильно уменьшается и составляет в горизонте 0–30 см 97,3–130,3, а в горизонте 50–70 см 33,6–46,6 тыс./г почвы. Это можно объяснить понижением уровня плодородия почв в результате смыва верхнего наиболее богатого элементами питания слоя почвы, ухудшением агрофизических свойств почвы, увеличением плотности, утяжелением механического состава.

В намытых почвах количество аммонификаторов наибольшее по сравнению с несмытыми и смытыми почвами. Так, в пахотном горизонте (0–30 см) они составляют 366, а в горизонте 50–70 см 102,6 тыс./г почвы, причем, количество аммонификаторов с глубиной убывает не так резко, как в смытых почвах, что связано с содержанием гумуса, элементов питания и влажностью почвы.

В темных сероземах численность аммонификаторов выше, чем в типичных. Здесь также наблюдается изменение количества их в зависимости от экспозиции склона. Так, в северной экспозиции в верхнем горизонте 0–30 см они составляют – 358 тыс./г почвы, а в горизонте 50–70 см – 64,6 тыс./г почвы, а в южной они несколько меньше – соответственно 158,3 тыс./г почвы и 45,3 тыс./г почвы. Численность микроорганизмов уменьшается по мере нарастания степени эродированности. В несмытых почвах количество их составляет 476,6–102,6, среднесмытых 158,3–45,3, а в намытых почвах достигает до 628,6–150 тыс./г.

Горные коричневые почвы от сероземов отличаются высоким содержанием органических веществ и благоприятными агрофизическими и агрохимическими свойствами. Поэтому в этих почвах наблюдается повышение численности аммонификаторов. Содержание их возрастает от горно-коричневых карбонатных к горно-коричневым типичным и горно-коричневым слабощелочным почвам. В горных коричневых почвах, расположенных в северной экспозиции, количество аммонификаторов несколько выше, чем в

южной и они составляют в горно-коричневых карбонатных почвах в слое 0–30 см соответственно 384,3–283, в горно-коричневых типичных – 791,3–561,3, в горно-коричневых слабовыщелоченных – 1301–751,6 тыс./г почвы.

Характер распространения аммонификаторов по профилю этих почв имеет определенную закономерность. Во всех почвах их количество уменьшается к нижним горизонтам, однако это уменьшение происходит по-разному. Если в намытых и несмытых почвах наблюдается наибольшее количество аммонификаторов в верхнем горизонте, то в смытых сильно не меняется.

Результаты показали, что в исследуемых почвах из аммонификаторов значительное место занимает группа – спорообразующие бактерии: *Bac. megaterium*, *Bac. subtilis*, *Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus* и другие. При переходе от сероземных к горно-коричневым почвам увеличивается содержание *Bac. megaterium* (рис. 4.2.1). Е.Н.Мишустин связывает наличие в почвах *Bac. megaterium*, с хорошо развитым в них процессом нитрификации.

Итак, отмечая высокую чувствительность аммонифицирующих бактерий к степени смытости почвы, мы полагаем возможным использовать их как индикаторы на степень эродированности почвенного покрова.

Количество аммонифицирующих бактерий изменяется в зависимости от смены почвенных типов и глубины залегания генетического горизонта почвы. Но содержание аммонифицирующих бактерий по профилю в исследованных почвах выше, чем содержание актиномицетов и грибов. Это означает, что они играют большую роль по сравнению с грибами и актиномицетами в мобилизации питательных веществ для растений и в нижележащих горизонтах. Высокая интенсивность процесса аммонификации способствует, в свою очередь, развитию нитрифицирующих микроорганизмов, осуществляющих, как известно, последние стадии трансформации органического вещества. Увеличение числа аммонифицирующих микроорганизмов в горно-коричневых почвах по сравнению с сероземами свидетельствует о значительно большем количестве свежего органического вещества в данных почвах.

Актиномицеты. Значение актиномицетов в жизни почвы огромно и функции их в зависимости от видов многообразны. Они принимают большое участие в разложении в почве органических веществ как безазотистых, так и азотсодержащих. Актиномицеты

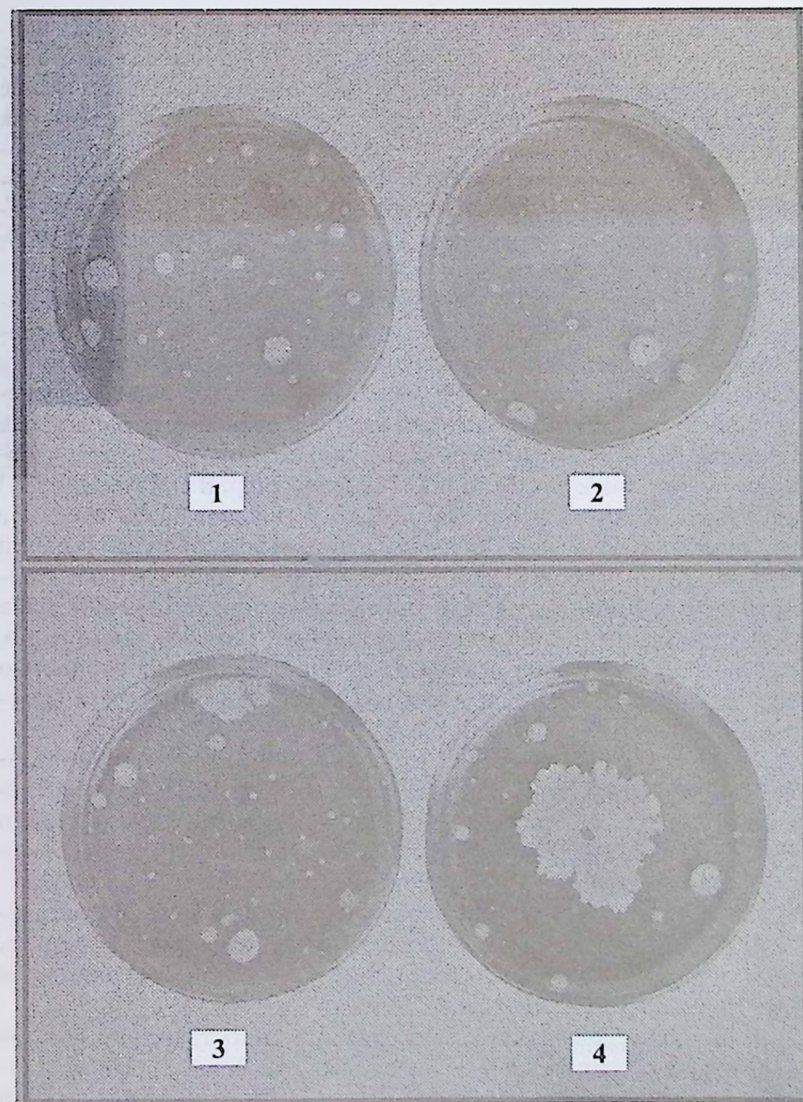


Рис. 4.2.1. Вид колонии бактерии: 1-типичный серозем, 2-тёмный серозем, 3-горно-коричневая типичная почва, 4-горно-коричневая слабовыщелоченная почва

включаются в трансформацию органического вещества, уже подвергнутому деструкции (Фокина и др., 1999), поскольку их более мощный ферментативный аппарат позволяет расщеплять такие сложные соединения, недоступные другим микроорганизмам, как лигнин, хитин, целлюлоза и гумусовые соединения, труднорастворимые закрепленные почвенные фосфаты, а также мицелий грибов (Звягинцев, 1998). Численность актиномицетов в большей степени определяется наличием в почве субстрата (Теплякова, 1949; Германова, Медведева, 2006).

По данным большинства авторов (Чулаков, 1956), актиномицеты являются одними из самых засухоустойчивых микроорганизмов. При минимальной влажности почвы, когда деятельность бактерий прекращается, актиномицеты продолжают свою жизнедеятельность. Поэтому актиномицеты играют более важную роль в почвенных процессах засушливых степей и пустынь, как в условиях равнин, так и высокогорий. Так, например, В.О.Тяусон (1936) указывает, что в условиях Памира, где выпадает незначительное количество атмосферных осадков, главную роль в осуществлении первой стадии минерализации органических веществ играют актиномицеты. Далее он отмечает, что преобладание актиномицетов в сухих пустынных и полупустынных почвах Памира, несомненно, связано с их большей стойкостью к высушиванию и способностью развиваться за счет незначительных количеств органических веществ.

При повышении влажности и увеличении количества органических веществ в почве актиномицеты вытесняются более активными бактериями, что подтверждается данными А.К.Паносьяна и В.Г.Туманяна (1957), которые отмечают, что в высокогорных почвах Кавказа актиномицеты малочисленны.

Основные и наиболее часто встречающиеся в почве представители родов *Micromonospora*, *Nocardia*, *Actinomyces*, *Streptomyces*, *Amycolatopsis*, *Thermomonaspora*, *Streptosporangium* (Гришина и др., 1990; Фокина, Дмитраков, 1999).

Наши исследования показали, что численность актиномицетов существенно возрастает в исследуемых, особенно, средневысотных горных коричневых почвах. Это является следствием глубоко развитого микробиологического процесса в горных коричневых почвах. Вертикальная зональность существенно влияет на актиномицетное население почв (табл. 4.2.2).

Как видно из данных таблицы, большое количество актиномицетов встречаются в горных коричневых почвах, и особенно слабовыщелоченных подтипах, где численность которых колеблется по горизонтам от 19,6 до 234,3 тыс./г почвы. Такая специфика связана с большим увлажнением и значительным разнообразием химического состава и разнотравья в этих почвах. Повышенное количество актиномицетов в этих почвах указывает на интенсивное глубокое разложение в них растительных остатков.

Таблица 4.2.2

Численность актиномицетов в эродированных предгорных и горных почвах (среднее число сезонной динамики, тыс./г почвы)

Степень смытости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серозем	Горные коричневые карбонатные	Горные коричневые типичные	Горные коричневые слабовыщелоченные
Несмытая	0–30	49,6	70,0	94,3	156,6	173,3
	30–50	28,0	33,3	44,6	57,6	64,6
	50–70	9,6	13,0	16,3	25,6	31,3
Среднесмытая, южная экспозиция	0–30	21,0	26,3	54,6	67,0	85,6
	30–50	12,0	14,0	22,3	27,6	44,0
	50–70	4,3	6,3	10,0	14,0	19,6
Среднесмытая, северная экспозиция	0–30	35,0	42,3	73,6	102,0	106,6
	30–50	18,6	26,6	41,6	41,3	56,0
	50–70	8,0	9,6	12,0	19,3	25,3
Намытая	0–30	72,3	93,3	124	213,3	234,3
	30–50	41,6	52,3	56,3	74,6	93,3
	50–70	15,3	19,3	27,0	37,0	44,3

В сероземных почвах число актиномицетов как в верхних, так и в нижних горизонтах было меньше, чем в горно-коричневых почвах в 1,5–2 раза. Однако, необходимо отметить, что вследствие физиологических особенностей актиномицетов, способных развиваться в столь жестких климатических условиях, их количества в этих почвах, где не всегда бывает достаточно влаги следует счи-

тать достаточно высоким. Подобное явление находится в полном соответствии с ксерофильными свойствами актиномицетов.

Различное содержание актиномицетов находится в зависимости от экспозиции склона, степени смывости и других факторов. В почвах, расположенных в южных экспозициях, в верхнем горизонте количество актиномицетов несколько понижено. Как известно, южная экспозиция в течение дня долго и сильно нагревается солнечной энергией. Возможно, именно этот фактор и сухость почвы создаст наиболее неблагоприятные условия для развития актиномицетов. А в почвах, расположенных в северных экспозициях, которые большую часть дня находятся в тени и более влажные, содержание актиномицетов так резко не уменьшается по сравнению с южными экспозициями. Наибольшие показатели по содержанию актиномицетов (от 15,3 до 234,3 тыс./г почвы) были получены при анализе намытой почвы.

Результаты показали, что при низком количестве микроскопических грибов (в верхнем слое от 20 до 105,3 тыс./г почвы) в сероземных и горно-коричневых карбонатных почвах наблюдается возрастание численности актиномицетов (в верхнем слое от 24 до 124 тыс./г почвы), а в горно-коричневых типичных и слабовыщелоченных почвах (грибы от 74 до 288,6, актиномицеты от 67 до 234,3 тыс./г почвы), наоборот понижение. Такая картина объясняется тем, что в результате незначительного количества осадков, выпадающих в зоне сероземов, в них затруднены процессы выщелачивания солей, в том числе и карбонатов. Это создает для развития актиномицетов более благоприятную нейтральную и слабощелочную реакцию среды, в которой нуждаются актиномицеты. В отличие от грибов, они плохо переносят пониженное значение pH среды. Горные коричневые типичные и слабовыщелоченные подтипы почв, как правило, выщелочены от карбонатов, которые опущены на значительную глубину и в результате показатели pH среды понижены.

Исследуемые почвы не только богаты актиномицетами, но в них содержится и большое видовое разнообразие этих микроорганизмов. По цветовой окраске выделены серые, розовые, желтые, бурые, красные, темно-красные актиномицеты.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что выше отмеченные почвенно-экологические различия исследуемой территории не могли не наложить отпечаток на развитие актиномицетного

населения в горных эродированных почвах. Содержание актиномицетов повышается от типичных к темным и горным коричневым почвам, от южных к северным экспозициям, от смытых к несмытым и намытым почвам, когда почвенные условия (органические и питательные вещества, влажность, температура, pH и др.) в них были благоприятны для их развития.

Грибы. Микроскопические грибы играют существенную роль в почве и им посвящено немало литературы. Грибы способны разлагать белковые соединения и могут быть по этому признаку причислены к аммонификаторам. Они разрушают также многие углеродсодержащие вещества. Некоторые из грибов минерализуют циклические соединения и даже перегной. Почвенные грибы играют значительную роль не только в биологических процессах, происходящих в почве, но и в жизни растений. Таким образом, исследования почвенных грибов, кроме научно-познавательного интереса, имеют и большое практическое значение.

Впервые на роль микроскопических грибов в почвообразовательном процессе обратил внимание П.А.Костычев (1930). Наблюдая за разложением органических растительных остатков, он заметил, что при разложении их микроскопическими грибами появляются темноокрашенные гумусоподобные вещества.

В Узбекистане изучением почвенных грибов занимались К.Ибадов и др. (1992), Л.А.Гафурова (1995), Х.Э.Юлдашева, К.Ибадов (2003), М.Х.Хакимова (2002), А.Шералиев (2004а, 2004б), О.Мячина (2004; 2005), Б.Ю.Юсупов (2004), Г.И.Джуманиязова (2012) и др. В этих работах освещаются вопросы, в основном, количественного и качественного распределения грибов в почвах пустынной и орошаемой зоны сероземного пояса. Однако, несмотря на необходимость более широкого и глубокого изучения микрофлоры Узбекистана, в частности грибов в почвах, расположенных в условиях вертикальной зональности, они изучены еще недостаточно.

По нашим данным значения количества грибов в исследуемых почвах, в частности в сероземах, невысокое и колеблется по профилю от 3,6 до 61,3 тыс./г почвы (табл. 4.2.3). Основным лимитирующим фактором развития их в этих почвах является реакция среды.

По данным К.Х.Бясова (2001), определенное влияние на размножение микроскопических грибов оказывает степень эродированности почвы.

Таблица 4.2.3

Численность грибов в эродированных предгорных и горных почвах
(среднее число сезонной динамики, тыс./г почвы)

Степень смытости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серо- зем	Горные коричне- вые карбонатные	Горные коричне- вые типичные	Горные коричне- вые слабовыщелоченные
Несмытая	0–30	31,3	47,3	63,6	165,6	228,3
	30–50	14,0	21,6	31,3	72,3	85,3
	50–70	7,6	11,0	13,6	27,6	36,6
Среднесмытая, южная экспозиция	0–30	20,0	27,3	39,0	74,0	117,3
	30–50	9,0	13,0	18,0	33,0	60,0
	50–70	3,6	6,6	10,3	14,0	23,0
Среднесмытая, северная экспозиция	0–30	26,6	38,3	57,0	127,0	187,6
	30–50	12,0	18,3	25,6	50,0	69,3
	50–70	5,6	8,6	12,6	19,6	27,3
Намытая	0–30	44,0	61,3	105,3	201,6	288,6
	30–50	23,0	33,6	54,0	84,6	118,0
	50–70	11,6	16,6	20,3	45,3	56,0

Такая закономерность встречается и нашими исследованиями. Наблюдается изменение содержания грибов в зависимости от степени эродированности, экспозиции склона, глубины почвенного горизонта, типа и подтипа почв. Наибольшее количество грибов обнаружено в намытых почвах и составляет в верхнем слое (0–30 см) в типичных сероземах – 44,0 а в темных сероземах – 61,3 тыс./г почвы. Это связано с большим содержанием гумуса и элементов питания, большей обеспеченностью влагой, лучшей оструктуренностью намытых почв и т.д. В смытых почвах численность грибов значительно меньше. Они сосредоточены в верхнем горизонте. Это объясняется повышенной сухостью, большей карбонатностью, а также подверженностью поверхности почвы эрозии. С увеличением глубины количество грибов уменьшается. Известно, что грибы являются строго аэробными микроорганизмами. Поэтому в верх-

них слоях почвы они представлены более широко, чем в нижних горизонтах. Несмытые почвы имеют промежуточное положение и количества грибов варьирует в типичных сероземах 7,1–31,3, в темных сероземах 11,0 – 47,3 тыс./г почвы.

В горных коричневых почвах наблюдается повышение количества грибов. Содержание их возрастает, как правило от смытых к несмытым и намытым почвам, от южных к северным экспозициям, от горно-коричневых карбонатных к горно-коричневым типичным и горно-коричневым слабовыщелоченным почвам.

В почвах, расположенных в северной экспозиции, количество грибов несколько выше, чем в южной и составляет соответственно в слое 0–30 см в горно-коричневых карбонатных почвах – 57 и 39, в горно-коричневых типичных почвах – 127–74, а в горно-коричневых слабовыщелоченных почвах – 187,6–117,3 тыс./г почвы. Это можно объяснить тем, что почвы, расположенные в южных экспозициях, подвержены воздействию сильных эрозионных процессов. В нижних слоях почвы количество грибов уменьшается и разница между склонами в численности их почти отсутствует.

Число грибов меняется и в зависимости от степени эродированности. В несмытой почве в 0–30 см слое содержание грибов составляет в горно-коричневых карбонатных почвах – 63,6, в горно-коричневых типичных почвах 165,6, в горно-коричневых слабовыщелоченных почвах – 228,3, а в смытой же почве наблюдается уменьшение этих показателей, соответственно, до 57,0, 127,0 и 187,6 тыс./г почвы. В намытых почвах улучшение физико-химических свойств привело к большому увеличению численности грибов. Особенно, возросла их численность в гумусированных горизонтах (0–30 см), где количество их составляет в горно-коричневых карбонатных почвах – 105,3, в горно-коричневых типичных почвах – 201,6, в горно-коричневых слабовыщелоченных почвах – 288,6 тыс./г почвы. В нижних слоях число их сильно уменьшалось.

В исследованных почвах наиболее распространены грибы из рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Alternaria* и др. (рис.4.2.2).

Таким образом, количество грибов в почве возрастает по мере подъема местности над уровнем моря. Эрозия оказала заметное влияние на содержание этих микроорганизмов во всех исследованных почвах. Под влиянием эрозии количество грибов в соответствии со снижением содержания гумуса и элементов питания

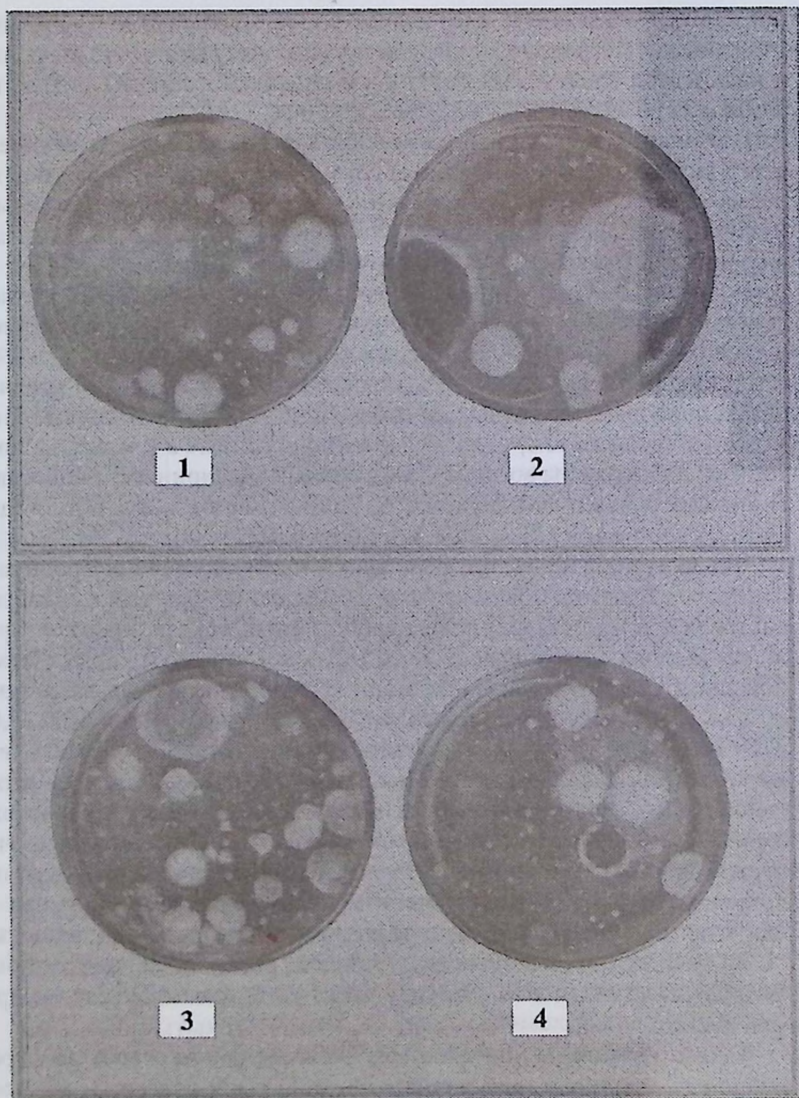


Рис. 4.2.2. Вид колонии грибов: 1-типичный серозем, 2-тёмный серозем, 3-горно-коричневая типичная почва, 4-горно-коричневая слабовыщелоченная почва

уменьшается. Грибы реагируют не только на уменьшение запасов гумуса и элементов питания в почве, но и на ряд других факторов – температуру, кислотность, влажность и т.д., что тоже откладывает отпечаток на их распространение.

Нитрифицирующие бактерии. Образующиеся в процессах аммонификации аммонийные соли подвергаются в почве дальнейшему окислению и переходят сначала в соли азотистой, а затем азотной кислоты. Этот процесс окисления аммиачных солей и известен под названием нитрификации, а бактерии его осуществляющие – нитрификаторами.

Классическими исследованиями С.Н.Виноградского установлено, что процесс нитрификации проходит под действием двух строго специализированных групп микроорганизмов, обладающих очень высокой специфичностью в отношении окисляемых субстратов. Первую фазу нитрификации – окисление аммиака в нитриты выполняют бактерии родов *Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrosolobea*, *Nitrospira*, а вторую фазу – окисление нитрита в нитрат – осуществляют бактерии родов *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrococcus*. Бактерии – нитрификаторы в почвах малочисленны, имеют небольшой удельный вес в общей микробной массе, но могут проявлять высокую активность (Бабьева, Зенова, 1989; Ильяетдинов, 1976; Мишустин, Емцев, 1987).

Рассматривая роль нитрифицирующих организмов в почвенных процессах, следует отметить, что азотная кислота, образующаяся в результате окисления аммония, может способствовать растворению соединений калия, фосфора, магния, железа и кальция и тем самым улучшать условия питания растений. Поэтому нитрификация в умеренной степени должна быть отнесена к числу важнейших процессов для сельскохозяйственного производства. Однако, при значительном накоплении нитратов в почве, нельзя забывать о больших потерях азота нитратов в процессе денитрификации.

Наши исследования показали, что численность нитрифицирующих бактерий различных почв неодинакова. Количество нитрификаторов, как и другие группы микроорганизмов, повышается от типичных к темным сероземам и горным коричневым почвам (табл. 4.2.4).

В типичных сероземах в соответствии с содержанием гумуса и азота численность нитрификаторов невелика и колеблется в зависимости от степени эродированности в 0–30 см слое от 4,6 до

18,6 тыс./г почвы. Задерживающим фактором роста нитрифицирующих бактерий в данных почвах являются высокая температура, недостаток влаги и органических веществ. В смытых почвах в слое 50–70 см нитрификаторы обнаружены в очень незначительном количестве. В намытых же почвах содержание нитрификаторов в этих слоях встречается также в незначительном количестве. Поэтому энергетические запасы для обеспечения процесса нитрификации в типичном сероземе ограничены.

Таблица 4.2.4

Численность нитрифицирующих бактерий в эродированных предгорных и горных почвах (среднее число сезонной динамики, тыс./г почвы)

Степень смытости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серозем	Горные коричневые карбонатные	Горные коричневые типичные	Горные коричневые слабощелочные
Несмытая	0–30	10,6	14,0	23,3	28,3	36,6
	30–50	4,5	7,5	9,1	13,5	16,6
	50–70	2,0	3,5	4,8	6,0	7,5
Среднесмытая, южная экспозиция	0–30	4,6	7,3	12,1	18,6	25,0
	30–50	1,6	3,0	6,0	10,8	12,1
	50–70	0,5	1,2	2,1	3,8	4,6
Среднесмытая, северная экспозиция	0–30	7,6	10,5	15,3	23,3	33,3
	30–50	2,8	6,0	7,5	13,3	15,3
	50–70	0,9	2,3	3,5	4,8	6,8
Намытая	0–30	18,6	26,6	35,0	51,6	61,6
	30–50	9,1	14,0	15,0	25,0	33,3
	50–70	4,5	6,1	7,6	11,6	15,5

В темных сероземах – их намного больше. Темные сероземы хорошо обеспечены источниками пищи для микробов. Наблюдается изменение количества нитрифицирующих бактерий в зависимости от экспозиции склона, степени эродированности и колеблется в пределах 1,2–26,6 тыс./г.

Такую же закономерность отмечается и в горных коричневых почвах. Но, по сравнению с сероземными почвами наблюдается повышение количества нитрификаторов и составляет в верхнем горизонте в горно-коричневых карбонатных почвах – 12,1–35,0, в горно-коричневых типичных почвах – 18,6–51,6, в горно-коричневых слабощелочных почвах – 25,0–61,6 тыс./г почвы. Это объясняется тем, что запасы фитомассы в этих почвах в два-три раза больше, чем в сероземах, а ее доля в образовании гумусовых веществ значительна. Для их образования основную роль играет большой запас корневых остатков, которые разлагаются в умеренно теплых и влажных условиях, при преобладании процесса гумификации над процессом минерализации, что способствует накоплению большого количества гумуса в горных коричневых почвах.

Таким образом, в условиях вертикальной почвенной зональности общее содержание нитрифицирующих бактерий нарастает от предгорных к средневысотным горным почвам по мере улучшения их структурности, порозности, увеличения гумусности, нейтрализации почвенного раствора и других факторов. В результате усиливается деятельность аммонификаторов, поставляющих, в свою очередь, энергетический материал для нитрификаторов, что связано с лучшими гидротермическими условиями и количеством органического вещества в горно-коричневых почвах, и способствует улучшению азотного питания растений и окажет заметное влияние на труднодоступные фосфаты кальция, переводя фосфор в растворимые соединения.

Рост нитрифицирующих бактерий в почвах имеет связь с вертикальным расположением почвы, и с экспозицией склона местности. В почвах северной экспозиции нитрифицирующие бактерии развиваются больше, чем в южной.

Денитрифицирующие бактерии. После процессов аммонификации и нитрификации очередным этапом круговорота азота может быть восстановление окисленного соединения азота, то есть денитрификация. Из литературных данных известно, что многие исследователи считают, процесс денитрификации является одним из нежелательных явлений в сельском хозяйстве. В анаэробных, а при достаточном количестве органических веществ и в аэробных условиях происходит восстановление нитратов до свободного азота, который возвращается обратно в атмосферу и

тем самым почва обедняется азотистыми соединениями (Кидин, Илюк, 2006). По литературным данным, в результате денитрификации в атмосферу ежегодно поступает 270–330 млн. т азота (Бабьева, Зенова, 1989).

Способность к процессу денитрификации широко распространена среди почвенных бактерий рода *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Achromobacter* (Мишустин и др., 1983). Заселенность почвы нитрат- и нитритредуцирующими микроорганизмами, а также их активность возрастают по мере повышения уровня почвенного плодородия (Мишустин и др., 1983; Мухамеджанов, Теслинова, 1990). По данным А.Н.Илялетдинова (1976) количество денитрификаторов свидетельствует о потенциальной возможности процесса денитрификации, для осуществления которого нужны ряд условий: наличие в среде органического вещества, нитратов и кислорода. Однако, надо отметить, что многие денитрификаторы обладают способностью продуцировать витамины группы В и рост стимулирующего вещества.

Исследования показали, что в типичных сероземах количество денитрификаторов не больше по сравнению с другими исследованными почвами (табл. 4.2.5).

Результаты показывают, что по мере увеличения степени эродированности почв наблюдается резкое уменьшение численности этих бактерий. Например, в несмытой почве в верхнем 0–30 см горизонте количество денитрификаторов составляет 12,6, а в горизонте 50–70 см происходит их уменьшение до 3,0 тыс./г почвы. В среднесмытой почве количество денитрификаторов сильно уменьшается и составляет в горизонте 0–30 см 7,6, а в горизонте 50–70 см – 0,9 тыс./г почвы. Это можно объяснить смывом верхнего наиболее богатого слоя почвы, ухудшением ряда её свойств.

В намытых почвах количество денитрификаторов наибольшее по сравнению с несмытыми и смытыми почвами. Так, в пахотном горизонте 0–30 см – 21,6, а в горизонте 50–70 см – 4,8 тыс./г почвы, причем, количество денитрификаторов с глубиной убывает очень резко.

В темных сероземах численность денитрификаторов больше, чем в типичном сероземе. Наблюдается изменение количества их в зависимости от эрозионных процессов. Большая заселенность денитрификаторов наблюдается в верхнем слое 0–30 см, а в слое 50–70 см численность их резко уменьшается.

Таблица 4.2.5
Численность денитрифицирующих бактерий в эродированных предгорных и горных почвах (среднее число сезонной динамики, тыс./г почвы)

Степень смытости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серозем	Горные коричневые карбонатные	Горные коричневые типичные	Горные коричневые слабовыщелоченные
Несмытая	0–30	12,6	20,3	38,3	78,3	120,0
	30–50	6,6	9,5	18,6	31,6	61,6
	50–70	3,0	3,8	7,6	13,8	20,3
Среднесмытая, южная экспозиция	0–30	7,6	11,3	16,6	31,6	60,0
	30–50	2,7	2,7	9,0	15,5	25,0
	50–70	0,9	0,9	3,8	7,5	11,5
Среднесмытая, северная экспозиция	0–30	9,5	15,5	25,0	48,3	78,3
	30–50	3,5	8,0	13,6	21,6	35,0
	50–70	1,5	2,7	4,8	11,5	16,6
Намытая	0–30	21,6	38,3	61,6	141,6	200,0
	30–50	13,3	20,0	33,3	78,3	100,0
	50–70	4,8	7,5	12,0	31,6	48,3

Горные коричневые почвы относительно богаты содержанием органических веществ. Поэтому в этих почвах наблюдается повышение численности денитрификаторов по сравнению с сероземами. Содержание их возрастает от горно-коричневых карбонатных к горно-коричневым типичным и горно-коричневым слабовыщелоченным почвам. В горных коричневых почвах, также как и в других исследованных почвах, содержание этих микроорганизмов изменяется в зависимости от эродированности и экспозиции склона. В почвах, расположенных на северной экспозиции количество денитрифицирующих микроорганизмов несколько выше, чем на южной и составляет в слое 0–30 см в коричневых карбонатных 25,0–16,6, в коричневых типичных – 48,3–31,6, в коричневых слабовыщелоченных – 78,3–60,0, а в слое 50–70 см наблюдается их резкое падение.

Во всех почвах количество денитрификаторов уменьшается по направлению к нижним горизонтам, однако, уменьшение происходит по-разному. Если в намытых и несмытых почвах наблюдается наибольшее количество денитрификаторов в верхнем горизонте, то в смытых сильно не меняется.

Таким образом, можно сказать, что численность денитрификаторов в исследованных почвах, как и другие физиологические группы возрастет в соответствии с содержанием гумуса, питательных веществ, влажности и других факторов от типичных почв к темным сероземам и горно-коричневым почвам.

Азотфиксирующие бактерии. Молекулярный азот, поступивший в атмосферу, в результате деятельности денитрифицирующих микроорганизмов, как известно, возвращается в почву благодаря жизнедеятельности азотфиксирующих микроорганизмов.

Учеными разных стран установлено, что в год продукция микробной фиксации азота составляет в почвах суши до 190 млн. тонн, а азотфиксирующие микроорганизмы обогащают окультуренные почвы земного шара ежегодно не менее, чем на 4 млн. т азота. При этом на долю несимбиотической азотфиксации приходится примерно 50 % от суммарной продукции биологической азотфиксации в биосфере (Карягина, 1983; Мишустин и др., 1983; Фарниев, 2002, Назарова, 2004).

Интерес к «биологическому» азоту определяется тем, что микробиологическая фиксация атмосферного азота – единственный известный экологический путь получения связанного азота, при котором принципиально невозможно загрязнение почв и водоемов, происходящее при неправильном применении азотных удобрений (Антонов, 2004; Шабаев, 2004).

Наши исследования показывают, что количество азотфиксирующих микроорганизмов изменяется в зависимости от степени эродированности, экспозиции склона, типа и подтипа почв. Их численность возрастает в соответствии с содержанием гумуса от типичных почв к темным сероземам и горно-коричневым почвам (табл. 4.2.6).

В типичных сероземах азотфиксирующие бактерии встречаются в несколько меньшем количестве. На их развитие, по-видимому, влияет высокий температурный режим и дефицит влаги в данных почвах. Их численность варьируется в пределах 1,5–35,0 тыс./г почвы в зависимости от эродированности и глубины слоя почв.

Таблица 4.2.6

Численность азотфиксирующих бактерий в эродированных предгорных и горных почвах (среднее число сезонной динамики, тыс./г почвы)

Степень смытости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серозем	Горные коричневые карбонатные	Горные коричневые типичные	Горные коричневые слабывносные
Несмытая	0–30	23,3	30,0	50,0	116,6	166,6
	30–50	10,1	13,3	25,0	60,0	76,6
	50–70	2,8	3,8	9,1	18,3	25,0
Среднесмытая, южная экспозиция	0–30	11,6	16,6	30,0	40,0	61,6
	30–50	4,5	7,3	13,5	20,0	28,3
	50–70	1,5	2,5	4,6	8,6	12,8
Среднесмытая, северная экспозиция	0–30	16,6	25,0	40,0	50,0	78,3
	30–50	7,3	11,5	16,6	23,3	38,3
	50–70	2,3	3,0	6,0	13,6	18,3
Намытая	0–30	35,0	50,0	100,0	188,3	266,6
	30–50	17,1	26,6	50,0	93,3	121,6
	50–70	5,8	9,1	20,0	36,6	48,3

По сравнению с типичными сероземами в темных сероземах более благоприятные условия приводит к активизации роста азотфиксаторов. Наблюдается изменение их количества в зависимости от экспозиции склона. В северной экспозиции в верхнем горизонте 0–30 см оно составляет 25,0, а в горизонтах 30–50 и 50–70 см – 11,5–3,0 тыс./г почвы. Эти показатели несколько ниже в южной экспозиции, где они составляют по профилю от 2,5 до 16,6 тыс./г почвы.

Также численность азотфиксирующих бактерий уменьшаются по мере нарастания степени эродированности почвы. В несмытых почвах эти показатели варьируют в пределах 3,8–30,0, в среднесмытых – 2,5–25,0, а в намытых достигают от 9,1 до 65,0 тыс./г почвы. Максимальное количество азотфиксирующих микроорга-

низмов в почвах сосредоточено в слое 0–30 см, а в слое 50–70 см оно резко уменьшается.

С увеличением высоты над уровнем моря встречаемость азотфиксирующих микроорганизмов становится больше по всей изученной глубине. Если в типичных и темных сероземах они обнаруживались, в основном, в верхних слоях на глубине 0–30 см, то в горно-коричневых, особенно горно-коричневых слабовыщелоченных почвах значительное их количество обнаруживается и на глубине 30–50 и 50–70 см, что можно объяснить различными гидротермическими режимами исследованных почв. Причем, если в сероземных почвах развитие этих микроорганизмов тормозит повышенный температурный режим и дефицит влаги, то в горно-коричневых достаточное количество органического вещества, влаги и благоприятный температурный режим способствуют их более активному размножению.

Из данных таблицы 4.2.6 видно, что содержание азотфиксирующих микроорганизмов изменяется под влиянием эрозионных процессов. Наибольшее количество азотфиксирующих бактерий обнаружено в намытых почвах, где составляет в 0–30 см слое в горно-коричневых карбонатных 100,0, в горно-коричневых типичных – 188,3, а в горно-коричневых слабовыщелоченных – до 266,6 тыс. На втором месте по содержанию этих микроорганизмов были несмытые почвы, где количество их составляет в верхнем горизонте соответственно – 50,0, 116,6 и 166,6 тыс./г почвы. Бедными в этом отношении являются среднесмытые почвы. Их численность составляет в почвах северной экспозиции 40,0, 50,0, 78,3, а в южной 30,0, 40,0, 61,6 тыс./г. В смытых горных коричневых почвах по сравнению с несмытыми и намытыми количество азотфиксирующих микроорганизмов как в верхнем слое (0–30 см), так и в нижнем (50–70 см) резко снижается. Отрицательным фактором в данном случае, по-видимому, является дефицит влаги и обеднение их органическим веществом. Намытые почвы в изученных горных коричневых почвах, расположенных у подножия склонов, оказывались более увлажненными, чем почвы, расположенные в средней части склона (смытые). Они также лучше промывались от вредных солей и этим, можно объяснить более высокое содержание азотфиксаторов в этих почвах.

Из выше изложенного следует, что распространение азотфиксирующих микроорганизмов зависит от почвенно-климатических условий, в которых формируется та или иная почва.

Аэробные целлюлозоразлагающие микроорганизмы. Аэробное разложение целлюлозы (клетчатка) имеет важное значение и в круговороте углерода в природе, так как это соединение встречается на земной поверхности в огромном количестве. В составе растительных остатков, например, содержание клетчатки доходит до 45–80 % их сухого веса.

Клетчатка играет огромную роль в почвенных процессах, формировании ее свойств и представляет собой полисахарид, который с трудом разрушается под действием сильных химических реактивов. О запасах клетчатки в природе можно судить по следующим данным. Общее содержание углерода в составе живых организмов, населяющих Землю, оценивается в 700 млрд. т. (Федоров, 1954). Кроме того, в составе почвенного органического вещества и торфа содержится около 1400 млрд. т углерода. Если принять, что из этой массы углерода около 50 % приходится на долю клетчатки, то легко понять какие запасы этого вещества имеются в природе. Такая масса целлюлозы, конечно, не может оставаться без дальнейших превращений, а между тем известно, что она относится к веществам очень стойким и может разлагаться только под влиянием почвенных микробов. Поэтому роль микроорганизмов в разложении клетчатки очень велика. Эти микроорганизмы образуют фермент целлюлазы и целлобиазы, которые гидролизуют клетчатку до глюкозы, а затем в аэробных условиях окисляют до CO_2 и H_2O (Федоров, 1954).

Придавая большое значение процессу разрушения целлюлозы в почвах, С.Н.Виноградский (1929) писал, что именно целлюлоза является основным источником энергии для всей жизни почвы. В.Л.Омелянский (1925) назвал процесс разложения целлюлозы «едва ли не колоссальнейшим из всех естественных процессов». В результате жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов ежегодно на земной поверхности разлагается огромное количество целлюлозы, содержащейся в растительных остатках. При этом происходит образование углекислоты, оказывающей, как отметил В.И.Вернадский (1940), большое влияние на растворимость и биологическую миграцию многих элементов. В ходе микробиальной минерализации целлюлозы синтезируется (в форме микробной массы или в форме продуктов обмена веществ микроорганизмов) в такие соединения (пигменты, ферменты, биологически активные вещества, глюкоза), которые имеют большое

значение для роста растений, для процессов гумификации или для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов.

Целлюлозоразлагающие микроорганизмы основательно изучены многими исследователями (Мишустин, 1938; Теплякова, 1952; Имшенецкий, 1953; Захаренко, 1961; Частухин, Николаевская, 1969; Наплекова, 1974).

Анализ литературных источников показывает, что ведущую роль в разложении целлюлозы в почвах играют аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы. Разложение целлюлозы микроорганизмами представляет особый интерес в изучении биохимических процессов, которые играют огромное значение как субстрат для установления взаимодействия микроорганизмов как в аэробных, так и анаэробных условиях. Оно привлекает внимание агрохимиков и почвоведов в связи с проблемой образования гумуса, что в той или иной степени зависит от разложения растительных остатков.

Основная масса целлюлозы разлагается в поверхностных слоях почвы. В этом процессе главная роль принадлежит аэробным целлюлозным бактериям, а также микроскопическим грибам и актиномицетам. Закономерности распространения аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов в почвах исследователи рассматривают в зависимости от различного ряда экологических, климатических и агрохимических условий. Несмотря на то, что о распространении в разных условиях и существовании целлюлозоразрушающих микроорганизмов имеется уже много данных, однако сведений по изменению численности целлюлозоразлагающих микроорганизмов под влиянием эрозионных процессов, вертикальной зональности и различных почвенно-климатических условий Туркестанского хребта недостаточно.

Исследования показали, что численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в исследованных богарных почвах, так же как и других микроорганизмов, изменяется в зависимости от экспозиции склона, степени эродированности, расположения почв по вертикальной зональности, поступления свежих растительных остатков, изменения гидротермического режима и других факторов (табл. 4.2.7).

Основываясь на том, что для развития целлюлозоразрушающих микроорганизмов благоприятны почвы с достаточным содержанием растительных остатков, многие авторы отмечают, что уменьше-

ние численности микроорганизмов в почвах чаще всего связано с недостатком целлюлозы. Эти микроорганизмы хорошо развиваются в почвах, если они имеют достаточное количество растительных остатков и минеральных соединений, необходимых для обмена веществ и синтеза клеток (Имшенецкий, 1953; Waksman, 1928; Беккер, 1963).

Количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов во всех исследованных почвах заметно уменьшается с глубиной, что отмечалось многими авторами и для других почв (Рунов, Мишустин, 1960; Клевенская, 1966).

Таблица 4.2.7.

Численность аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов в эродированных предгорных и горных почв (среднее число сезонной динамики, тыс./г почвы)

Степень смытости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серозем	Горные коричневые карбоновые нагные	Горные коричневые типичные	Горные коричневые слабощелочные
Несмытая	0-30	9,1	15,5	21,6	30,0	36,6
	30-50	4,5	8,3	12,0	11,8	15,6
	50-70	1,1	1,6	1,8	2,6	5,8
Среднесмытая, южная экспозиция	0-30	3,3	6,1	9,0	15,0	21,6
	30-50	1,1	2,5	3,6	7,5	11,3
	50-70	0,6	0,8	1,3	1,8	2,5
Среднесмытая, северная экспозиция	0-30	5,8	9,3	13,1	23,3	31,6
	30-50	1,8	4,8	5,8	10,3	14,3
	50-70	0,7	1,3	1,8	2,5	4,5
Намытая	0-30	15,3	25,0	35,0	40,0	61,6
	30-50	6,8	11,8	15,0	17,0	26,6
	50-70	1,9	2,5	4,6	5,6	9,1

Снижение численности микроорганизмов с глубиной в исследованных почвах неодинаково. Если в типичных и темных сероземах целлюлозоразрушающие микроорганизмы концентрируются в слое 0-30 см, где сосредоточена подстилка, то в горно-коричневых

почвах они проникают значительно глубже — до 50–70 см. Приуроченность целлюлозоразрушающих микроорганизмов к верхнему слою в сероземных почвах связана как с водно-воздушными и температурными режимами почв разных слоев, так и с изменением их плотности, степени эродированности и, особенно с характером распределения растительных остатков.

Результаты показывают, что в верхней части типичных сероземов, где в основном развиваются целлюлозоразлагающие микроорганизмы, накапливается меньше растительных остатков и перегнойных веществ. Они формируются в условиях относительно менее увлажненного климата, чем в других исследованных почвах, поэтому биологическая активность их резко приурочена только к верхнему пахотному слою. Это обусловлено поступлением опада и поверхностным расположением корней. Вслед за резким уменьшением количества органического вещества и изменением физико-химических свойств почвы количество микроорганизмов с глубиной падает.

Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов богарных типичных сероземов очень сильно варьировала в зависимости от степени их эродированности. Чем сильнее эродирована почва, тем ниже эти показатели. Так, в несмытой почве в верхних (0–30 см) горизонтах количество аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов достигает до 9,1, а в нижних горизонтах 50–70 см — уменьшается до 1,1 тыс./г почвы. В среднесмытой почве количество микроорганизмов существенно снижается и составляет в горизонте 0–30 см 3,3, а в слое 50–70 см — 0,6 тыс./г почвы. В намывных почвах количество этих микроорганизмов больше по сравнению с несмытыми и смытыми и уменьшается вниз по профилю от 15,3 до 1,9 тыс./г почвы. Это, видимо, связано с содержанием гумуса, элементов питания, большим количеством растительных корней и влажностью почвы.

Прослеживается изменение их количества также в зависимости от экспозиции склона. В северной экспозиции в верхнем горизонте (0–30 см) оно составляет 5,8, а в нижнем (50–70 см) — 0,7 тыс./г почвы. Эти показатели несколько ниже в южной экспозиции и в верхних слоях (0–30 см) равны 3,3, а в нижних (50–70 см) — 0,6 тыс./г почвы. Это обусловлено резкой сухостью почв, расположенных в южных экспозициях, малым содержанием растительных остатков и недостатком доступных форм азота и фосфора, внесение которых приводит к активизации процесса разложения целлюлозы.

Также в темных сероземах численность целлюлозоразрушителей изменяется в результате эрозии почв и с глубиной. Например, в несмытых почвах количество этих микроорганизмов составляет в 0–30 слое 15,5 тыс./г почвы, а в 50–70 см — 1,6, в среднесмытых соответственно 9,3 и 0,8, в намывных — 25,0 — 2,5-тыс./г.

Численность и распространение целлюлозоразлагающих микроорганизмов в разных подтипах горных коричневых почв связана с отмеченными выше генетическими особенностями. Так, количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов в этих почвах нарастает по мере увеличения степени их гумусности от горных коричневых карбонатных к коричневым типичным и коричневым слабовыщелоченным почвам. По сравнению с рассмотренными выше типичными и темными сероземами численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в горных коричневых почвах заметно выше.

Изучение целлюлозоразрушающих микроорганизмов в горных эродированных почвах северо-западных отрогов Туркестанского хребта, имеющих вертикально-зональное расположение, показало закономерную зависимость численности микроорганизмов почв от климатических условий и связанного с ними развития растительного покрова, а также содержания в почве органического вещества. Ведущим фактором для развития аэробных целлюлозоразлагающих бактерий в почвах являются растительные остатки, т.е. количество и качественный состав ежегодного опада, а также поступление свежих растительных остатков. Наземный опад и опад отмирающих корней в богарных условиях сконцентрированы в поверхностном слое почвы. Поэтому наибольшее развитие аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов в этих почвах приурочено к верхней части профиля и как бы «прижаты к поверхности».

Количество этих микроорганизмов возрастает от типичных к темным сероземам, от горно-коричневых карбонатных к горно-коричневым типичным и к горно-коричневым слабовыщелоченным почвам. Их содержание изменяется также в зависимости от экспозиции склона и степени эродированности.

Маслянокислые бактерии. Наши исследования показывают, что общее число маслянокислых бактерий в почвах, начиная от богарного типичного серозема и кончая горно-коричневой слабовыщелоченной почвой, возрастает. По профилю они располагаются как аэробы, преобладая в верхних слоях почвы, в нижних слоях

наблюдается резкое падение их количества (табл.4.2.8.). Это связано, главным образом, с уменьшением содержания органического вещества, а также с изменением в неблагоприятную сторону водно-воздушного режима почвы. В соответствии с характером распределения гумуса по профилю почв происходит и изменение в содержании маслянокислых бактерий.

Таблица 4.2.8

Численность маслянокислых бактерий в эродированных предгорных и горных почвах (среднее число сезонной динамики, тыс./г почвы)

Степень смывости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серозем	Горные коричневые карбонатные	Горные коричневые типичные	Горные коричневые слабощелочные
Несмытая	0–30	7,6	11,5	15,3	21,6	28,3
	30–50	2,6	3,6	4,6	6,8	13,3
	50–70	0,6	0,9	1,3	1,7	2,0
Среднесмытая, южная экспозиция	0–30	3,6	6,1	7,8	12,0	15,0
	30–50	1,0	1,5	2,2	2,6	3,6
	50–70	0,4	0,5	0,9	1,2	1,5
Среднесмытая, северная экспозиция	0–30	5,1	9,0	12,1	18,6	21,6
	30–50	1,2	2,5	3,3	4,8	7,3
	50–70	0,5	1,3	1,3	1,8	2,0
Намытая	0–30	14,3	17,3	25,0	35,0	41,6
	30–50	4,5	7,3	11,3	13,3	17,0
	50–70	1,5	2,8	4,0	4,6	4,3

Результаты показывают, что в смытых почвах содержится пониженное количество маслянокислых бактерий и наблюдается большая дифференциация их роста по профилю. Здесь отмечается относительно слабый рост маслянокислых бактерий даже в верхних горизонтах и еще меньший в нижележащих слоях (30–50, 50–70 см) почвы. С увеличением степени смывости число их уменьшается. В несмытых почвах по сравнению со среднесмытыми почвами количество этих микробов немного выше. С глубиной численность

их снижается. Однако, уменьшение численности маслянокислых бактерий с глубиной менее выражено на несмытых почвах, что свидетельствует о повышенной биогенности этих почв по сравнению со смытыми.

Склоны и их экспозиции также оказывают большое влияние на развитие маслянокислых микроорганизмов. Известно, что почвы склонов, обращенных на север, от предгорий до высокогорий испытывают воздействие природных факторов суббореальной зоны: общей почвенной влаги, умеренности температур, повышенной влажности воздуха, мощного снегового покрова, значительного обогащения почв органическими веществами. Почвы склонов, обращенных на юг, находятся под воздействием факторов аридной части термальной зоны, сухости воздуха, высокой температуры, отсутствием или мощностью снегового покрова, быстрой отдаче влаги из почв за счет испарения, сухостойкой растительности, более низкого содержания гумуса и питательных веществ. Из-за быстрой потери влаги они не проникают на большую глубину. Поэтому обращают на себя внимание пониженная численность маслянокислых микроорганизмов в 0–30 см слое (от 3,6 до 15 тыс./г почвы) и резкое их снижение в 50–70 см слое (от 0,4 до 1,5 тыс./г почвы) во всех исследуемых почвах, которые расположены в южных экспозициях. Наибольшая обсемененность почв изученными микроорганизмами наблюдается в горно-коричневых почвах. Обсемененность почвы значительно увеличивается на глубине 0–30 см, особенно это более выражено в намытых почвах, которые образовались в нижней части склона.

Итак, численность маслянокислых бактерий по вертикальной зональности зависит, прежде всего, от местоположения почв. В одних условиях низкая численность данных микроорганизмов объясняется недостатком положительных температур или недостатком влаги, в других – недостатком органических веществ, а в остальных – совокупностью вышеуказанных факторов.

Таким образом, обобщая материалы по распространению микроорганизмов в почвах исследуемой территории можно сделать вывод, что эрозионные процессы оказывают отрицательное влияние на развитие изученных групп микроорганизмов, и чем ярче выражен этот процесс, тем беднее почвы микробами. Влияние эрозии на микробиологическую активность почв более ярко выражено в сероземах, причем основным лимитирующим фактором раз-

вития микроорганизмов в этих почвах является недостаток пищи и влаги. Эти почвы характеризуются низкой численностью микроорганизмов по всему определенному профилю.

4.3. Интенсивность дыхания в эродированных почвах

Почву нередко сравнивают с природным «противогазом», регулирующим содержание газов в атмосфере. Этим характерным свойством – продуцированием и поглощением разнообразных газов – почва обязана почвенным микроорганизмам. Они выступают главными регуляторами газового состава атмосферы Земли, включая ее макрокомпоненты O_2 и N_2 и микрокомпоненты, в числе которых важнейшие «парниковые» микрогазы – метан (CH_4), диоксид углерода (CO_2) и закись азота (N_2O). Именно от знания условий функционирования почвенных микробценозов во многом зависит точность прогноза глобальных изменений климата на нашей планете (Умаров, 1998). Поэтому объективным показателем плодородия почвы является газообмен между почвой и атмосферой. С помощью этого показателя можно судить о сравнительном плодородии почв и эффективности различных агротехнических приемов (Макаров, 1993).

Дыхание почвы является одним из показателей ее биологической активности, отражающей деятельность почвенной микрофлоры. Определение «дыхания» почвы позволяет характеризовать активность биологических процессов (Хазиев, 1982; Оландж, 1991; Гафурова, 1995; Гафурова и др., 1999; Саидова, 2008 и др).

Э.Г.Вухрер (1974) показывает, что количество выделяемой почвой углекислоты зависит от количества и состава органического вещества, химических и физических свойств и качественного и количественного состава микрофлоры.

Premar, Bartha (1972) в результате своих исследований выявили, что продуцирование углекислого газа почвой – хороший показатель активности микробов в почве и может быть использован как индикатор плодородия.

М.Ф.Оландж (1991), Кадилова (2009) отмечают, что интенсивность продуцирования CO_2 позволяет судить об активности микрофлоры, потенциальном плодородии почв. Авторы считают уменьшение запаса органических веществ в эродированных почвах и замедление темпов микробиологической деятельности приводит к снижению интенсивности разложения органических веществ и ослаблению выделения CO_2 из почвы, то есть проис-

ходит заметное снижение биологического потенциала почвы под влиянием эрозионных процессов.

Наши исследования по изучению интенсивности дыхания эродированных почв в условиях вертикальной зональности Туркестанского хребта позволили выявить следующие закономерности. Максимальная интенсивность дыхания почвы во всех исследованных почвах наблюдалась в верхних горизонтах намытых почв. Причем, снижение активности дыхания почв к нижним горизонтам профиля выражено менее резко, что можно объяснить большей обеспеченностью намытых почв гумусом, элементами питания, количеством микроорганизмов.

Как это отмечено и в исследовании З.Г.Джанаева (2008). Установлено, что с продвижением от верхних слоев почв к нижним значительно сокращается численность почвенных микроорганизмов и их видовой состав. Значительно депрессируется и активность основных биологических процессов («дыхание» почвы, ферментативная активность и т.д.), определяющих в итоге почвенное плодородие.

Минимальное продуцирование углекислого газа во всех исследованных почвах наблюдалось, как обычно, в смытых почвах, расположенных на южных экспозициях. Несмытые почвы занимают промежуточное положение (табл.4.3.1).

Например, в типичных сероземах продуцирование углекислого газа в несмытых почвах в верхнем слое (0–30 см) составляет 4,8, в смытых – 2,7–3,8, намытых – 6,1 на $mg\ CO_2/100\ g$ почвы за 24ч. В темных сероземах эти показатели в несмытых достигает до 6,4, в смытых 4,1–5,4, в намытых 7,5 на $mg\ CO_2/100\ g$ почвы за 24ч. В нижних (50–70 см) слоях выделение CO_2 уменьшается в типичных сероземах до 1,0–2,6 и темных до 1,4–3,0 на $mg\ CO_2/100\ g$ почвы за 24ч. Как установлено, в исследуемых сероземных почвах продуцирование углекислого газа изменяется в зависимости от степени эродированности и экспозиции склона.

Высокое выделение CO_2 обнаружено в горных коричневых почвах, где процессы разложения органических веществ хорошо выражены и тесно коррелируют с общей численностью микроорганизмов. Продуцирование углекислого газа возрастает от горно-коричневых карбонатных к горно-коричневым типичным и горно-коричневым слабовыщелоченным почвам и зависит от экспозиции склонов и их эродированности. Так, в горно-коричневых карбонатных почвах в верхних горизонтах (0–30 см) количество CO_2 составляет от 5,5 до 8,5, в горно-коричневых типичных почвах – от 6,9 до

11,9, в горно-коричневых слабощелоченных – от 8,5 до 14,2 на мг $\text{CO}_2/100\text{г}$ за 24ч. По направлению к нижним горизонтам выделение углекислого газа во всех исследованных горных коричневых почвах закономерно уменьшается.

Таблица 4.3.1

Интенсивность «дыхания» почв в эродированных предгорных и горных почвах (среднее число сезонной динамики, мг $\text{CO}_2/100\text{г}$ за 24 ч)

Степень смывости	Глубина, см	Почва				
		Типичный серозем	Темный серозем	Горные коричневые карбонатные	Горные коричневые типичные	Горные коричневые слабощелоченные
Несмытая	0–30	4,8	6,4	7,4	10,0	12,3
	30–50	3,6	4,5	5,4	5,8	6,9
	50–70	1,6	2,4	3,0	3,2	3,8
Среднесмытая, южная экспозиция	0–30	2,7	4,1	5,5	6,9	8,5
	30–50	2,0	2,7	4,1	4,8	5,2
	50–70	1,0	1,4	1,7	2,1	2,3
Среднесмытая, северная экспозиция	0–30	3,8	5,4	6,7	9,5	10,7
	30–50	2,7	3,4	4,6	5,5	6,1
	50–70	1,3	1,7	2,6	2,8	3,0
Намытая	0–30	6,1	7,5	8,5	11,9	14,2
	30–50	4,4	5,3	6,2	6,3	8,5
	50–70	2,6	3,0	3,7	3,9	5,6

Таким образом, изучение продуцирования углекислого газа в эродированных почвах Туркестанского хребта указывает на закономерную зависимость выделения углекислого газа от численности микроорганизмов, содержания органического вещества, эрозийных процессов, типов и подтипов, химических, физических почв, расположенных в условиях вертикальной зональности. По количеству выделенного CO_2 можно ориентировочно судить о биологической активности почвы.

4.4. Изменение ферментативной активности почв под воздействием эрозии

Ферментативная активность – обязательный компонент почвы, обладающий уникальными свойствами. Почва «как биохимическая система» или как система иммобилизованных ферментов (Ковда, 1978) формируется и функционирует в качестве единого целого с согласованными и направленными биохимическими процессами (Галиулин, Галиулина, 2001). Будучи мощными катализаторами, ферменты обеспечивают успешное осуществление системой «почва – микроорганизмы» ее главенствующей функции – разрушение первичного органического вещества и синтез вторичного, обогащение почвы биогенными элементами и гумусом.

Биохимические превращения в почве, обуславливающие ее плодородие, в значительной мере определяются интенсивностью и направленностью ферментативных процессов. Показатели ферментативной активности почвы широко используются при решении диагностико-индикационных вопросов почвоведения, динамики содержания питательных веществ в почве и минерального питания растений, оценки эффективности систем удобрения (Трапезников и др., 1998; Фомина, 2007). Все биологические процессы, связанные с превращением веществ и энергии в почве, осуществляются с помощью ферментов, играющих важную роль в мобилизации элементов питания растений. Они также обуславливают интенсивность и направленность наиболее важных биохимических процессов, связанных с синтезом и распадом гумуса, гидролизом органических соединений и окислительно-восстановительным режимом почвы (Хазиев, 1976; 1979; Минсеев, Сычев, Амелянчик и др., 2001; Вальков, Казеев, Колесников, 2004; 2006). Формирование и функционирование ферментативной активности почвы – сложный и многофакторный процесс. Согласно системно-экологической концепции он представляет собой единство экологически обусловленных процессов поступления, стабилизации и проявления активности ферментов в почве (Хазиев, Гулько, 1991).

Ферменты, попадая из различных источников в почву, не разрушаются, а сохраняются в активном состоянии. Нужно полагать, что ферменты, являясь наиболее активным компонентом почвы, сосредоточены там, где наиболее напряженно идет жизнедеятельность микроорганизмов, то есть на поверхности раздела между почвенными

ми коллоидами и почвенным раствором. Экспериментально доказано, что ферменты в почве находятся, главным образом, в твердой фазе (Звягинцев, 1989; Купревич, 1958; Купревич, Щербакова, 1966).

Также, предлагается использовать ферментативную активность как диагностический показатель генетических типов, подтипов почв, т.к. она более четко выявляет разницу между почвами разного уровня плодородия. Выявлена также тесная взаимосвязь между активностью ферментов и биомассой почвенных микроорганизмов (Ловчий и др., 1990; Nannipieri and et.al., 2002).

Как видно из вышеизложенных данных, что в литературе имеется немало сведений о роли ферментов в процессах почвообразования.

В Узбекистане изучением ферментативной активности почв занимались многие исследователи (Эгамкулов, Малахова, 1969; Вухрер, 1967; Абдужалолова, 1976; Побережская, 1995; Хаджиев и др., 1997; Хаджиев и др, 2000; Гафурова и др., 1999; Гафурова, Набиева, 2002; Гафурова, Кадилова, 2010; 2011; Набиева, 2002; 2004; 2006; Саидова, 2010 и др.) Имеющиеся данные показывают достаточную изученность ферментативной активности почв пустынной и орошаемой зоны, однако, данных о богарных предгорных и горных почвах в литературе очень мало.

Активность каталазы. Одним из показателей степени развития окислительных процессов является фермент – каталаза. По мнению многих авторов, каталаза является одним из наиболее устойчивых и распространенных ферментов в природе и поэтому в некоторой степени может характеризовать состояние почвы. Она играет вспомогательную роль в реакциях окислительного обмена, разлагая ядовитую для живой клетки перекись водорода, образующуюся при окислении углеводов, белков и жиров флавопротеиновыми ферментами.

Хазиев (1976, 1990) при изучении различных по плодородию почв (серой подзолистой и темноцветной дерново-подзолистой) пришел к выводу о непригодности почвенной каталазы как показателя плодородия почв.

Имеется также много научных работ, показывающих влияние природных факторов на активность каталазы, влияние почвенных свойств, таких как содержание органических веществ микроорганизмов, глинистых минералов, а также pH (Набиева, 2000; 2001; Гафурова, Набиева, 2002; Саидова, 2009 и др.).

O.S.Terekov, Y.V.Runov (1960), J.L.Jonson, R.L.Temple (1964), Ladd, Paul (1973), T.M.El-Essawi (1988), M.T.Madigan (1997), J.M.Martinko (1997) показали, что активность каталазы в почве связана с высоким содержанием органического вещества. Самая высокая активность её была обнаружена в верхних слоях почвы, с глубиной она резко снижается, т.е. активность каталазы в почвах коррелируют с содержанием микроорганизмов.

Каталазная активность эродированных предгорных и горных почв Узбекистана изучена Л.А.Гафуровой (1995), Г.М.Набиевой (2008). Ими дана сравнительная характеристика активности каталазы почв, развитых в разных почвообразующих породах в зависимости степени смытости их, экспозиции склона и вертикальной зональности.

Результаты наших исследований показывают, что в исследованных почвах активность каталазы изменяется под влиянием эрозийных процессов, почвенных свойств, таких как содержание органических веществ, микроорганизмов и др. (рис. 4.4.1).



Рис. 4.4.1. Изменение активности каталазы почв в зависимости от степени эродированности (в 0-30 см слое)

В типичных сероземах каталазная активность в основном проявляется в верхних горизонтах почвы, то есть в наиболее биологически активных слоях почвы. В нижележащих слоях почвы активность каталазы сильно падает. В намывтых почвах в нижней части еще проявляется каталазная активность, в то время как в несмытых, и особенно в смытых почвах эти горизонты проявляют очень низкую активность. В целом, активность каталазы в типичных по-

чвах в зависимости от их эродированности, экспозиции склона и по глубинам колеблется от 1,0 до 5,9 мл O_2 за 5 мин в/г почвы.

В темных сероземах можно наблюдать такую же закономерность. В этих почвах также высокие показатели каталазы проявляются в намытых, далее в несмытых и меньше в смытых почвах, где они составляют в зависимости от глубины слоя почвы от 2,6 до 6,7, от 2,0 до 5,7 и от 1,2 до 4,9, мл O_2 за 5 мин в/г почвы, соответственно.

В горных коричневых почвах из-за обогащенности их органическими и питательными веществами и хорошо выраженности микробиологических свойств по сравнению с сероземами активность каталазы повышается. Она возрастает от горно-коричневых карбонатных к горно-коричневым типичным и горно-коричневым слабовыщелоченным почвам.

В горных коричневых почвах в северной экспозиции активность каталазы несколько выше, чем в южной и составляет в горно-коричневых карбонатных в слое 0–30 см 6,7–5,8, в горно-коричневых типичных – 7,7–6,5, в горно-коричневых слабовыщелоченных – 9,8–8,0, а в слое 50–70 см соответственно – 2,1–1,7, 3,4–2,7 и 4,0–3,6 мл O_2 за 5 мин в/г почвы. Также, каталазная активность меняется от степени эродированности исследуемых почв.

Согласно классификации Д.Г.Звягинцева (1998) по степени обогащенности почвы каталазой верхние горизонты типичных и темных сероземов можно отнести к «средним», горно-коричневые (карбонатные, типичные, слабовыщелоченные) почвы к «средним» и «богатым».

Активность дегидрогеназы. Известно, что всем почвенным микроорганизмам, получающим энергию за счет окисления разнообразных субстратов почвы, присущи дегидрогеназы, которые катализируют реакции дегидрирования органических веществ (Галиулин, Галиулина, 2001). Из всех проявлений ферментативных реакций наиболее тесно связана с жизнедеятельностью микроорганизмов активность дегидрогеназ. Катализируя реакции отщепления водорода, дегидрогеназы исполняют роль ретрансляторов водорода органических веществ почвы. Показано, что дегидрогеназа, являясь эндогенным ферментом, не накапливается вне микробных клеток и достаточно точно отражает функциональное состояние почвенной микробиоты (Галстян, 1964; Козлов, Михайлов, 1965; Теппер, и др., 1987; Петерсон, 1967; Полянская, Звягинцев, 2005;

Фомина, 2007). Значительное изменение дегидрогеназной активности свидетельствует о нарушении микробного равновесия почвенной экосистемы и может служить информативным диагностическим признаком при оценке степени антропогенного влияния (Потоцкая, Ловчий, 2000).

Наши исследования показали, что активность дегидрогеназы максимальных показателей достигает в намытых и несмытых почвах, а наименьших величин в смытых почвах, что, видимо, связано с тем, что в смытых почвах в результате эрозии карбонатный горизонт поднят к поверхности, повышены показания pH, плотности почвы. Следовательно, здесь меньше содержания гумуса и численности микроорганизмов (рис. 4.4.2).

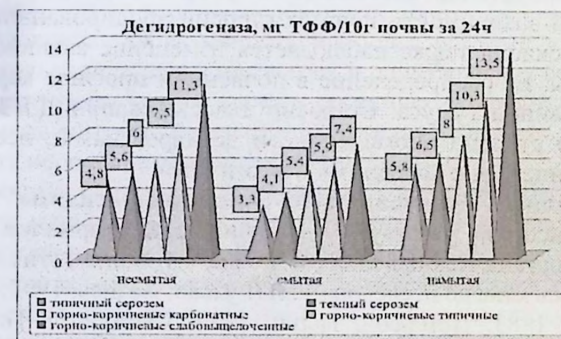


Рис. 4.4.2. Изменение активности дегидрогеназы почв в зависимости от степени эродированности (в 0–30 см слое)

Максимум активности дегидрогеназы проявляется в верхних горизонтах почвы в слое 0–30 см и для типичных сероземов составляет в намытых – 5,8, в среднесмытых – 3,3–3,9, в несмытых – 4,8, а в нижних горизонтах (50–70 см) в намытых почвах опускается до – 2,3, в среднесмытых – 0,9–1,3, в несмытых – 1,6 мг ТФФ/10г почвы за 24 ч. В темных сероземах по профилю наблюдается повышенная дегидрогеназная активность в соответствии с содержанием гумуса, чем в типичных сероземных почвах и составляет, соответственно, 3,3–6,5, 1,3–4,8 и 2,5–5,6 мг ТФФ/10г почвы за 24ч. Активность дегидрогеназы в сероземах изменяется также в зависимости от экспозиции склона. В северных экспозициях она намного больше, чем в южных и составляет в верхнем горизонте (0–30 см) для типичных

сероземов – 3,9–3,3, а в нижнем (50–70 см) 1,3–0,9, для темных сероземов, соответственно, – 4,8–4,1 и 1,7–1,3 мг ТФФ/10г почвы за 24 ч.

При сравнении сероземных и горно-коричневых почв выявляется следующая закономерность: у горно-коричневых почв, особенно горно-коричневых слабовыщелоченных, дегидрогеназная активность выражена сильнее и на большую глубину, что, видимо, связано с несколько повышенным содержанием органических веществ и численностью микроорганизмов. Следует отметить, что активность изученных ферментов к нижним горизонтам уменьшается, не так резко, как и численность микроорганизмов и в гумусовом горизонте она составляет от 4,0 до 13,5 мг ТФФ/10г почвы за 24 ч. В зависимости почв от степени эродированности и экспозиции склона также наблюдается изменение активности дегидрогеназы. Её распределение в почвенном профиле коррелирует с содержанием гумуса. Согласно классификации Д.Г.Звягинцева (1998) по степени обогащенности дегидрогеназой, исследуемые почвы относятся к «средним» и «богатым».

Активность пероксидазы и полифенолоксидазы. Ферменты – фенолоксидазы участвуют в реакциях трансформации органических и неорганических веществ в почве. Изучением этих ферментов занимались многие исследователи (Гулько, Хазиев, 1992; Петерсон, Курьяк, 1983; Петерсон, Периг, 1984; Саникидзе, Гогорикадзе, 1973; Щербакова, 1988; Юсупов, 2004; Bollag and et.al, 1987; Claus, Filip, 1988; Filip, Preusse, 1985; Sarcar, Bollag, 1987). Фенолоксидазы играют ключевую роль в процессах гумификации, оказывают защитное действие на почву, разлагая различные ксенобиотики, участвуют в многостадийных процессах разложения и синтеза органических соединений ароматического ряда (Раськова, 1995). К числу почвенных фенолоксидаз относятся ферменты пероксидазы и полифенолоксидазы. Влияние полифенолоксидазы направлено на окисление гумусовых веществ (и других фенольных соединений) как единственного источника энергии, и поэтому считается, что она влияет на минерализацию гумусовых веществ (Six and et.al, 2002).

Считается, что полифенолоксидаза и пероксидаза могут служить показателями интенсивности процессов гумификации разлагающегося в почве органического вещества (Щербакова, Кленецкая, 1978).

Г.И.Джуманиязова с сотрудниками (2001, 2012) исследовали ак-

тивность полифенолоксидазы в типичном сероземе при выращивании хлопчатника в зависимости от применения бактериальных удобрений на основе фосфатрастворяющих микроорганизмов. Авторами было показано, что в вариантах с бактериальными удобрениями наблюдалось значительное увеличение полифенолоксидазной активности.

Учитывая важную роль фенолоксидазы в синтезе и минерализации гумусовых веществ, мы изучали влияние эрозионных процессов на активность этих ферментов в почвах, расположенных в условиях вертикальной зональности. Исследованные почвы имели различную активность изученных ферментов в зависимости от эродированности и их микробиологической деятельности (табл.4.4.1).

Выявлено, что во всех исследованных почвах пероксидазная и полифенолоксидазная активность наиболее высокая у намытых почв, несколько меньшая у несмытых и наименьшая у смытых. То есть по мере уменьшения запасов органических веществ, замедления темпов микробиологической деятельности почв снижается активность пероксидазы и полифенолоксидазы.

В типичных сероземах пероксидазная и полифенолоксидазная активность меньше, чем в темных сероземах и их показатели от верхних горизонтов к нижним, от северных к южным экспозициям, от намытых к несмытым и смытым почвам уменьшаются. Такое колебание показателей пероксидазы и полифенолоксидазы в изученных почвах зависит, в основном, от степени эрозионных процессов.

В темных сероземах наибольшая активность пероксидазы и полифенолоксидазы в намытых почвах – 5,7–6,9, меньше в несмытых – 4,7–5,8 и наименьше в среднесмытых – 3,2–3,7 мг пурпургалина на 100г почвы за 24 ч, расположенных в южной экспозиции. В почвах северного склона активность пероксидазы и полифенолоксидазы выше, чем в южной и составляет, соответственно, в верхнем горизонте 4,0–3,2 и 4,9–3,7, а в нижних 1,6–1,1 и 1,2–1,0 мг пурпургалина на 100г почвы за 24 ч.

В горных коричневых почвах активность ферментов еще больше. В горно-коричневых карбонатных почвах активность пероксидазы и полифенолоксидазы по профилю колеблется в пределах 1,4–6,7 и 1,3–7,9, в горно-коричневых типичных 1,6–8,3 и 1,6–9,2, в горно-коричневых слабовыщелоченных почвах достигает до 1,8–9,8 и 2,1–10,5 мг пурпургалина на 100г почвы за 24 ч. Как правило, почвы северных экспозиций отличаются более высокой фермента-

тивной активностью, чем почвы южной, почвы разных частей склона характеризуются также различной активностью пероксидазы и полифенолоксидазы в зависимости от степени эродированности. По соотношению активности полифенолоксидазы и пероксидазы можно условно судить о коэффициенте гумификации (Чундерова, 1970; Щербакова, Кленицкая, 1978). Определение условного коэффициента гумификации показало, что увеличение активности полифенолоксидазы, отвечающей за синтез гумуса в почве, привело к увеличению коэффициента гумификации, а повышение пероксидазной активности, способствующей разложению гумуса в почве, привело к снижению его в исследуемых почвах (табл.4.4.1).

Таблица 4.4.1

Активность пероксидазы и полифенолоксидазы в эродированных предгорных и горных почвах

Степень смы- тости	Глубина, см	Почва				
		Типичный се- розем	Темный серозем	Горные корич- невые карбонат- ные	Горные корич- невые типичные	Горные корич- невые слабо-вы- щелоченные
Пероксидаза, мг пурпургалина/100г почвы						
Несмытая	0-30	4,5	5,2	6,6	7,4	9,9
	30-50	3,0	4,0	4,9	5,6	6,8
	50-70	1,6	2,3	2,5	3,4	4,6
Среднесмы- тая, южная экспо- зиция	0-30	3,0	3,8	5,1	5,5	8,1
	30-50	2,0	2,2	3,4	3,6	5,8
	50-70	1,1	1,3	1,5	1,8	2,3
Среднесмы- тая, северная экспозиция	0-30	3,8	4,5	6,0	6,6	8,2
	30-50	2,5	3,0	4,0	4,6	5,9
	50-70	1,5	2,0	2,0	2,8	3,2
Намытая	0-30	5,6	6,2	7,2	9,0	11,0
	30-50	3,5	4,6	5,8	6,4	8,5
	50-70	2,4	3,2	3,6	4,2	6,2
Полифенолоксидаза, мг пурпургалина/100г почвы						

Продолжение табл. 4.4.1

Несмытая	0-30	5,5	6,8	7,1	8,3	10,0
	30-50	2,8	3,8	4,8	5,5	6,8
	50-70	1,4	1,6	2,2	2,5	3,6
Среднесмытая, южная экспозиция	0-30	3,1	4,0	5,8	6,4	7,8
	30-50	2,0	2,5	3,2	4,3	5,6
	50-70	1,0	1,2	1,5	1,8	2,3
Среднесмытая, северная экспозиция	0-30	4,5	5,8	6,5	7,6	8,6
	30-50	2,2	3,4	4,0	5,3	6,0
	50-70	1,2	1,4	2,0	2,0	2,6
Намытая	0-30	6,4	7,8	8,6	10,0	11,8
	30-50	4,0	5,4	5,8	7,4	8,8
	50-70	2,0	3,0	3,4	3,5	5,0
Коэффициент гумификации						
Несмытая	0-30	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9
	30-50	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0
	50-70	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7
Среднесмытая, южная экспозиция	0-30	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2
	30-50	1,0	1,1	0,9	1,2	1,3
	50-70	1,0	0,9	0,9	1,0	1,2
Среднесмытая, северная экспозиция	0-30	1,2	1,2	1,0	1,1	1,0
	30-50	0,9	1,1	0,9	1,1	1,1
	50-70	0,7	0,7	0,9	0,7	0,8
Намытая	0-30	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
	30-50	1,2	1,3	1,0	1,0	1,0
	50-70	0,9	0,9	1,0	0,7	0,8

По данным таблицы 4.4.1 видно, что значение коэффициента гумификации во всех исследованных почвах колеблется в пределах 0,7-1,3.

Таким образом, в почвах вертикальной зональности от типичных сероземов к темным и горно-коричневым почвам активность изученных окислительно-восстановительных ферментов возрастает в соответствии с увеличением общей микробиологической активности, содержания гумуса и питательных веществ. Наибольшая активность ферментов проявляется в верхнем слое почвы, а

в нижних происходит их резкое снижение, особенно у смытых, далее у несмытых и более плавно у намытых почв, что связано с изменением содержания гумуса, элементов питания, pH, карбонатности, утяжелением механического состава, увеличением плотности почвы, генетическими особенностями почв. По профилю их активность уменьшается весьма плавно, доказывая больше о стабильности ферментов, чем микроорганизмов.

4.5. Сезонная динамика биологической активности почв

Почва – является наиболее сложной средой из всех естественных сред. Существуют сотни и тысячи почвенных разновидностей, которые иногда незаметно переходят одна в другую и обладают особыми свойствами. Почвенные различия становятся еще ощутимее, когда приходят в соприкосновение с различными атмосферными, климатическими и метеорологическими условиями. Изменение таких жизненно важных условий как температура, влажность и содержание веществ, в свою очередь, оказывает положительное или отрицательное воздействие на развитие и размножение почвенных микроорганизмов и на всю почвенную среду.

Сезонность численности почвенных микроорганизмов в различных почвенно-климатических зонах отмечено многими исследователями (Мишустин, Теплякова, 1959; Рахно, 1960; 1961; 1964; Клевенская, 1966; Торопкина, 1971; Гафурова, 1995; Хаджиев и др., 2000; Саидова, 2009; Кадилова и др., 2012).

По данным К.Ш.Казеева, С.И.Колесникова, В.Ф.Валькова (2004), максимальное количество аммонификаторов в обыкновенном черноземе Краснодарского края определялось в мае – 74,5 млн/г почвы. В середине лета определялся минимум аммонификаторов в почве. И лишь в сентябре их количество начинало восстанавливаться до 35,1 млн/г почвы, но не достигало весеннего максимума.

Серьезные изменения с численностью микроскопических грибов происходят в течение вегетационного периода. В обыкновенных черноземах и дерново-глеевых почвах максимальная численность грибной микрофлоры отмечается в весенний период. В летний сезон развитие их несколько сдерживается, а осенью вновь восстанавливается, но зачастую не достигает весеннего максимума (Фарниев, 1972). Подобные закономерности отмечались и в

других регионах страны (Чулаков, 1955, Ахмедагаев, 1977, Цхобрезов, 2003).

Изученные нами горные почвы также показали сезонную динамику микробиологических процессов. По сезонам года (весна, лето, осень) наибольшее численность микроорганизмов в исследованных почвах приходится во влажные периоды года, т.е. весной (май). Как видно из климатических данных (рис. 2.3.1, 2.3.2), в летние периоды (август) года количество осадков незначительно и исследуемые почвы сильно пересыхают, и численность микрофлоры почв резко снижается, хотя температурные условия являются оптимальными для размножения микроорганизмов. Осенью (ноябрь), когда наступает период дождей, в почве опять отмечается активизация микробиологической деятельности (рис. 4.5.1).

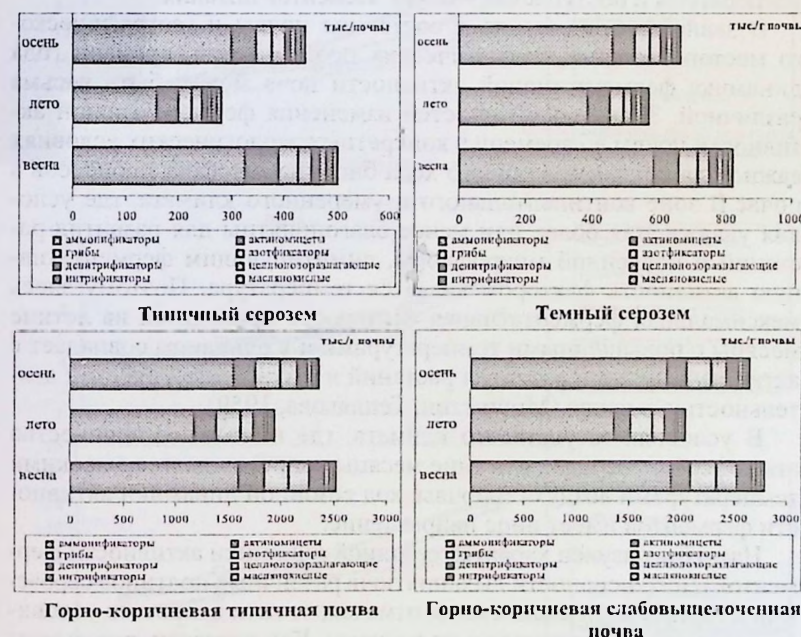


Рис. 4.5.1. Изменение численности микроорганизмов в исследуемых почвах по сезонам года

По полученным результатам выявлено, что своеобразные почвенно-климатические условия северо-западных отрогов Туркестанского

хребта приводят к большой динамичности численности микроорганизмов в почвах, среди которых ведущими являются температура и влажность почвы. В горно-коричневых почвах влажность в течение года меняется незаметно, что обуславливает более плавный ход микробиологических процессов, чем в сероземах. В связи с этим, к описываемым почвам свойственна высокая численность микроорганизмов во все сезоны года. В результате недостаточной почвенной влаги в сероземах, особенно типичных больше развиваются микроорганизмы, легче переносящие неблагоприятные условия окружающей среды (актиномицеты). Динамика численности микроорганизмов зависит не только от влажности, но и от многих других факторов, например, смены групп и видов микроорганизмов, от растительности, температуры и поступления в почву элементов питания.

В зависимости от типа и состояния почвы и географического местоположения, климатических особенностей, времени года динамика ферментативной активности почв может быть весьма различной. Знание особенностей изменения ферментативной активности почвы во времени в конкретных экологических условиях важно для понимания общего хода биодинамических процессов в почве. В зоне континентального и умеренного климата, где условия увлажнения более или менее благоприятны для развития растений и почвенной микрофлоры, лимитирующим ферментативную активность фактором является температура. Поэтому здесь максимальная ферментативная активность приходится на летние месяцы с повышенными температурами и в основном совпадает с активными фазами развития растений и микробиологической деятельностью в почве (Мишустин, Теплякова, 1959).

В условиях засушливого климата, где ничтожное количество атмосферных осадков в летние месяцы сопровождается высокими температурами воздуха и почвы, ход сезонной динамики активности ферментов имеет иное направление.

Нами был изучен характер сезонной динамики активности ферментов и интенсивности дыхания почв различных подтипов сероземов и горных коричневых почв, отмечая, что эти вопросы в условиях исследуемой территории не изучены. Как показали, результаты наших исследований активность ферментов и дыхания горных почв зависит от гидротермических условий, и наибольшие показатели их обнаруживаются во всех почвах, в основном, весной (рис.4.5.2).

Это зависит от интенсивности развития микроорганизмов и наличие достаточного количества энергетического материала. Изме-

нения температуры почвы и воздуха в течение суток также сказывается на продуцировании CO_2 (Джанаев, 2008).

Следует отметить, что в условиях северо-западных отрогов Туркестанского хребта во всех исследуемых почвах ферментативная активность почвы менее динамична, чем микробиологическая деятельность. Одной из главных причин большей стабильности ферментативной активности почвы является эффект аккумуляции ферментов в почве, в основе которого лежит способность почвенных коллоидов адсорбировать ферменты, что приводит к их стабилизации. В соответствии с изменением влажности и температуры ферментативная активность с весны к лету уменьшается и осенью вновь возрастает.

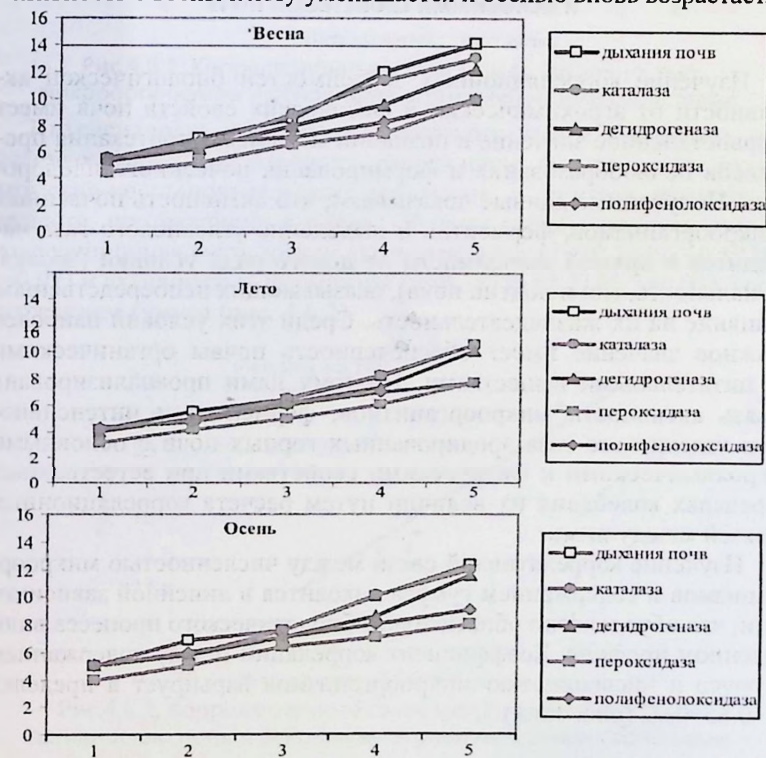


Рис.4.5.2. Сезонная динамика интенсивности дыхания и ферментативной активности почв: 1-типичный серозем, 2-темный серозем, 3-горно-коричневая карбонатная, 4-горно-коричневая типичная, 5-горно-коричневая слабовыщелоченная.

Таким образом, изучение сезонной динамики биохимической активности почв показало, что колебание активности ферментов и интенсивности продуцирования почвой CO_2 незначительно отличались в весенне-летне-осенние периоды по сравнению с сезонной динамикой микроорганизмов, которые показали себя как относительно стабильные характеристики биологической активности почвы.

4.6. Корреляционные связи между биологической активностью и основными свойствами почв

Изучение корреляционных зависимостей биологической активности от агрохимических и физических свойств почв имеет первостепенное значение в познании механизма протекания процессов почвообразования и формирования почвенного плодородия. Полученные данные показывают, что активность почвенных микроорганизмов, ферментов и выделение углекислого газа находится в прямой зависимости от целого ряда условий (эрозия, зональность, тип и подтип почв), оказывающих непосредственное влияние на их жизнедеятельность. Среди этих условий наиболее важное значение имеет обеспеченность почвы органическими и питательными веществами. Поэтому нами проанализирована связь активности микроорганизмов, ферментов и интенсивности углекислого газа эродированных горных почв с основными агрохимическими и физическими свойствами при естественных пределах колебания их величин путем расчета корреляционных связей между ними.

Изучение коррелятивной связи между численностью микроорганизмов и содержанием гумуса находится в линейной зависимости, что обусловлено общим ходом биологического процесса в почвенном профиле. Коэффициент корреляций между содержанием гумуса и численностью микроорганизмов варьирует в пределах $r=0,85-0,92$ (рис. 4.6.1).

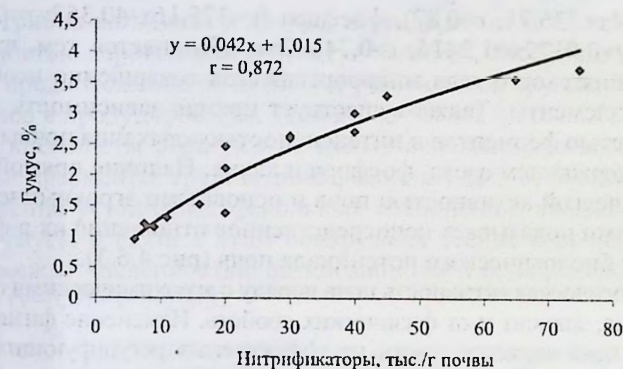


Рис.4.6.1. Корреляционные связи между численностью микроорганизмов и основными агрохимическими свойствами

Интенсивность выделения углекислого газа и активность изученных ферментов отражает направление дыхательного, окислительно-восстановительного процессов и синтеза гумусовых веществ, протекающих в почве. Об этом свидетельствует тесная корреляционная связь между дыханием почвы ($y=0,3049x+0,1938$, $r=0,92$) и активностью ферментов ($y=0,3277x+0,2195$, $r=0,93$) с содержанием гумуса (рис. 4.6.2).

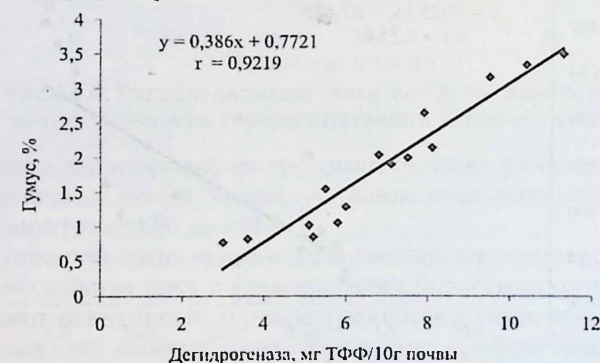


Рис.4.6.2. Корреляционные связи между ферментативной активностью почв и основными агрохимическими свойствами

Кроме содержания гумуса большое значение для развития микроорганизмов имеют и другие питательные элементы, в частности азот, фосфор и калий. Поэтому численность изученных групп микроорганизмов тесно связана с общим содержанием азота

($y=10014x+726,71$, $r=0,87$), фосфора ($y=375,16x-40,357$, $r=0,83$) и калия ($y=0,0129x+1,2416$, $r=0,74$). Это объясняется тем, что для построения своего тела микроорганизмов совершенно необходимы эти элементы. Также существует прямая зависимость между активностью ферментов и интенсивностью «дыхания почвы» с общим содержанием азота, фосфора и калия. Наличие прямой связи биологической активностью почв и основными агрохимическими свойствами показывает непосредственное отношение их в формировании биологического потенциала почв (рис.4.6.3).

Биологическая активность почв наряду с агрохимическими свойствами почв, зависит и от физических свойств. Изменение физических свойств почв является одним из эффективных регулирующих механизмов биологической активности почв. По результатам исследований отмечена корреляционная зависимость между биологической активностью и порозностью почв. В исследуемых почвах корреляция между порозностью почв и общим количеством микроорганизмов равна у типичных сероземах $r=0,67$, у темных сероземах $r=0,83$, у горно-коричневых карбонатных почвах $r=0,85$, в горно-коричневых типичных почвах $r=0,86$. Также, отмечено более высокая корреляция общей порозности между активностью ферментов от $r=0,74$ до $r=0,90$.

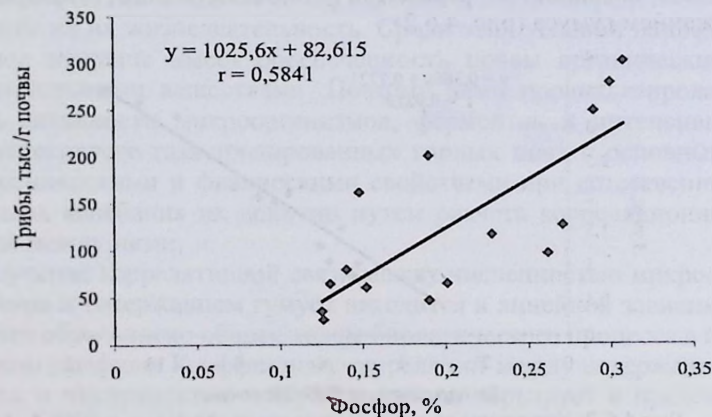


Рис.4.6.3. Корреляционные связи между численностью микроорганизмов и основными агрохимическими свойствами

По интенсивности дыхания почвы можно судить о деятельности микрофлоры, в связи с этим выявлено тесная корреляция с численностью микроорганизмов $r=0,95$ ($y=0,0048x+2,6388$). Числен-

ность грибов находится в прямой корреляционной зависимости с активностью пероксидазы $r=0,96$ ($y = 0,093x + 0,963$), что подтверждает предположение об активной участии этой группы микроорганизмов в продуцировании данного фермента (рис.4.6.4).

Актиномицеты образуют активные окислительно-восстановительные ферменты группы полифенолоксидаз, обеспечивающие разложение устойчивых фенольных соединений, входящих в состав гумуса, в связи с этим обнаружена тесная корреляционная связь между численностью актиномицетов и полифенолоксидазы $r=0,94$ ($y=0,071x+0,6855$).

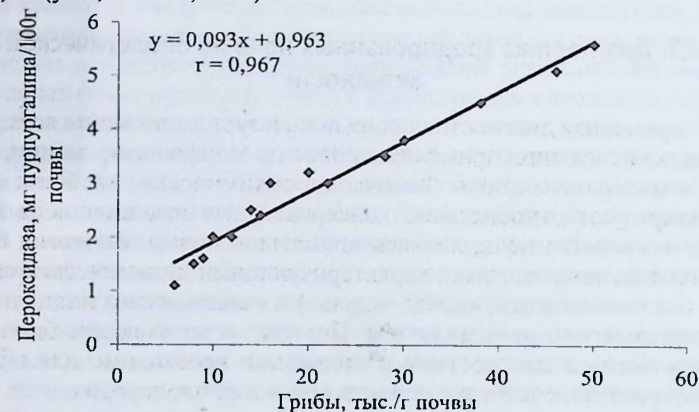


Рис.4.6.4. Корреляционные связи между численностью микроорганизмов и ферментативной активностью почв

Высокая корреляционная зависимость также наблюдается между активностью дегидрогеназы, каталазы и численностью микроорганизмов (от $r=0,80$ до $r=0,94$).

Как показали выше приведенные данные, агрохимические и физические свойства почв в формировании биологического потенциала играют важную роль и рассматриваются с различных позиций. Во-первых, эти свойства почв определяют трофические условия, необходимые для жизнедеятельности продуцентов ферментов-микроорганизмов и растений. Оптимальные значения агрохимических и физических свойств создают благоприятные условия для развития микроорганизмов и растений, следствием чего, естественно, является больше поступления в почву в соответствии с образованием большей биомассы и более высокой физиологической активности. Во-

вторых, в основном агрохимические параметры почв, в частности, поглощающего комплекса, pH и характер гумуса в значительной степени определяют активность микроорганизмов и иммобилизацию ферментов в почве. Следовательно, действие агрохимических и физических свойств почв на формирование и функционирование биологической активности многосторонне.

Таким образом, установленные коррелятивные связи биологической активности с генетически устойчивыми характеристиками почв позволяют использовать биологические тесты для диагностики изменений направления почвообразовательных процессов.

4.7. Диагностика эродированных почв по биологической активности

Современная диагностика почв использует достижения всех разделов почвоведения, применяя данные по морфологии, химии, физике и минералогии почв. Физические и химические свойства почв характеризуют относительно консервативные накопившиеся признаки и свойства почв, являясь «памятью» почвы. Биология почв располагает показателями, характеризующими динамические свойства («почва-момент», «почва-жизнь») и являющимися индикаторами современного режима почвы. Поэтому использование биологических методов диагностики и индикации необходимо для общей характеристики состояния почвы и оценки ее плодородия.

В основе принципа биологической диагностики почв лежит представление о том, что почва как среда обитания составляет единую систему с населяющими ее популяциями разных организмов. В зависимости от сочетания природных факторов, определяющих почвообразовательный процесс, разные почвы различаются по составу своей биоты, направленности биохимических превращений и содержанию тех химических компонентов, которые являются продуктами этих превращений или их агентами (Безкоровайная, 2001).

В основу разработки методологии исследования и оценки биологической активности (БА) почв был положен системный подход к изучению объектов или явлений природы, внедренный в естествознание В.В. Докучаевым. Кратко его идея заключается в следующем: любой объект или явление природы следует рассматривать не изолированно, а во взаимосвязи и взаимообусловленности с окружающими его системами и процессами (Вальков, 1995; Вальков и др., 1999).

БА почв рассматривалась как свойство почвы, производное

совокупности абиотических, биотических и антропогенных факторов формирования почвы. В почве фито-, зоо-, микробценозы объединяются в целостную систему с продуктами их жизнедеятельности (в первую очередь с ферментами и гумусовым комплексом) и абиотическими компонентами почвенной среды (гранулометрическими и структурными элементами, физическими и водными свойствами, реакцией среды, поглотительной способностью и др.). БА почвы играет важную роль в процессе формирования или деградации почвенного плодородия.

Основными составляющими методологии изучения и оценки БА почв являются следующие: комплексный подход совместного и одновременного изучения биологических объектов, их почвенных производных и абиотической среды; определение ряда наиболее информативных показателей БА почвы и последующее нахождение общей относительной биологической активности почвы; профильно-генетический и сравнительно-географический подходы к оценке степени БА почвы; учет широкой пространственной и временной вариабельности БА почвы; единообразие методики и методов исследования.

В последние годы практика показала, что для объективной достоверной оценки БА почвы достаточно определения набора наиболее информативных показателей БА почвы, отражающие разные параметры биологического состояния. К числу их отнесены следующие показатели: содержание в почве гумуса, ферментативная активность – в первую очередь активность оксидоредуктаз, интенсивность выделения углекислого газа, скорость разложения мочевины, численность и качественный состав основных групп почвенных микроорганизмов, и некоторые другие (табл. 4.7.1).

В первую очередь рекомендуется определять биохимические показатели (содержание гумуса и ферментативную активность), как чувствительные и в то же время менее варьирующие по сравнению с микробиологическими и зоологическими показателями.

По значениям наиболее информативных показателей БА почвы можно определить показатель суммарной относительной биологической активности почвы (табл. 4.7.2).

Определение суммарную БА каждого почвенного типа позволяет проводить сравнительно-географический анализ спектра почвенных зон и характеризовать степень влияния эрозионных процессов на биологическую активность почв.

Согласно вышеприведенным характеристикам горно-коричневые слабовыщелоченные почвы имеют наивысшие значения БА.

Таблица 4.6.1

Наиболее информативные показатели биологической активности (БА) верхних горизонтов почв северо-западных отрогов Туркестанского хребта

Гу-мус	Ката-лаза	Дегидроге-наза	Перокси-даза	Полифенолокси-даза	Дыхание почв	Аммонифика-торы	Актиноми-цеты	Гри-бы
Типичный серозем								
1,50	4,8	4,8	3,8	4,9	4,8	262	49,6	31,3
Темный серозем								
2,34	5,7	5,9	4,7	5,8	6,4	476,6	70	47,3
Горно-коричневые карбонатные почвы								
2,96	7,6	7,0	6,0	6,7	7,4	564,3	94,3	63,6
Горно-коричневые типичные почвы								
3,17	9,9	8,5	6,8	7,7	10,0	1045,3	156,6	165,6
Горно-коричневые слабовыщелоченные почвы								
3,30	11,8	11,3	8,5	8,9	12,3	1712,3	173,3	228,3

112

Таблица 4.6.2

Общая относительная биологическая активность (БА) верхних горизонтов почв северо-западных отрогов Туркестанского хребта, % от max

Гу-мус	Ката-лаза	Дегидроге-наза	Перокси-даза	Полифе-нол-окси-даза	Дыха-ние почв	Аммонифи-ка-торы	Актино-ми-цеты	Гри-бы	БА
Типичный серозем									
45	40	42	44	55	39	15	28	13	35
Темный серозем									
70	48	49	55	65	52	27	40	20	47
Горно-коричневые карбонатные почвы									
89	64	61	70	75	60	32	54	27	59
Горно-коричневые типичные почвы									
96	83	75	80	86	81	61	90	72	80
Горно-коричневые слабовыщелоченные почвы									
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

113

По значению БА пахотных горизонтов почв северо-западных отрогов Туркестанского хребта можно расположить в следующий убывающий порядок: горно-коричневые типичные почвы > горно-коричневые карбонатные почвы > темный серозем > типичный серозем. Данная закономерность определяется, прежде всего, изменением содержания в почве гумуса, питательных веществ и т.д. Итак, по изменению БА почвы можно судить об изменении ее плодородия. Это дает возможность рекомендовать показатели общей биологической активности для широкого использования при мониторинге и биоиндикации почв.

Таким образом, комплексное изучение биологической активности почв исследуемой территории, включающее биоту, продукты ее жизнедеятельности совместно с абиотическими компонентами, раскрывает географическое разнообразие и генетические особенности почв региона, закономерности их взаимосвязи и взаимообусловленности, а также степень воздействия природно-экологических факторов на плодородие почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Территория северо-западных отрогов Туркестанского хребта имеет своеобразные региональные особенности в отличие от других горных регионов Узбекистана: засушливость климатических условий, разреженную растительность, а также более высотные отметки распространения разновидностей предгорных и горных почвенных подтипов, которые отражаются в направлении процессов (химических, физических, биологических) почвообразования.

- Почвы от типичных сероземов к горно-коричневым по всему морфологическому строению характеризуются – увеличением мощности гумусового горизонта, наличием более темных тонов, изменением структуры и преобладанием водопрочной и ореховатой структуры, более ярким выражением оглиненного горизонта, более глубоким залеганием карбонатного горизонта. Морфологические показатели почв северных склонов наиболее четко и полно отражают генезис почв по сравнению с почвами южного склона.

- Эрозионные процессы и вертикальная зональность влияют на агрофизические свойства почв. Исследованные почвы в зависимости от различных условий формирования неодинаковые по механическому составу и представлены, в основном, средними и тяжелыми суглинками, реже легкими суглинками, что связано с генезисом почв, проявлением эрозионных процессов. В смытых почвах уменьшение физической глины происходит за счет уменьшения содержания ила и мелкой пыли. По сравнению с сероземными почвами характерно заметное оглинение в подтипах горно-коричневых почв. Почвы северной экспозиции характеризуются лучшими физическими свойствами, чем почвы южной. Смытые почвы характеризуются меньшей пористостью, чем несмытые и намытые. Плотность твердой фазы варьирует в значительных пределах 2,44–2,74 г/см³, плотность почвы 1,12–1,53 г/см³. В соответствии с плотностью твердой фазы и почвы изменяется и пористость почв от 44,1 до 54,0%.

- Региональные особенности вертикальных зон исследуемой территории отражаются и в агрохимических свойствах почв, в

связи с этим горно-коричневые почвы отличаются от сероземов содержанием большего количества гумуса и питательных элементов. Относительно благоприятными агрохимическими свойствами обладают намытые и несмытые почвы, худшими являются почвы, расположенные на склонах, т.е. — смытые, что происходит за счет смыва плодородного слоя почв во время эрозионных процессов. Смыв верхних почвенных горизонтов и приближение к поверхности нижних, менее выщелоченных горизонтов обуславливает появление или увеличение содержания карбонатов в почве.

- Почвы исследуемой территории под влиянием эрозии отличаются по активности развития различных физиологических групп микроорганизмов. В этих почвах почвообразовательный процесс протекает, главным образом, в аэробных условиях, при этом ведущее место принадлежит аммонификаторам, актиномицетам и грибам. В ценозе бедно представлены нитрифицирующие, маслянокислые бактерии и целлюлозоразлагающие микроорганизмы. Азотфиксирующие и денитрифицирующие бактерии имеют промежуточное положение.

- Специфичность почвенно-экологических условий исследуемой территории, наличие хорошо выраженной вертикально-поясной смены почвенного покрова, обусловили разную микробиологическую активность почв. Численность изученных групп микроорганизмов закономерно нарастает в генетическом ряду почв от типичных сероземов к темным, горно-коричневым карбонатным и достигает максимума в горно-коричневых типичных и горно-коричневых слабовыщелоченных почвах.

- Эрозионные процессы оказывают отрицательное влияние на развитие изученных групп микроорганизмов, и чем ярче выражен этот процесс, тем беднее ими почвы. Влияние эрозии на микробиологическую активность почв более ярко выражено в сероземах, особенно типичных сероземах, причем основным лимитирующим фактором развития микроорганизмов в этих почвах является недостаток пищи и влаги. Почти постоянный дефицит влаги в типичных сероземах обуславливает развитие таких форм микроорганизмов, которые легче переносят неблагоприятные условия окружающей среды, а именно актиномицетов, которые играют ведущую роль в генезисе сероземов. Выше сказанное свидетельствует о том, что в этих почвах энергично идут процессы минерализации, что обуславливает низкое содержание гумуса в них. Обсемененность

почв микроорганизмами изменяется также в зависимости от экспозиции склона, от степени эродированности и морфогенетического строения почвы.

- Продуцирование CO_2 в исследованных почвах зависит от эрозионных процессов, свойств почв, количественного состава микрофлоры и т.д. Количество выделения CO_2 растет от сероземов к горно-коричневым почвам, от почв, расположенных в южных экспозициях к северным, а также от смытых к несмытым и намытым почвам.

- В процессе эрозии ухудшаются основные почвенно-экологические параметры, контролирующие ферментный уровень почвы, в результате снижается и ферментативная активность. По мере перехода к горно-коричневым почвам активность изученных окислительно-восстановительных ферментов возрастает в соответствии с увеличением общей микробиологической активности, содержания гумуса и питательных веществ, которые вниз по профилю снижаются. Условия рельефа существенно влияют на ферментативную активность почв: на теневых склонах она сравнительно выше, чем на солнечных. Крутизна склонов, влияя на интенсивность эрозионных процессов, приводит к изменению активности ферментов почв в соответствии с возрастанием степени их эродированности. За счет эрозионных процессов намытые почвы изученных генетических типов характеризуются высоким уровнем ферментативной активности, чем смытые и несмытые.

- Процессы синтеза и распада гумусовых веществ в почве, в основном, связаны с активностью полифенолоксидазы и пероксидазы. Увеличение активности полифенолоксидазы, характеризующей синтез гумусовых веществ, привело к увеличению коэффициента гумификации, а повышение пероксидазной активности, характеризующей распад гумусовых веществ привело к снижению его в исследуемых почвах.

- Сезонная динамика ряда изученных групп микробного ценоза обусловлена как гидротермическим режимом почвенных типов, так и их физиологическими особенностями. Бурное развитие изученных микроорганизмов наблюдается, в основном, в весенний период, несколько уменьшаясь летом и вновь повышаясь осенью. Амплитуды колебаний ферментативной активности и продукции CO_2 значительно меньше, чем колебания численности микроорганизмов, которые выявили себя как относительно стабильная характеристика биологической активности почвы.

- Установленные тесные коррелятивные связи биологической активности с генетически устойчивыми характеристиками почв позволяют использовать биологические тесты для диагностики изменения направления почвообразовательных процессов.

- По значению БА почв северо-западных отрогов Туркестанского хребта можно расположить их в следующий убывающий порядок: горно-коричневые слабовыщелоченные почвы > горно-коричневые типичные почвы > горно-коричневые карбонатные почвы > темный серозем > типичный серозем. По изменению БА почвы можно судить об изменении ее уровня плодородия.

- Установленные зависимости изменения свойств почв от факторов окружающей среды могут быть использованы для уточнения и детализации классификации и бонитировки почв северо-западных отрогов Туркестанского хребта и прилегающей территории, а также для разработки почвенных прогнозов, составлении карт, рационального использования и охраны почв.

- Результаты исследований по биологической активности горных почв могут быть использованы при составлении биологических тестов по диагностике уровня их плодородия и экологического состояния.

L.A.Gafurova, D.A.Kadirova. Eroded soils of the Turkistan mountain range and their biological activity (Summary)

In the main content of the monograph the analysis of morphogenetic features, agrochemical and agro physical properties of soils, common in vertical zoning conditions of the Turkistan range and the erosion effects are described. So, for the first time based on the complex-system biological researches studied populations of some physiological groups of soil microorganisms, the redox enzymes activity and the intensity of carbon dioxide emissions in the studied soils, depending on vertical zoning soils change, degree of erosion and seasons. The studies revealed the correlation between the biological activity and the main indicators of soil fertility.

The results showed that the north- western area of the Turkistan range spurs has distinctive regional features, unlike some other mountain regions of Uzbekistan: arid climate, sparse vegetation, and elevations of more common varieties of foothill and mountain soil subtypes to be reflected in the direction of soil forming processes. The soils beginning from the typical sierozems to the mountain-brown soils around the morphological structure are characterized by humus horizon increasing, the presence of darker colors, structure changes and the prevalence of water-stable and nutty structure, more vivid expression of clayey horizon, more deep carbonate horizon bedding. The morphological parameters of northern slopes soils reflect most clearly and fully the genesis of soils in comparison with southern slope soils.

The erosion and vertical zoning affect the soils agro physical properties. The soils investigated, depending on various formation conditions are unequal on mechanical composition and mainly are presented by medium and heavy loams, rarely by light loams, which is associated with the soil genesis and erosion processes. In eroded soils decrease in physical clay is due to reduce of silt and fine dust amount. Compared with gray soils there is considerable claying in brown mountain soils subtypes. The soils of northern exposure have better physical properties

than southern soils. The eroded soils have lower porosity than unwashed and washed ones. The density of the solid phase and the soils density varies considerably: 2,44–2,74 g/sm³, 1,12–1,53 g/sm³, accordingly. In accordance with the density of the solid phase and the soils density also the soils porosity varies from 44,1 to 54,0 %.

The regional features of vertical zones of studied area are reflected in the agrochemical soil properties, in this connection the mountain brown soils differ from serozems by higher content of humus and nutrients. Relatively favorable agrochemical properties have washed, unwashed soils, the worst are soils, situated on the slopes, i.e. – eroded that occurs due to erosion topsoil flushing. Water flushing of the upper soil horizons and approach to the lower surface the less leached horizons causes an increase in the upper horizons of the carbonate content in the soil.

The soils of the studied area under erosion effect differ on development activity of various physiological groups of microorganisms. In these soils, the soil-forming process takes place mainly under aerobic conditions, thus, the leading place belongs to ammonifiers, actinomycetes and fungi. In the cenosis, relatively poorly are represented the nitrifying, butyric acid bacteria and cellulose-decomposing microorganisms. The nitrogen-fixing and denitrifying bacteria have an intermediate position.

Specificity of soil – environmental conditions of studied area, the presence of a well-defined vertical waist shift soil caused the different soil microbiological activity. The number of studied groups of microorganisms naturally grows in the genetic soil series from typical serozems to dark serozems, brown mountain calcareous and reaches a maximum in the mountain brown typical and mountain brown weakly leached soils.

The erosional processes have a negative impact on the development of the studied groups of microorganisms, and the more this process is pronounced, the poorer is the soil. Erosion effect on soil microbial activity is more pronounced in the serozems, especially in the typical serozems, mainly the limiting factor for the development of microorganisms in these soils is the lack of food and moisture. Almost constant moisture deficit in typical gray soils leads to the development of such forms of microorganisms, which easier tolerate to adverse environmental conditions, namely to actinomycetes, which play a leading role in the genesis of serozems. The above mentioned indicates that in these soils are vigorous mineralization processes, resulting in a low humus

content. Contamination of soils with microorganisms also varies depending on the exposure of the slope, the degree of erosion and morphogenetic soil structure.

Production of CO₂ in the studied soils also depends on erosion, soil properties, the quantitative composition of micro flora, etc. Amount of CO₂ emissions increases from serozems to the mountain brown soils, from soils located in the southern exposures to the north, as well as from washed away soils to unwashed away and washed soils.

With the soils erosion degrade main environmental parameters controlling the soils enzymatic level, resulting in enzymatic activity reduce. Transiting to the mountain brown soils the activity of redox enzymes studied is increasing in accordance with the increase in the total microbial activity, humus and nutrients are decreasing down the profile. The relief conditions significantly affect the enzymatic activity of soils: on shady slopes, it is comparatively higher than in solar ones. The steepness, affecting the soil erosion, leads to a change in soils enzyme activity in accordance with the increase of erosion degree. Due to soil erosion the washed soils of studied genetic types are characterized by high level of enzymatic activity than washed away and unwashed away soils.

The processes of synthesis and degradation of humus substances in soils of vertical zoning, mainly related to the activity of polyphenol oxidase and peroxidase. Increase of polyphenol oxidase activity, characterizing the synthesis of humic substances, resulted in humification coefficient increase and increase in peroxidase activity that characterizes the decay of humus substances resulted in its decrease in the studied soils.

The seasonal dynamics of a number of studied microbial cenosis groups is due to both the hydrothermal regime of soil types and their physiological characteristics. The rapid development of microorganisms studied is observed mainly in spring, reducing a little in summer and rising again in the fall. The variation amplitudes of enzymatic activity and CO₂ production are considerably less than microorganisms number varieties that have revealed themselves as relatively stable characteristics of the soils biological activity.

The established close correlation links of biological activity of genetically stable characteristics of soils allow using the biological tests for the diagnosis of soil-forming processes direction changes.

Meaningfully the BA soils of north-western spurs of the Turkestan range can be arranged in the following descending order: mountain – brown weakly leached soils > mountain – brown typical soils > moun-

tain – brown calcareous soils > dark serozems > typical serozems. By BA change in soil can judge the change of its fertility level.

The established changes of soil properties depending on environmental factors can be used to clarify and to detail the classification of soil quality of the north – western spurs of the Turkestan range and neighborhood area, as well as for the development of soil forecasts, mapping, management and protection of soils.

The results of studies on the biological activity of mountain soils can be used at preparation of biological tests for the diagnosis of their fertility level and ecological status.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдужалалова М.У., Нгуен Тхан Фунг. Активность инвертазы в пустынных почвах Каршинской степи / Труды НИИПА, вып.9. –Т., 1974. .
2. Абдужалалова М.У. Ферменты в некоторых пустынных почвах юга Узбекистана / Труды НИИПА, вып.10. –Т.,1976.
3. Абдурахманов Т., Турсунов Л., Ахмедов И. Биологическая активность орошаемых почв-важнейший экологический показатель их плодородия // Ж: Владимирский земледелец. –2001. –№2 (25). –С 48–50.
4. Абдурахманов Н.Ю. Богарные почвы предгорий и подгорных равнин Туркестанского хребта и оценка их плодородия (в пределах Джизакской области). Автореф. дисс. ...к.б.н. –Т., 2004. –21 с.
5. Аболин Р.И. Основы естественно-исторического районирования Советской Средней Азии / Труды САГУ, сер.ХII а, География, вып.2. –Т., 1929.
6. Адылов А.А. Эрозионоопасные земли басс. р.Санзар и некоторые пути повышения плодородия эродированных темных сероземов. Автореф. дисс... к.с/х.н. –Ташкент, 1990. –24 с.
7. Адылов А.А. Жиззах вилоятида лалми ерларда эрозияга учраган тупроқларнинг тарқалиш қонуниятлари // Тупроқдан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари: Илмий-амалий конф. маъруза тезислари, 18–20 июнь 1997. –Тошкент, 1997. –28–30 б.
8. Ананьева Ю.С., Воложанина Я.О., Грибов С.И.. Завалишин С.И. Ферментативная активность чернозема выщелоченного в условиях агроценоза Алтайского Приобья // Аграрная наука-сельскому хозяйству: Международ. научно-практическое конф. Книга 1. –Барнаул, 2006. –С.46–48.
9. Акрамов Ю.А. Нитрифицирующая и аммонифицирующая способность почв вертикальных зон Таджикистана // Тр. Тадж. н.-и. инс-та почвоведения, т.13, вып. 2. –Душанбе: Ирфон, 1970. –С. 36–47.

10. Акрамов Ю.А. Органическое вещество почв вертикальных поясов Таджикистана, его роль в почвообразовании и земледелии / –Душанбе: Изд-во Дониш, 1987. –181 с.

11. Андреюк Е.И., Путинская Г.А., Дульгеров А.Н. Почвенные микроорганизмы и интенсивное землепользование. –Киев: Наукова думка, 1988. –С. 192.

12. Антонов И.В. Эффективность основной обработки почвы в регулировании азотфиксирующей активности и продуктивности гороха в лесостепи Поволжья : Автореф... к.с.-х.н. –Ульяновск, 2004. –19 с.

13. Артамонова С., Кривошекова Т.Г., Танасиенко А.А., Гаджиев И.М. Эколого-микробиологические аспекты агротехногенной деградации Сибирских почв. // Экологическое состояние и ресурсный потенциал естественного и антропогенно-измененного почвенного покрова: Материалы научной конференции. –Владивосток, 10–12 февр., 1998. –С. 159–166.

14. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М., МГУ, 1970. – 487 с.

15. Бабьева И.И., Зенова Г. М. Биология почв. –М.-МГУ. 1989. –336 с.

16. Баиров А.Ж., Рузметов У. Влияние удобрений на потенциальную азотфиксирующую активность орошаемых луговых почв пустынной зоны // Ер ресерсларидан оқилон фойдаланиш ва тупрокларни муҳофазалаш. Илмий-амалий анжуман маърузалари ва тезислари тўплами. 1–2 ноябр 2001 йил. –Тошкент, 2001. –С. 105–106.

17. Беккер З.Э. Физиология грибов и их практическое использование. –М.: 1963. –С. 268.

18. Безкоровая И.Н. Биологическая диагностика и индикация почв. –Красноярск, 2001. –39 с.

19. Бясов К.Х. Эрозия почв гор и предгорий Северного Кавказа. –Владикавказ, 2001. –С. 132–134.

20. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. –М., 1986. –40 с.

21. Вальков В.Ф. Системно-биологический подход при изучении почв // Научная мысль Кавказа. Научный и общественно-теоретический журнал. –Ростов на Дону: 1995. –№ 4. –С. 6–10.

22. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методоло-

гия исследования биологической активности почв (на примере Северного Кавказа) // Научная мысль Кавказа: Научный и общественно-теоретический журнал. –Ростов на Дону: 1999. –№1. –С.32–37.

23. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение. –М. –Ростов на Дону, 2006. –495 с.

24. Величко В.А. Устойчивость и чувствительность биологической активности дерново-подзолистых почв, подверженных водно-эрозионным процессам // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. Тез.докл. Всероссийской конф. 24–25 апреля 2002. –Москва, 2002. –С.140.

25. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. –Москва: Изд-во АНРФ, 1940. –С.250.

26. Волобуев В.Р. Почвы и климат. –Баку: Изд. Академии наук, 1953. –С.5.

27. Вухрер Э.Г. Микробиологическая и биотическая активность почв Киргизской ССР. Автореф. дисс. ...докт.б.н. –Фрунзе. –1967. –С. 10–21.

28. Вухрер Э.Г., Худяков П.Н. Дыхание почвы как показатель биологической активности // Труды НИИ почвоведов Узбекистана, 1974. –Вып. 9. –С. 218–224.

29. Вухрер Э.Г., Абдужалалова М.У. Микробиологическая и биохимическая активность пустынных зон почв Каршинской степи и ее роль в плодородии. –Ташкент: Фан, 1977.

30. Галиулин Р.В., Галиулина Р. А. Дегидрогеназная активность почвы, загрязненной пестицидами // Агрохимия. –2001. –№9. –С. 85–89.

31. Галстян А.Ш. О дегидрогеназах почвы // Докл. Арм., 1964. –Т.156. –С. 166–167.

32. Галстян А.Ш. Изучение активности окислительно-восстановительных ферментов в почве // Тез. докл. На 2-м Всесоюз. Делегат. съезде почвоведов (10–16 сент.). –Харьков, 1965. –С. 240–241.

33. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении // Труды НИИ почвоведения и агрохимии МСХ Арм. Вып.8. –Ереван, «Айастан», 1974. –С. 275.

34. Галстян А.Ш. Ферментативная диагностика почв // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. –Москва, 1980. –С.110–121.

35. Галстян А.Ш. Итоги изучения биологической активности почв // Итоги научно-исследовательских работ по генезису, биохимии, мелиорации, агрохимии и эрозии почв (1958–1983). – Ереван, 1983. – 50–56 с.

36. Гафурова Л.А. Почвы, сформированные на третичных красноцветных отложениях, их экологическое состояние и плодородие. Автореф. докт. дисс... д.б.н. – Т., 1995. – 44 с.

37. Гафурова Л.А. Адаптация сельскохозяйственных исследований к изменению климата. – Ташкент, 2010.

38. Гафурова Л.А., Набиева Г.М. Уреза в эродированных сероземах, сформированных на разных почвообразующих породах «Тупрокдан окилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари». – Ташкент, 1997. – Б. 70–71.

39. Гафурова Л.А., Х.М. Махсудов., М.Ю. Адель Эрозияга учраган неоген ётқиқликлариди шаклланган бўз тупроқларнинг биологик фаоллиги. – Т.: Ўзбекистон, 1999. – 95 б.

40. Гафурова Л.А., Набиева Г.М. Эрозионноопасные земли и их ферментативная активность // Международная научно-практическая конф. «Региональные проблемы социально-экономического развития Белоруссии и сопредельных территорий». – Белоруссия, Могилев, 2002. – С. 56–59.

41. Гафурова Л.А., Раимбасва Г.Ш., Набиева Г.М. Неоген даври ётқиқликлариди шаклланган тупроқларнинг ферментатив фаоллиги. Уларнинг унумдорлигини ошириш ва муҳофаза қилиш. «Қишлоқ хўжалигида илғор технологиялар: Андижон тажрибаси» мавзусидаги республика илмий-амалий конф. тўплами, 2-китоб. – Андижон-2002. – Б. 121–124.

42. Гафурова Л.А., Набиева Г.М. Морфогенетический особенности, эродированных почв Западных отрогов Чаткальского хребта // новые технологии повышения плодородия почв. матер. конф. ГосНИИПА 9–10 сентябрь. – Ташкент, 2004. – С. 46–50.

43. Гафурова Л.А., Махсудов Х.М., Джалилова Г.Т. Эрозия жарёнларининг қишлоқ хўжалиги экинларига бўлган таъсири // Биология, экология ва тупроқшуносликнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий анжумани. – Ташкент, 2006. – Б. 178.

44. Гафурова Л.А., Раимбаева Г.Ш. Основные элементы плодородия типичных сероземов, сформированных на разных почвообразующих породах и влияние на них эрозийных процессов //

Ўзбекистон тупроқлари ва ер ресурслари: улардан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилиш: Илмий-амалий анжумани материаллари, 14–16 май. – Ташкент, 2008. – Б. 143–145.

45. Гафурова Л.А., Кадилова Д.А. Влияние эрозийных процессов на микроорганизмы, участвующие в цикле биологического круговорота азота в почвах Туркестанского хребта // Вестник аграрной науки Узбекистана. – Ташкент, 2008. – №3 (33). – С. 66–70.

46. Гафурова Л.А., Кадилова Д.А. Состояние микробиоценоза почвенного покрова северо-западных отрогов Туркестанского хребта // Вестник аграрной науки Узбекистана. – Ташкент, 2009. – № 3–4 (37–38). – С. 42–47.

47. Гафурова Л.А., Кадилова Д.А. Активность дегидрогеназы как диагностический показатель деятельности почвенных микроорганизмов в северо-западных отрогах Туркестанского хребта // Аграрная наука – сельскому хозяйству: V международная научно-практическая конференция. – Барнаул, 2010. – С. 500–503.

48. Гафурова Л.А., Кадилова Д.А. Влияние деградиционных процессов на активность фенолоксидазы в горных почвах // Аграрная наука – сельскому хозяйству. VII международная научно-практическая конференция. Сборник статей. Книга 1. – Барнаул, 2011. – С. 61–63.

49. Герасимов И.П. Коричневые почвы сухих лесов и кустарников лугостепей // Труды Почв. Ин-та им. В.В. Докучаева. Т.30. – М., 1949.

50. Герасимов У.П. Основы почвоведения и географии почв. – М., 1960. – С. 490.

51. Германова Н.И., Медведева М.В. Микрофлора почв заповедника «Кивач» // Труды Карельского научного центра РАН. Вып. 10. – Петрозаводск. 2006. – С. 10–13.

52. Горбунов Б.В., Кимберг Н.В., Кудрин С.А., Панков М.А., Шувалов С.А. Почвы Узбекской ССР. Т., Изд-во АНРУз, т. I, 1949.

53. Горбунов Б.В., Конобеева Г.М. Богарные почвы Узбекистана и их качественная оценка. – Т.: Фан, 1975. – С. 47–65.

54. Горбунов Б.В., Кимберг Н.В. Почвы Узбекистана. – Т.: Фан, 1975.

55. Гришина Л.А., Копчик Г.Н., Макаров М.И. Трансформация органического вещества почв. – М.: МГУ, 1990. – 88 с.

56. Гулько А.Е., Хазиев Ф.Х. Фенолоксидазы почв: производи-

рование, иммобилизация, активность // Почвоведение. – Москва, 1992. – №11. – С. 55–67.

57. Гуссак В.Б. Эродированность почв, пути исследования и некоторые связанные с ней проблемы. Автореф. докт. дисс... д.с/х.н. – Ташкент, 1959. – С.10.

58. Даденко Е.В. Ферментативная активность коричневых почв Черноморского Побережья Кавказа // Материалы V съезда Всероссийского Общества почвоведов им В.В. Докучаева. – Москва, 2008. – С.283.

59. Джалилова Г.Т. Роль растительного покрова в возникновении эрозионных процессов и современные методы повышения плодородия эродированных почв (на примере почв Западных отрогов Чаткальского хребта) // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Международная научно-практическая конф. – Сибирь, 2006. – С. 77–79.

60. Джалилова Г.Т. Выявление и оценка эрозионноопасных земель бассейна Сукоксай с применением ГИС технологии. Автореф. дисс. ... к.б.н. – Т., 2009. – 30 с.

61. Джуманиязова Г.И. Фосформобилизующие бактерии и биодоброудобрения на их основе / Дисс. ... в виде научного доклада на соиск. ст. д.б.н. – Ташкент, 2012. – 99 с.

62. Джуманиязова Г.И., Сейдалиева Л.Д. Активность пероксидазы и полифенолоксидазы почвы при использовании бактериального удобрения // Вестник аграрной науки Узбекистана. 2001. №4 (6). – С.44–45.

63. Дересса А. Почвы Западных отрогов Чаткальского хребта и пути их рационального использования (на примере эродированных почв бассейна р. Сукак и прилегающей к ней территории). Автореф. дисс. ... к.с/х.н. – Т., 1991. – С. 6–20.

64. Демурина Е.М. Растительность Западной части Туркестанского хребта и его отрогов. – Т., Фан, 1975. – С. 74.

65. Дошанов М.Б., Муратова Р.Г. Труды Чаткальской Горно-мелиоративной опытной станции. Выпуск 1. – Т., 1960. – С. 26–27.

66. Дошанов М.Б. Эрозия почв и борьба с ней в западном Тянь-Шане: Автореф. дисс. ... докт.с.х.наук. – Т., 1965. – 12 с.

67. Дошанов М.Б., Ханазаров А.А., Мирзакеев Э.К. Труды Чаткальской Горно-мелиоративной опытной станции. Выпуск III. 1974. – С. 1–5.

68. Евсеева Е.О., Даденко Е.В., Реплях М.А. Особенности про-

фильного распределения биологической активности при освоении целинных черноземов // Материалы V съезда Всероссийского Общества почвоведов им В.В. Докучаева. – Москва, 2008. – С. 285.

69. Заславский М.Н. Эрозия почв и земледелие на склонах. – Кишинев, 1966. – С. 494.

70. Заславский М.Н., Каштанов А.Н. Почвозащитное земледелие. – М., 1979. – С. 207.

71. Захаров С.А. Характеристики высокогорных почв Кавказа // Известие Константиновского меж. инс-та, Москва, 1914. – Вып.5. – С. 368.

72. Захаров С.А. Курс почвоведения, 2-е изд. – М.-Л., 1931.

73. Захаренко А.Р. Разложение целлюлозы в зональных почвах Таджикистана // Почвоведение. – Москва, 1961. – №2. – С.54–62.

74. Захаренко А.Р. Микрофлора почв Таджикистана // Тр. Инста почвовед. и агрохимии, т. XI, 1962. – С. 121–146.

75. Захаренко А.Р. Микрофлора почв Таджикистана // В кн.: Микрофлора почв Южной части России. – М.: Изд-во «Наука», 1966. – С.149–189.

76. Земляницкий Л.Т. Об эрозии почв в горных областях южной Киргизии и Узбекистана // В кн. «Эрозия почв». – М.: Изд. АН России, 1937.

77. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. – Москва, 1978. – № 6. – С.48–53.

78. Звягинцев Д.Г. Микроорганизмы и охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – С. 206.

79. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М., Лысак Л.В. Структурно-функциональная организация сообществ наземных экосистем // Экология и почвы. – Пущино, 1998. Т.2. – С.34–83.

80. Ибадов К., Ахмедова Ф.Т., Мансурова И.А., Музафарова И.А., Кондратьева Е.В. Микроскопические грибы некоторых почв Ахангарана, загрязненных промышленными отходами // В кн.: Загрязнение почв и пути его предотвращения. – Ташкент, 1992.

81. Илялетдинов А.Н. Микробиологические превращения азотсодержащих соединений в почве. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 284 с.

82. Имшенецкий А.А. Микробиология целлюлозы. – М.: АН РФ, 1953. – С.3–16.

83. Кадилова Д.А. Микробиологическая характеристика эродированных богарных сероземов // Биология, экология ва тупроқшуносликнинг долзарб муаммолари: Республика илмий-амалий конференция материаллари. –Тошкент, 2008. –61 б.

84. Кадилова Д.А. Актиномицеты в эродированных почвах в условиях вертикальной зональности в северо-западных отрогах Туркестанского хребта // Яйловлардан оқилона фойдаланишнинг илмий асослари: Илмий мақолалар тўплами. –Тошкент, 2009. –Б. 34–37.

85. Кадилова Д.А. Влияние эрозии на продуцирование углекислого газа в горных почвах Туркестанского хребта // Узбекский биологический журнал. –Ташкент, 2009 б. –№3. –С. 56–59.

86. Кадилова Д.А., Саидова М.Э. Особенности развития почвенной микрофлоры в зависимости от вертикальной зональности почв // Геохимия ландшафтов и география почв. Доклады материалов Всероссийской научной конф. –Москва, 2012. –С.146–147.

87. Кадилова Д.А., Саидова М.Э., Набиева Г.М., Биологическая активность как диагностический показатель плодородия почв. «Почва как природная биогемембрана». Международная научная конференция XV Докучаевские молодежные чтения. –Санкт-Петербург, 2012 б. –С. 87–89.

88. Кадилова Д.А., Саидова М.Э., Махкамова Д.Ю. Пахрадинова Н., Расулов Х.Н. Влияние почвенно-экологических факторов на распространение микроорганизмов в почвах аридных зон // Аграрная наука – сельскому хозяйству. VII международная научно-практическая конференция. Сборник статей. Книга 2. –Барнаул, 2012. –С.156–158.

89. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследования. –Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2003. –203 с.

90. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биология почв юга России. –Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2004. –349 с.

91. Каменир-Бычков Г.А., Зирияева С.А., Хамраев Р.Д. Влияние удобрений на инвертазную активность староорошаемого типичного серозема. Научная конференция. –Ташкент. ТашГАУ, 16–18 февраля, 1995.

92. Каплун С.А., Хаджиев Т.Х., Эргашева Н.Э., Ташходжаева Р.И. Биологическая активность эродированных почв Джизакской

степи // Эрозия почв и научные основы борьбы с ней. –Ташкент, 1986. –С. 39–47.

93. Карягина Л. А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. –Минск: Наука и техника, 1983. –181 с.

94. Кидин В. В., Ильюк Е. Н. Использование растениями и особенностями трансформации аммонийного и нитратного азота разных горизонтов дерново-подзолистого почв // Агрохимия. –№11. –2006. –С. 3–10.

95. Корюшкин С.Р. Природа и свойства фульвокислот разных типов почв (дерново-подзолистого, чернозема и серозема). Автореф. дисс. ...к.б.н., Пушкин, 1976.

96. Клевенская И.Л. Микрофлора черноземов Сибири // В кн.: Микрофлора почв северной и средней части СССР. –М.: Наука, 1966. –С.250–274.

97. Ковда В.А. Основы учения о почвах. –М.: Наука, кн. I, 1973. –100 с.

98. Ковда В. А. Биосфера, тенденции ее изменения и проблема продовольствия // Почвоведение. –1978. –№ 5. –С. 5–14

99. Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвы и почвообразование. –Часть I, Москва, Высшая школа, 1988. –С. 36–37.

100. Козлов К.А., Михайлов Э.Н. Дегидрогеназная активность некоторых почв Восточной Сибири // Почвоведение, 1965. –№ 2. –С. 58–63.

101. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. –М., 1963.

102. Кононцева Е.В. Влияние элементов рельефа, отвальной и плоскорезной обработок на величину смыва почв // Аграрная наука сельскому хозяйству. Международная научно-практическая конференция. –Барнаул, 2007. –С.140.

103. Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. –Т., Изд-во АНРУз, 1962.

104. Косинова Л.Ю., Гантимурова Н.И., Танасиенко А.А. Влияние эрозии на микробные сообщества черноземов Западной Сибири // Почвоведение. –Москва, 1993. –№8. –С. 72–78.

105. Костычев С.П. Исследования по биодинамике почвы // Тр. Почв. инс-та им В.В.Докучаева, вып.3–4. –Москва, 1930.

106. Кочерга Ф.К. Труды Чаткальской Горно-мелиоративной опытной станции Выпуск I. –1960, –С. 7–25.

107. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. –Т.: EXRTEMUM PRESS, 2009. –351 с.

108. Кузнецов М.С., Базаров О.А. Противоэрозионная стойкость некоторых почв Таджикистана // Почвоведение. – Москва, 1993. – № 4. – С. 96.

109. Кузнецов Ю.С. Активность каталазы в почвах аридных территорий Юга России // Материалы V съезда Всероссийского общества почвоведов им В.В. Докучаева. – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 283

110. Курвантаев Р.К. Суғориладиган тупрокларнинг агрофизик ҳолатини мақбуллаштириш ва бошқариш // Тупроқдан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари: Илмий-амалий конф. маъруза. тезислари 18–20 июнь 1997. – Тошкент, 1997. – Б. 93–94.

111. Купревич В.Ф. Вопросы почвенной энзимологии // Вестник АН РФ. – Москва, 1958. – №4. – С. 52–54.

112. Купревич В.Ф., Щербакова Т.А. Почвенная энзимология. – Минск, 1966. – С. 275.

113. Лазарев С.Ф. Биоорганоминеральный комплекс орошаемых почв Средней Азии. – Ташкент. САГУ. – 1954. – 91 с.

114. Ловчий Н. Ф., Ивлева С. Н., Шимко Н. А. Биологическая активность почв в зоне действия промышленных предприятий // Микроорганизмы в с.х.: Тез. докл. 4. Все. научн. конф. 20–24 января 1990. – Пущино, 1990. – С. 118–119.

115. Мавлянов Г.А., Мирзаев С.Ш., Каламов А.И., Назаров Я.З., Кадыров Э.В. Приташкентский район. В кн. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия Узбекистана. – Т.: Изд-во Фан, 1964.

116. Мальцев М.И. Биологическая активность эродированных черноземов Алтайского Приобья и урожайность яровой пшеницы // Аграрная наука-сельскому хозяйству: II Международ. научно-практическое конф. Книга 1. – Барнаул, 2007. – С. 173–176.

117. Мамытов А.М. Почвы Центрального Тянь-Шаня. Изд. АН Киргизской ССР. – Фрунзе. 1963. – С. 78–80.

118. Мамытов А.М. Почвы гор Средней Азии и Южного Казахстана. – Фрунзе, Илим, 1987. – С. 18–23.

119. Марфенина О.Е. Микробиологические аспекты охраны почв. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – С. 118.

120. Махсудов Х.М. Эродированные сероземы и пути повышения их продуктивности. – Т.: Изд. МСХ РУз, 1981. – 152 с.

121. Махсудов Х.М. Эрозия почв аридной зоны Узбекистана. – Т.: Фан, 1989. – 155 с.

122. Махсудов Х.М., Гафурова Л.А., Турапов И., Ханазаров Горные и предгорные почвы Узбекистана, их генетические особенности и охрана // Докл. и тезисы III съезда почвоведов и агрохимиков. 2000. – С. 44–55.

123. Махсудов Х.М., Джалилова Г.Т. Факторы эрозии почв – основа для разработки современных противоэрозионных мероприятий // Фермер хўжаликларида пахтачилик ва ғаллачиликни ривожлантириш асослари. Илмий-амалий халқаро конф. – Тошкент, 2006. – Б. 45–46.

124. Минсеев В.Г., Сычев В.Г., Амелянчик О.А. и др. Практикум по агрохимии / Под редакцией академика РАСХН В.Г. Минсеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – С. 301–350.

125. Мирхайдарова Г.С. Тоғ тупроқлари ва уларнинг экологик ҳолати // Тупроқшунослар ва Агрокимёгарлар III курултойида маърузалари ва тезислари, 5 декабр 2000. – Тошкент, 2000. – Б. 169–170.

126. Мирхайдарова Г.С. Изменение свойств почвы под влиянием противоэрозионных мероприятий в Западных отрогах Чаткальского хребта: Автореф. дисс. ... к. б. н. – Ташкент: 2002. – С. 11–19.

127. Мишустин Е.Н. Миксобактерии, разлагающие целлюлозу // Микробиология. – Т. VII. – Вып. 4. 1938. – С. 427–435.

128. Мишустин Е.Н. Эколого-географическая изменчивость почвенных микроорганизмов. – М.: Изд. АНРФ, 1947. – 326 с.

129. Мишустин Е.Н. Зональность и ее проявление в микробиологических процессах почве // Природа. – Москва, 1948. – №1 – С. 14–24.

130. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почв. – М., 1956. – 246 с.

131. Мишустин Е.Н. Географический фактор, почвенные типы и их микробное население // В кн.: Микрофлора северной части СССР. – Москва, 1966. – С. 1–24.

132. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М.: Наука, 1972. – 342 с.

133. Мишустин Е.Н., Мирзоева Б.А. Соотношение основных групп микроорганизмов в почвах разных типов // Почвоведение. – 1953. – №6.

134. Мишустин Е.Н., Теплякова З.Ф. Сезонная динамика микробиологических процессов и ее агрономическое значение // Изв. АН Каз. Сер. бот. и почвовед. – Казахстан, 1959. – Вып. 3. – №6. – С. 15–25.

135. Мишустин Е. Н., Емцев В. Т. Микробиология. –М.: Агропромиздат, 1987. –386 с.

136. Мишустин Е. Н., Кудеяров В., Башкин В. Н. Круговорот азота на территории РФ // Изв. АН РФ. Сер. биол. –1983. –№2. –С. 165–178.

137. Мухамеджанов М.В., Теслинова Н.А. Микроорганизмы и повышение плодородия орошаемых сероземов. –Ташкент: Фан. –1990. –136 с.

138. Муродова С.С., Гафурова Л.А., Саидова М.Э., Кадилова Д.А., Набиева Г.М., Махкамова Д.Ю. Изучение влияния засоления на каталазную активность аридных почв // Биоразнообразие, экология, адаптация и эволюция. Материалы в международ. конф. Молодых учёных. –Одесса, 2013. –С. 229.

139. Мячина О.В. Экологическая оценка влияния органоминеральных удобрений на ферментативную активность почв засушливой зоны Узбекистана. //Экологические системы и приборы. –2005. –№3. –С. 22–26.

140. Мячина О. В., Побережская С. К., Терюхова Р. Р. Эколого-микробиологическая оценка бактериальных удобрений из фосфоритов Кызылкумов // Экологические системы и приборы. –2004. №2. –С. 34–39.

141. Набиев Г.Н. Микробиологическая характеристика природных и окультуренных лугово-сероземных почв. Автореф. дисс... к.с./х.н. –Ташкент, 1954. –С.15.

142. Набиева Г.М. Активность каталазы, уреазы и фосфатазы в почвах, сформированных на неогеновых отложениях // «Қишлоқ хўжалигида экологик муаммолар» Илмий-амалий анжуман. –Бухоро, 2000. –Б.59–60.

143. Набиева Г.М. Фосфатаза, уреазы и каталаза в эродированных типичных сероземах // «Қишлоқ хўжалиги тараққитининг илмий асослари» Халқаро илмий амалий конф. –Тошкент, 2001. –Б.128–129.

144. Набиева Г.М. Биологическая активность эродированных коричнево-карбонатных почв Западных отрогов Чаткальского хребта // Аграрная наука: достижения и перспективы. –Ташкент, 2002. –С. 293.

145. Набиева Г.М. Горные почвы и их биологическая активность // Сб. между. науч. прак. конф. «Почвоведение и агрохимия в XXI веке». –Ташкент, 2004. –С. 242–245.

146. Набиева Г.М. Влияние ферментативной активности на плодородие почв вертикальной зональности. Аграрная наука-сельскому хозяйству. Международная научно-практическая конференция. Книга 1. –Барнаул 2006. –С 150–153.

147. Набиева Г.М. Почвы Западных отрогов Чаткальского хребта и их ферментативная активность. Автореф. дисс...к.б.н. –Т., 2008. –С.30.

148. Набиева Г.М., Гафурова Л.А., Кадилова Д.А., Джалилова Г.Т., Саидова М.Э., Садикова Г.С. Горные почвы Узбекистана и их биологическая активность. Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В.Докучаева. Книга 2. Петрозаводск –Москва, 13–18 августа 2012. –С. 387–388.

149. Набиханова Д. Агрохимические свойства и микроэлементный состав горных почв под плодовыми культурами Западного Тянь-Шаня: Автореф. дисс. ...к.с.х.н. –Ташкент, 1990. –С.5–21.

150. Назарова О. В. Азотное состояние хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв Северо-Запада России и его изменение под влиянием различных систем удобрения. Автореф. дисс. ... к. с.-х. н. –Великие Луки, 2004. –20 с.

151. Назарько М.Д., Лобанов В.Г., Щербаков В.Г. Биохимические и микробиологические аспекты окультуривания почв в зональных системах земледелия Краснодарского края. –Краснодар, 2006. –215 с.

152. Наплекова Н.Н. Аэробные разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири. –Новосибирск: Наука, 1974. –С.228.

153. Непомилуев В.Ф., Корнеева С.Г. Микрофлора темно-серых лесных почв // Изв. ТСХА, 1970. –№ 3. –С.146–151.

154. Неуструев С.С. Элементы географии почв. –М.-Л., 1931. –С. 23–48.

155. Нимасва С.Ш., Намжилов Н.Б., Петрова А.С. Микробиологические показатели эродированных каштановых почв Бурятии // Почвоведение. –1975. –№7. –С. 73–76.

156. Норбутаев А.К., Риш М.А., Исхакова Х.И. Корреляционная связь между ферментативной активностью и микроэлементами сероземных почв юга среднего Зерафшана. В кн.: Загрязнение почв и пути его предотвращения. –Ташкент, 1992.

157. Оландж М.Ф. Влияние эрозийных процессов на биологическую и каталазную активность горно-серо-коричневых почв //

В кн.: Почвенно-эрозионные процессы и меры борьбы с эрозией почв. –Душанбе: Дониш, 1991.

158. Омелянский В.Л. Книга и микроорганизмы // Природа. –1925. –№1. –С.3–35.

159. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. –М., 1974.

160. Пономарева В.В. О сущности и географических закономерностях подзолообразования // Почвоведение. –Москва, 1956. –№3.

161. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. –Ленинград: Наука, 1980. –220 с.

162. Паносян А.К., Туманян В.Г. О некоторых биологических особенностях актиномицетов в почвах Армении // Микробиологический сборник АН Армян. Вып.7, 1957. –С.234.

163. Патрушева Е.В., Велигонова Н.В. Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий // Матер. 15 Межреспуб. научно-прак. конф. –Краснодар, 2002. –С.217–219.

164. Первушина-Грошева А.Н. Микрофлора такырных почв низовьев Аму-Дарьи и изменение ее в процессе освоения. Автореф. дисс. ...к.б.н. –Ташкент, 1961. –29 с.

165. Петерсон Н.В. Дегидрогеназная активность в почве как проявление активности ее микрофлоры. Микробиология, т.36. –№3, 1967. –С.518–525.

166. Петерсон Н.В., Курыляк Е.К. Пероксидазная активность почвы с разным содержанием гумуса // Теория действия физиологически активных веществ: Матер. межзональной научно-прак. конф. –Днепропетровск, 1983. –С.110–113.

167. Петерсон Н.В., Периг Г.Т. Источники образования пероксидазы в почве // Почвоведение. –Москва, 1984. –№9. –С.70–77.

168. Петренко Л.Р., Городецкая Е.Б. Влияние плоскостного смыва на биологическую активность чернозема типичного // В кн.: Почвенно-эрозионные процессы и меры борьбы с эрозией. –Душанбе, 1991. –С. 20.

169. Побережская Н.О., Алиев С.А. Биологическая активность типичного серозема при внесении карбоаммофоски и ингибитора нитрификации АТС // В кн.: Тез. докл. VII съезда ВОП. –Ташкент, 1985.

170. Побережская С.К. Биологическая активность и трансформация азота в почвах в связи с применением удобрений.: Автореф. дисс. ... докт.б.н. –Алма-Ата, 1995. –48 с.

171. Побережская С.К., Саматова М.М., Сейдалиева Л.Д., Толстов Е.А., Михин О.А., Соколов В.Д., Таджиев С.М. Фосфорные удобрения на основе фосфоритной муки Ташкуры и микробиологические процессы в типичном сероземе // Проблемы создания, производства и применения минеральных удобрений и дефолиантов на основе местного сырья. Науч.-практ. конф. –Ташкент, 2000. –С.77–78.

172. Побережская С. К., Мячина О. В., Терюхова Р. Р., Зулпанова Г. К., Сейдалиева Л. Д., Шарипова Р. М. Фосфорсодержащее бактериальное удобрение (ФБУ) и микробиологические процессы в типичном сероземе // Конф. по актуальным вопросам химизации сельского хозяйства: Тез. докл. –Ташкент, 2002. –С. 50.

173. Побережская С.К., Сейдалиева Л.Д., Мячина О.В. Влияние органоминеральных удобрений на основе навоза и фосфоритов Кызылкумов на ферментативную активность типичного серозема // Узбекский химический журнал. 2003. –№5. –С. 34.

174. Побережская С.К., Мячина О.В., Терюхова Р.Р., Беглов Б.М., Алиев А.Т. Фосфорсодержащие бактериальные удобрения, ферментативная активность и экология почв // Эколог. системы и приборы. –Москва, 2004. –№8. –С. 15–18.

175. Позняк С.П. Деградационные процессы в черноземах Украины // Материалы V съезда Всероссийского общества почвоведов им В.В.Докучаева. –Ростов-на-Дону, 2008. –С.391.

176. Полянская Л.М., Звягинцев Д.Г. Содержание и структура микробной биомассы как показатель экологического состояния почв // Почвоведение, 2005. –№6. –С.706–714.

177. Попова Т.Е. Корневая система микрофлоры хлопчатника. Автореф. дисс. ...к.б.н. –Ташкент, 1959. –С. 15.

178. Потоцкая Л.А., Ловчий Н.Ф. Дегидрогеназная активность почвенных микроорганизмов в условиях антропогенного влияния // Микробиология и биотехнология на рубеже 21 столетия: Материалы международной конференции. –Минск, 2000. –С. 75.

179. Равшанов А. Влияние эрозии на водный режим темного серозема и продуктивность сельскохозяйственных культур. Автореф. дисс. ...канд. –Ташкент, 1978. –С. 3–20.

180. Раськова Н.В. Активность и свойства пероксидазы и полифенолоксидазы в дерново-подзолистых почвах под лесными биоценозами // Почвоведение. 1995. –№11. –С. 1363–1368.

181. Раупова Н.Б. Гумусное состояние эродированных типичных сероземов, сформированных на третичных красноцветных отложениях и некоторые пути его регулирования: Автореф. дисс. ... к.б.н. –Ташкент: 2000. –С. 15–16.

182. Рахно П.Х. О влиянии влажности и низких температур на количество бактерий в почве // Микробиология. –Т.29. –Вып.2. –1960. –С.229–223.

183. Рахно П.Х. О сезонности развития бактерий в почвах Эстонии // Изв. АН Эст., т.10, серия биол. –Таллин, 1961. –№3. –С.241–249.

184. Рахно П.Х. Сезонная количественная динамика почвенных бактерий и факторы, обуславливающие ее. –Таллин, 1964. –С.202.

185. Рискиева Х.Т., Мирсадыков М.М., Каримов Х., Касимова С. Микробиологическое состояние орошаемых почв среднего и нижнего течения реки Зарафшан. Материалы научно-практической конференции: Почвы Узбекистана и земельные ресурсы: рациональное использование и защита их. 14–16 мая Ташкент. –Ташкент, 2008. –С. 43–45.

186. Розанов А.Н. Сероземы Средней Азии. –Москва. –1951. –459 с.

187. Ройченко Г.И., Мамытов А.М. Горно-лесные и горно-луговые почвы Тянь-Шаня и Памиро-Алая. –Фрунзе: Илим, 1970. –215 с.

188. Рузметов У.И. Суғориладиган ўтлоқли аллювиал тупроқларнинг потенциал азотфиксация фаоллиги (Хоразм воҳаси мисолида): Автореф. дисс. ...к.х.ф.н. –Тошкент, 2009. –28 б.

189. Рунов Е.В., Мишустин И.Е. Влияние лесных насаждений разного состава на микробиологические процессы в выщелоченном черноземе // Тр. Лаборатории лесоведения АН РФ, вып.1. –Москва, 1960. –С.86–126.

190. Рустамов С.С. Влияние способов, глубины обработки почвы и норм удобрений на урожайность пшеницы в условиях богарных эродированных темных сероземов. Автореф. дисс. ... к.с.х.н. –Ташкент, 2005. –16 с.

191. Саидова М.Э. Микроорганизмы и их влияние на плодородие почв Приаралья // Вестник аграрной науки Узбекистана. –Ташкент, 2004. –№3 (17). –С. 82–84.

192. Саидова М.Э. Изменение биологических показателей почв

Приаралья в условиях маловодья // Аграрная наука сельскому хозяйству: II международная научно-практическая конференции. –Барнаул, 2007. –С. 224–227.

193. Саидова М.Э. Содержание некоторых микроорганизмов, участвующих в цикле превращения азота в почвах Приаралья // Вестник аграрной науки Узбекистана. –Ташкент, 2008 а. –№1 (31). –С. 85–89.

194. Саидова М.Э. Интенсивность выделения CO_2 некоторыми почвами Приаралья // Вестник аграрной науки Узбекистана. –Ташкент, 2008 б. –№2 (32). –С. 120–122.

195. Саидова М.Э. Содержание аммонификаторов в засоленных почвах Приаралья // Қишлоқ таракқиёти ва фаровонлигини оширишда аграр Фанлар ютуқларининг ўрни: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. –Самарқанд, 2009 а. –Б. 222–225.

196. Саидова М.Э. Сезонная динамика ферментативной активности пустынных почв низовьев Амударьи // Узбекский биологический журнал. –Ташкент, 2009 б. –№3. –С. 59–63.

197. Саидова М.Э. Каталаза – как надежный показатель почвенной биодинамики // Яйловлардан оқилона фойдаланишнинг илмий асослари: Илмий мақолалар тўплами. –Тошкент, 2009. –Б. 70–73.

198. Саидова М.Э. Почвы Приаралья и их биологическая активность (на примере почв Чимбайского тумана). Автореф. дисс. ... к.б.н. –Ташкент, 2010. –28 с.

199. Саникидзе Г.К., Гогорикадзе Н.И. Влияние удобрений на пероксидазную и полифенолоксидазную активность красноземных почв // Субтроп. культуры. –1973. –№3. –С.146–151.

200. Смирнова Н.В. Азот в агроценозах на эродированном черноземе лесостепной зоны Западной Сибири: Автореф. дисс. ...к.б.н. –Новосибирск, 2005. –20 с.

201. Содикова Г.С. Эрозияга учраган далами типик бўз тупроқларнинг агрокимёвий хоссалари // Ўзбекистон тупроқлари ва ер ресурслари: улардан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилиш: илмий-амалий анжуман материаллари, 14–16 май 2008. –Тошкент, 2008. –Б.171–172.

202. Содикова Г.С. Бойсун тоғининг тупроқ-экологик шароитлари, тупроқларнинг биологик фаоллиги ва уларга эрозия жараёниларининг таъсири: Автореф. дисс. ...к.б.н. –Тошкент, 2011. –27 с.

203. Содикова Г.С., Кадилова Д.А., Атабаев М. Тоғ яйлов

минтақаларида тарқалган Бойсун тоғи тупрокларининг биологик фаоллигига эрозия жараёнларининг таъсири // Яйловлардан оқилон фойдаланиш ва муҳофаза қилишнинг институционал масалалари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. –Тошкент, 2013. –Б. 261–263.

204. Танасиенко А.А. Противозерозионная стойкость черноземов Западной Сибири // Почвоведение. –Новосибирск, 2002. –№11. –С.1380–1389.

205. Таусон В.О. Материалы к микробиологии Памира // Тр. САГУ, сер.8, вып.32. –Ташкент, 1936. –С.114–120.

206. Ташкузиев М.М., Зиямухамедов И.А. Тупрокда гумус мувозанатини сақлаб туриш ва микдорини ошириш // Тупроқшунос ва агрокимёгарлар III қурултойи маъруза ва тезислари. –Тошкент, 2000. –Б.185–187.

207. Ташкузиев М.М., Тупрокда умумий гумус ва ҳаракатчан гумус моддалари микдоридан унинг унумдорлиги кўрсаткичи сифатида фойдаланишга доир услубий кўрсатмалар. –Тошкент, 2006. –Б. 47.

208. Ташкузиев М.М., Зиямухамедов Э.А. Тупрокларнинг кимёвий таркибини оптималлаштириш ва унумдорлигини ошириб боришнинг назарий асослари концепцияси ва амалиётга айрим тавсиялар. –Тошкент, 2004. – 39 б.

209. Ташкузиев М.М., Шербеков А., Органическое вещество некоторых почв сероземного пояса и агротехнологии, направленные на повышение их плодородия / Сб. докл. Аграрная наука-сельскому хозяйству. III Международная научно-практическая конференция. Книга 1. –Барнаул, 2008. –144–147 с.

210. Ташкузиев М.М., Шадиева Н.И. Закономерности распространения гумуса и процессы гумусообразования в условиях почв предгорий Северного Туркестана //Вестник Каракалпакского отделения Академии Наук Республики Узбекистан. –Нукус: Илим, 2009. –№ 3 (216). –С. 25–28.

211. Ташкузиев М.М., Шадиева Н.И. Влияние природных и антропогенных факторов на свойства эродированных почв предгорий бассейна р. Санзар // Ўзбекистон тупроқлари ва ер ресурслари: улардан оқилон фойдаланиш ва муҳофаза қилиш: илмий-амалий анжуман и материаллари. 14–16 май 2008. –Ташкент, 2008. –С. 85–86.

212. Теплякова З.Ф. Целлюлозоразрушающие грибы почв Казахстана. Известия АН Каз. Изд. АН Каз., №76. Сер. почв., вып.5. –Казахстан, 1949. –С.42–51.

213. Теплякова З.Ф. Аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы почв Казахстана // Тр. Инст. Почвоведения АН Каз., т.1. –Алма-Ата, 1952. –С. 32–82.

214. Теплер Е. Э., Шильникова В. П., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. –М.: Агропромиздат, 1987. –239 с.

215. Теслинова Н.А., Виноградов М.Б. Изменение состава микрофлоры под влиянием лесных насаждений // Эрозия почв и научные основы борьбы с ней. –Ташкент, 1986. –С. 110–117.

216. Тимофеев В.А. Микробиологическая характеристика почв Чуйской впадины и северных склонов Киргизского хребта // Тр. Киргиз НИИ-земледелия, вып.3. 1960. –С.89–101.

217. Торопкина А.Л. Жизнедеятельность микрофлоры в сероземах в зависимости от агротехники возделывания хлопчатника. –Ташкент: Узбекистан, 1971. –238 с.

218. Трапезников В.К., Иванов И.И., Тальвинская Н.Г. Локальное питание растений // Гилем. –Уфа, 1998. –С. 260.

219. Тураев Т., Кунгиров Х. Нурота Қоратоғ тоғ жигарранг тупрокларининг морфологик ва агрокимёвий хусусиятлари // Ўзбекистон тупроқлари ва ер ресурслари: улардан оқилон фойдаланиш ва муҳофаза қилиш: илмий-амалий анжуман материаллари, 14–16 май 2008. –Тошкент, 2008. –Б.192–194.

220. Турапов И., Мамедов М. Характеристика некоторых элементов микроклимата и теплового баланса в зависимости от экспозиции склонов в условиях коричневых почв Ангренского бассейна // Вопросы географии, химии, физики и биологии почв: Тр., вып. 9, САНИИП. –Ташкент, 1974. –С. 250–262.

221. Турапов И. Тепловой режим почв вертикальной зональности Западного Тянь-Шаня и пути его регулирования: Автореф. дисс. ...д.с.х.н. –Ташкент, 1994. –22 с.

222. Турапов И., Курвантаев Р.К., Кутбиддинова О., Пирахунов А. Физические и водные свойства орошаемых почв правобережной части дельты Амударьи // Тупроқдан оқилон фойдаланишнинг экологик жиҳатлари: илмий-амалий конф. маъруза тезислари 18–20 июнь 1997. –Тошкент, 1997. –Б.62–72.

223. Турсунов Л.Т. Физическая деградация почв низовьев Аму-

дарьи в процессе опустынивания // Тез. докл. I делегатского съезда почвоведов Узбекистана. –Ташкент, 1990.

224. Турсунов Л.Т. Тупроқ агрофизикаси ва уни тупроқ бонитетидаги ўрни // Тупроқдан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари: илмий-амалий конф. маъруза. тезислари 18–20 июнь 1997. –Тошкент, 1997. –Б.97–98.

225. Турсунов Л.Т., Фахрутдинова М., Турсунова М., Камилова Д. Опыт составления почвенно-эрозионной карты горных массивов с учетом фитоценоза // Эрозия почв и научные основы борьбы с ней. –Ташкент, 1986. –С. 105–108.

226. Турсунов Л.Т., Ханазаров А.А., Фахрутдинова М., Камилова Д. Ўзбекистон тоғ тупроқлари. –Тошкент, Турон-Иқбол, 2009. –230 б.

227. Тюлькин А.В., Семёнов А.В. Биологическая оценка дерново-подзолистых почв Подзоны южной Тайги // Аграрная наука-сельскому хозяйству: II Международ. научно-практическое конф. –Книга 1. –Барнаул, 2007. –С. 260–262.

228. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. –М.: Наука, 1965. –С. 319.

229. Умаров М.У. Физические свойства почв районов нового и перспективного орошения УзССР. –Ташкент, Фан, 1974.

230. Умаров М.М. Роль микроорганизмов в газообразных потерях азота из почвы // Удобрения и химические мелиоранты. –М.: Изд-во МГУ, 1998. –С.44–49.

231. Усманов К. Эрозия сероземов на богаре и принципы борьбы с ней: Автореф. дисс. ...к.б.н. –Ташкент, 1973. –С.17–18.

232. Файзиев И. Разложение клетчатки в почвах Таджикистана и взаимоотношения актиномицетов – антагонистов с целлюлозоразлагающими микроорганизмами // Изв. Ан Тадж. –Душанбе, 1964. –№3(17). –С.3–15.

233. Файзиев И. Задержка распада клетчатки актиномицетами в почвах Таджикистана: Автореф. дисс. ...к.б.н. –Душанбе, 1966

234. Файзиев И. Актиномицеты и плодородие почвы // Сельское хозяйство Таджикистана. –Душанбе, 1967. –№3. –С. 43–45.

235. Фарниев А.Т. Биологическая активность основных типов почв Северной Осетии и влияние на нее удобрений. Дисс. ...к.с.-х.н. –Орджоникидзе, 1972. –117 с.

236. Фарниев А.Т. Мир почвенных микроорганизмов и сельское хозяйство. –Владикавказ: Иростон, 2002. –118 с.

237. Фахрутдинова М.Ф. Почвы Северной части Туркестанского хребта (на примере почв территории Заминского Народного парка). Автореф. дисс. ...к.б.н. –Ташкент, 1998. –С. 14–23.

238. Федоров М.В. Почвенная микробиология. –М.: 1954. –С. 475.

239. Фелициант И.Н. Опыт изучения закономерностей капиллярного передвижения воды и растворов солей в слоистых грунтах. Автореф. дисс. ...к.с./х.н. –Ташкент, 1961. –С. 3–25.

240. Фокина Д.В., Дмитраков Л.М., Соколов О.А. Участие микроорганизмов в трансформации гумуса почв // Агрохимия. –1999. –№9. –С.79–90.

241. Фомина Н.В. Эколого-микробиологический мониторинг почв лесных питомников средней Сибири (на примере Красноярского края) // Автореф. дисс. ...к.б.н. –Красноярск. –2007. –С. 26.

242. Хаджиев Т.Х., Каменир-Бычков Г.А., Хамраев Р.Д. Ферментативная активность орошаемых луговых засоленных почв Каракалпакстана. Тупроқдан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари. Илмий-амалий конференция маърузаларининг тезислари. 18–20 июнь 1997. –Тошкент. –1997. –С.222.

243. Хаджиев Т.Х., Каменир-Бычков Г.А., Князева Е.В. Биологическая активность почв южной части Хорезмского оазиса // Тез. докл. III съезда почвоведов и агрохимиков. –Ташкент, 2000. –С.154–155.

244. Хаджиев Т.Х., Князева Е.В., Касимова С. Микрофлора почв южной части Хорезмского оазиса. Сборник докладов и тезисов III съезда почвоведов и агрохимиков. 5 декабря 2000. –Ташкент, 2000. –С.151–153.

245. Хаджиев Т.Х. Суғориладиган тупроқларда микроорганизмлар ривожланишининг ўзига хос хусусиятлари // Ер ресурсларидан оқилона фойдаланиш ва тупроқларни муҳофазалаш: илмий-амалий анжуман маърузалари ва тезислари тўплами, 1–2 ноябр 2001. –Тошкент, 2001. –Б.23–30.

246. Хаджиев Т.Х., Мирсадыков М.М., Касимова С. Состояние микробиологической активности почв Сырдарьинской области // Ер ресурсларидан оқилона фойдаланиш ва тупроқларни муҳофазалаш: илмий-амалий анжуман маърузалари ва тезислари тўплами, 1–2 ноябр 2001. –Тошкент, 2001. –Б.114–115.

247. Хазиев Ф.Х. Почвенные ферменты и их роль в плодородии

почвы // Биохимия и плодородие почв: Тез. докл. 1-й Межвузовской конференции. – М., 1967. – С. 12–14.

248. Хазиев Ф.Х. Почвенные ферменты. – М.: Знание, 1976. – С. 290.

249. Хазиев Ф.Х. Концептуальная модель формирования ферментативной активности почвы // Почвоведение. 1979. – С. 125–130.

250. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – С. 92–102.

251. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: 1990. – 189 с.

252. Хазиев Ф.Х., Гулько А.Е. Ферментативная активность почв агроценозов и перспективы ее изучения // Почвоведение. – Москва, 1991. – №8. – С. 88–103.

253. Хакбердиев О.Э. Эрозионоопасные земли предгорных равнин Зерафшанской долины и меры борьбы с ними: Автореф. дисс. ... к.б.н. – Ташкент, 1996. – С. 4.

254. Хакимов М.Х. Эколого-генетическое состояние почв левобережья Яккабагдарьи. Автореф. дисс. ... к.б.н. – Ташкент, 2002. – С. 25.

255. Ханазаров А.А., Виноградов М.Б., Каримов С.Б. Лесные насаждения и их роль в повышении плодородия эродированных почв горных районов Средней Азии // Эрозия почв и научные основы борьбы с ней. – Ташкент, 1986. – С. 128–132.

256. Ханазаров А.А. Проблемы охраны горных почв и пути их восстановления // Тупрокдан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари: Илмий-амалий конф. маъруза. тезислари 18–20 июнь 1997. – Тошкент, 1997. – Б. 11–14.

257. Ханазаров А.А. Закономерности верхней и нижней границ лесного пояса Юго-Западного Тянь-Шань // Ж. Вестник аграрной науки. – Т., 2002. – № 1(7). – С. 102–104.

258. Ханазаров А.А. Горные леса Узбекистана: проблемы оздоровления и восстановления // Ж. Вестник аграрной науки Узбекистана. – Т., 2003. – № 1(14). – С. 98–103.

259. Цховребов В.С. Агрогенная деградация черноземов Центрального Предкавказья. – Ставрополь, 2003. – 224 с.

260. Частухин В.Я., Николаевская М.А. Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе. – Л., 1969. – С. 325.

261. Черемисинов Г.А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. – М.: Колос, 1968. – С. 215.

262. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент, 2007.

263. Чулаков Ш.А. Вертикальная зональность почв и почвенная микрофлора // Тр. Инст. Почвоведения АН Каз., вып. 5. – Казахстан, 1955. – С. 249–260.

264. Чулаков Ш.А., Теплякова З.Ф. Распространение актиномицетов в почвах предгорных равнин Заилийского Алатау // Вестник АН Каз. – Казахстан, 1956. – № 12.

265. Чундерова А.И. Активность полифенолоксидазы и пероксидазы в дерново-подзолистых почвах // Почвоведение. – 1970. – № 1. – С. 22–28.

266. Шаббаев В.П. Роль биологического азота в системе «почва-растение» при внесении ризосферных микроорганизмов.: Автореф. дисс. ... докт.б.н. – Пушкино, 2004. – 20 с.

267. Шакури Б.К. Интенсификация биоэнергетических процессов эродированных почв – важный фактор повышения плодородия // Эрозия почв и научные основы борьбы с ней. – Ташкент, 1986. – С. 137–143.

268. Шамсиддинов Т.Ш. О морфологических особенностях горно-коричневых почв Западных отрогов Чаткальского хребта // Углубление интеграции образования, науки и производства в сельском хозяйстве Узбекистана. – Ташкент, 2003.

269. Шамсиддинов Т.Ш. Сўқоқ дарёсининг ўнг соҳилида тарқалган жигарранг тупроқлар тавсифи // Почвоведение и Агрохимия в XXI веке: Сб. матер. между. научно-практ. конф. – Ташкент, 2004. – С. 317–322.

270. Шамсиддинов Т.Ш., Халилова М. Лалми эрозияланган тўқ тусли бўз тупроқлар ва уларнинг кимёвий хусусиятлари // Ўзбекистон тупроқлари ва ер ресурслари: улардан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилиш // Илмий-амалий анжумани материаллари, 14–16 май 2008. – Тошкент, 2008. – Б. 134–136.

271. Шамсиддинов Т.Ш. О'simlik qoplamining tuproq hosil bo'lishi va erozia jarayonlarining sekinlashuvida ahamiyati / O'zbekiston Biologiya Jurnalı. – Тошкент, 2009. – № 4. – Б. 58–60.

272. Шамсиддинов Т.Ш. Эколого-генетическое состояние почв правобережья Сукокская Западных отрогов Чаткальского хребта. Автореф. дисс. ... к.б.н. – Ташкент, 2012. – 28 с.

273. Шатохина С.Ф., Христенко С.И., Загородняя Л.А. Зависимость биологической активности чернозема обыкновенного от экспозиции склона // Почвоведение. – Москва, 2002. – №8. – С. 823–827.

274. Шералиев А. Микромицетларнинг йил фасллари бўйича тупрокда тарқалиши // Тупроқшунослик ва агрохимё Фани ХХІ асрда: халқаро илмий-амалий анжуман материаллари тўплами, 9–10 октябрь 2004. – Тошкент, 2004. – Б. 484–487.

275. Шералиев А. *Fusarium* замбуруғларининг тупрокда тарқалишида ўсимлик ҳолатининг аҳамияти // Тупроқшунослик ва агрохимё Фани ХХІ асрда: халқаро илмий-амалий анжуман материаллари тўплами, 9–10 октябрь 2004. – Тошкент, 2004. – Б. 487–490.

276. Штробиндер М.Ф. Микробиологическая характеристика почв Обского севера // Тр. Научно-исследовательского Института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. – Москва, 1953. – №1. – С.5–16.

277. Шульга-Михайлова Н.В., Норовсури Жадамбаа, Зенова Г.М. Актиномицеты в горных почвах Монголии // Почвоведение. Москва, 2002. – №8. – С. 993–996.

278. Щербакова Т.А., Кленицкая И.А. Годичная динамика полифенолоксидазной активности в почвах лесных фитоценозов // Биодинамика и плодородие почв: Матер. II симпоз. «Биодинамика почв». – Таллин, 1978. – С. 52.

279. Щербакова Т.А. Динамика фенолоксидазной активности торфяной почвы в результате длительного сельскохозяйственного использования // Биодинамика почв: Тез. докл. III Всесоюз. симпоз. – Таллин, 1988. – С.13.

280. Эгамкулов М., Малахова П.Т. Биологическая активность некоторых почв Юго-Западных Кызылкумов // Узбекский биологический журнал. – Ташкент, 1969. – №5. – С.14–17.

281. Юлдашева Х.Э. Микробиологические процессы и свойства почв Каршинской степи, их изменение при длительном орошении и пути биовосстановления плодородия. Автореф. дисс. ...докт.б.н. – Ташкент, 2008. – 42 с.

282. Юлдашева Х.Э., Ибадов К. Тупроқ зумбуруғларининг турлар миқдори таркибини ўғитларга нисбатан ўзгариши // Проблемы современной микробиологии и биотехнологии: Тез. докл. науч. конф. – Ташкент, 2003. – С. 21.

283. Юсупов С., Турсунов Л.Т. Қашқадарё ҳавзаси тоғ тупроқлари ва уларнинг муҳофазаси // Тупроқдан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари: Илмий-амалий конф. маъруза тезислари 18–20 июнь 1997. – Тошкент, 1997. – Б.295–297.

284. Юсупов Б.Ю. Микроорганизмы, минерализующие труднодоступные органофосфаты и их эффективность. Автореф. дисс. ...к.б.н. – Ташкент, 2004. – 21 с.

285. Bollag J.M., Chen C. – M., Sarcar J.M. et al. Extraction and purification of a peroxidase from soil // Soil Biol. and Biochem. 1987, V. 19. – pp. 61–67.

286. Claus H., Filip Z. Effect of different soil constituents on the activity of some phenoloxidases // Hazardous waste: Detect contr., Treat.: Prac. World Confer. Amsterdam, 1988. – pp. 1651–1655.

287. El-Essawi T.M., Saffan M.M., Mourad A.Y., Abou El-Khir A.M. Soil enzyme activities as affected by some environmental factor. J. Agric. Res. Nanta univer., 14{1}: 1988. – pp. 461–468.

288. Filip Z., Preusse T. Phenoloxidierende Enzyme-ihre Eigenschaften und Wirkungen Boden // Pedobiologia. 1985. – V 28. – pp. 133–142.

289. Jonson J.L., Temple K.L. Some variables affecting the measurement of catalase activity in soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 28: 1964. – pp. 207–209.

290. Ladd J.N., Paul E.A. Changes in enzymatic activity and distribution of acid-soluble, amino acid nitrogen in soil during nitrogen immobilization and mineralization. Soil Biol. Biochem. №5, 1973. – pp. 825–840.

291. Ley Ruth E., Lipson David A., Schmidt S.K. – Microbial biomass levels in barren and vegetated high altitude talus soils. Soil. Sci. Soc. Amer. J. CША, 2001. – № 1. – pp. 111–117.

292. Madigan M.T. Catalasis and Enzymes. Broc. Biology. 1997. – pp.118–120.

293. Martinko J.M. Enzymes. Brocr Biology. USA. Mexico, or Canada prentise Hall international Editions. 1997. – pp. 450–453.

294. Nannipieri P., Kandeler E., Ruggiero P. Enzyme activities and microbiological and biochemical processes in soil. In: Burns R.G., Dick R.P. Enzymes in environment. Activity, ecology and applications. Marcel, New-York. 2002. – pp. 1–33.

295. Premier D., Bartha R. Preparation processing of soil sample for biodegradation studies. Envir. Lett. – №2: 1972. – pp. 217–224.

296. Sarcar J.M., Bollag J.M. Inhibitory effect of humus and fulvic acids in oxidoreductases as measured by the coupling of 2,4-dichlorophenol to humic substance // Sci. Total Environ. 1987, V. 62. —pp.367–377.

297. Six J., Feller C., Denef K., Ogle S.M., Sa J.C.D., Albrecht A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils-effects of no-tillage // Agnomie 22, 2002. —pp. 755–775.

298. Terekov O.S., Runov Y.V. Problems of the catalase activity in certain forest soil. Soviet soil Sci. —№4: 1960. —pp. 947–978.

299. Waksman S.A. Cellulose al seine Quelled as «Humus» in Erdboden. «Zbl. Bakt.», 1928, Abt.2, Bd 75, H.4. —pp.545–553.

300. Winogradskii S.N. Sur la de'gradation de la cellulose dans le soil. «Ann. Inst. Pasteur», 1929. —№ 4. —pp. 43–50.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
ГЛАВА 1. Обзор литературы.....	5
ГЛАВА 2. Условия и факторы почвообразования	19
2.1. Геолого-геоморфологическое строение и почвообразующие породы.....	19
2.2. Роль рельефа в горном почвообразовании.....	21
2.3. Климат и его роль в развитии эрозионных процессов	24
2.4. Растительность и ее почвозащитная роль.	28
ГЛАВА 3. Морфологические, агрофизические и агрохимические свойства почв северо-западных отрогов Туркестанского хребта.....	31
3.1 Морфогенетические особенности почв и влияние на них эрозии.....	31
3.2. Механический состав почв и влияние на них эрозии.....	38
3.3. Физические свойства почв и влияние на них эрозии	43
3.4. Агрохимические свойства горных эродированных почв	47
ГЛАВА 4. Биологическая активность почв и их сезонная динамика.....	58
4.1. Распространение микроорганизмов в зависимости от вертикальной зональности почв	58
4.2. Микрофлора горных почв и влияние на них эрозии.....	62
4.3. Интенсивность дыхания в эродированных почвах	90
4.4. Изменение ферментативной активности почв под воздействием эрозии.....	93
4.5. Сезонная динамика биологической активности почв	102
4.6. Корреляционные связи между биологической активностью и основными свойствами почв	106
4.7. Диагностика эродированных почв по биологической активности	110
Заключение.....	115
L.A.Gafurova, D.A.Kadirova. Eroded soils of the Turkistan mountain range and their biological activity (Summary)	119
Список использованной литературы.....	123

CONTENTS

Introduction.....	3
CHAPTER 1. Literature review	5
CHAPTER 2. Conditions and factors of soil formation	19
2.1. Geologo-geomorphological structure and parent rocks	19
2.2. Relief role in the mountain soil formation	21
2.3. Climate and its role in the development of erosion processes	24
2.4. Vegetation and its soil protection role	28
CHAPTER 3. Morphological, agrophysical and agrochemical properties of soils of north-western spurs of the Turkistan range.....	31
3.1. Morphogenetic characteristics of soils and the erosion effects on them.....	31
3.2. Texture of soils and the erosion effects on them.....	38
3.3. Physical properties of soils and the erosion effects on them.....	43
3.4. Agrochemical properties of mountain eroded soils.....	47
CHAPTER 4. The biological activity of soils and their seasonal dynamics.....	58
4.1. Spread of microorganisms, depending on the vertical zonation of soils	58
4.2. Microflora of mountain soils and the erosion effects on them.....	62
4.3. The respiration rate in eroded soils	90
4.4. Changes of enzyme activity of soils under the influence of erosion.....	93
4.5. Seasonal dynamics of soils biological activity	102
4.6. Correlations between biological activity and the basic properties of soils.....	106
4.7. Diagnosis of eroded soils on biological activity	110
Conclusion	115
L.A.Gafurova, D.A.Kadirova. Eroded soils of the Turkistan mountain range and their biological activity (Summary).....	119
Literature.....	123

40.64

G12

Гафурова Л. А.

Эродированные почвы Туркестанского хребта и их биологическая активность / Л.А.Гафурова, Д.А.Кадилова; М-во сельского и водного хозяйства РУз; Ташкентский аграрный университет. –Ташкент: Фан, 2014. –152 с.

УДК: 631.459

ББК: 40.64

40.3

1. Кадилова Д. А.

ISBN 978-9943-19-283-6

Утверждено к печати Ученым советом Ташкентского аграрного университета

Редактор: Н.Н.Рамазанов

Корректор: М.Кадырова

Техническое редактирование, верстка: Д.Абдуллаев

Лицензия издательства АИ №138, 27.04.2009 г.

Изд. №3-3. Сдано в набор 02.12.2013.

Подписано в печать 13.03.2014. Формат 60х84^{1/16}.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times. Уч.-изд. л. 8,83. Усл. печ. л. 8,83.

Тираж 100. Цена договорная.

Издательство «Фан» АН РУз. 100170, Ташкент, ул. И.Муминова, 9.

Тел.: (8-371) 262-70-40, факс 262-80-65

E-mail: fannashriyot@yandex.com

Отпечатано в типографском отделе Издательства «Фан» АН РУз.
Заказ № 6.
100170, Ташкент, ул. И.Муминова, 9.

Переплетено в типографии ООО «Тошкент тезкор босмахонаси».
100200, Ташкент, ул. Радиальная, 10.