

II КОВАЛЕВСКИЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ЧТЕНИЯ



ПОЧВА КАК БАЗОВЫЙ КОМПОНЕНТ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ



1-4 октября 2013 г.
Новосибирск

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН**

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Новосибирский государственный аграрный университет**

**Новосибирское отделение Всероссийского общества почвоведов
им. В.В. Докучаева**

Совет научной молодежи ИПА СО РАН

Всероссийская научная конференция

II КОВАЛЕВСКИЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ЧТЕНИЯ
«ПОЧВА КАК БАЗОВЫЙ КОМПОНЕНТ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ»,
посвященной 45-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН

Материалы конференции

**1 – 4 октября 2013 г.
г. Новосибирск**

Новосибирск
2013

УДК 631.4
ББК 40.3

II Ковалевские молодежные чтения «Почва как базовый компонент наземных экосистем»: Сборник материалов Всероссийской научной конференции (1 – 4 октября 2013 г.) / Под ред. К.С. Байкова (отв. ред.) – Новосибирск: издательство "Окарина", 2013. – 257 с.

ISBN 978-5-94477-132-2

Сборник содержит материалы Всероссийской научной конференции II Ковалевские молодежные чтения «Почва как базовый компонент наземных экосистем», прошедшей в Институте почвоведения и агрохимии СО РАН с 1 по 4 октября 2013 г., г. Новосибирск. Представлены материалы исследований в области почвоведения, генезиса, эволюции, классификации и географии почв. Рассматриваются вопросы деградации и восстановления почв, возможности сохранения и повышения естественного почвенного плодородия.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов, работающих в области почвоведения, агрохимии, экологии, охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, а также преподавателей ВУЗов.

ББК 40.3
УДК 631.4



При финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 13-04-06853 мол_г).

© Авторы статей, 2013.
© Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 2013.

Редакционная коллегия:
д.б.н. К.С. Байков (отв. редактор),
к.б.н. Т.В. Нечаева, к.б.н. Н.В. Смирнова, к.б.н. Д.А. Соколов,
Е.Б. Медведева

ПАМЯТИ Р.В. КОВАЛЕВА



Роман Викторович Ковалев (1907-1991)

ЕЩЁ РАЗ О РОМАНЕ ВИКТОРОВИЧЕ КОВАЛЕВЕ

Б.М. Клёнов

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, soil@issa.nsc.ru

Считаю необходимым отдать должное Совету молодых ученых ИПА СО РАН, который регулярно стремится проводить Всероссийские научные конференции, нередко с международным участием, посвященные памяти Романа Викторовича Ковалева. Кстати, на этих конференциях старейшим сотрудникам Института, многие годы работавшим под непосредственным или косвенным руководством Р.В. Ковалева, предоставляется возможность выступить с воспоминаниями об этой светлой высокообразованной интеллигентной личности - первого директора-организатора и впоследствии директора Института. Со своими воспоминаниями мне предоставлялась возможность выступить устно в зале Дома ученых СО РАН по случаю 100-летия со дня рождения Р.В.Ковалёва в декабре 2007 г., которые опубликованы в 2010 г. в материалах «I Ковалевских молодежных чтений». В этот раз мне хотелось бы добавить некоторые моменты, которые оказались неосвещенными, но вместе с тем могут оказаться полезными для молодых ученых, которые тоже в свое время будут готовить молодые научные кадры и создавать свои научные школы.

В этом году в октябре исполняется 45 лет со времени создания первого и единственного в Азиатской части нашей Родины академического Института почвоведения и агрохимии. Срок немалый. К сожалению, время, как известно, необратимое течение, протекающее из прошлого через настоящее в будущее, летит неумолимо быстро. Тем не менее, мне, как одному из счастливицков, принимавших участие в формировании родного института с самых первых дней, все события того времени остаются по-прежнему в памяти настолько свежими, что как будто это происходило буквально вчера. По велению судьбы сложилось так, что даты рождения Института и Романа Викторовича практически совпадают хронологически – конец осени, поэтому очередные годовщины основания Института и дня рождения Р.В.Ковалёва отмечаются одновременно. Итак, из 47 лет, которые я к настоящему времени проработал в Сибирском отделении, 45 отданы родному Институту. Два предыдущих года - Биологическому институту, куда направлен был по тогдашнему закону распределения, послужили вместе с сотрудниками Почвенного отдела Биологического института преамбулой к созданию ИПА.

Следует добавить, что Роман Викторович очень умело подбирал научные кадры, и уже тогда в Почвенном отделе выделялось поколение «шестидесятников» - выпускников ТГУ, МГУ, ТСХА и ряда других, как теперь называют, рейтинговых вузов Советского Союза. И уже через 10 лет в штате Института было около 250 сотрудников, почти половина из которых представляла собой научный персонал (вместе с аспирантами). Нам досталось трудное, но вместе с тем счастливое время бурного развития науки в Сибири, в том числе и почвенной. Роман Викторович со свойственной ему энергией и неутомимостью, невзирая на возраст (а ему тогда было уже 60 лет), взялся за руководство всей этой работой. На долю этих «шестидесятников» выпал трудный и в то же время интересный период организации Почвенного института в Сибирском отделении СО РАН (тогда СО АН СССР). В институт были приглашены ведущие ученые Сибири: В.Ф.Альтергот, А.П.Сляднев, Н.Ф.Тюменцев. В дополнение к существующим лабораториям были открыты совершенно новые, оригинальные, не всегда типичные, но крайне необходимые для институтов подобного направления. Это - лаборатории климатологии почв, физиологии растений, бонитировки почв, биогеоценологии, три первые из которых к настоящему времени, отлично дополнявшие почвенно-географические и почвенно-химические исследования, к великому прискорбию, остались в результате всевозможных многочисленных трансформаций просто-напросто историческим фактом. Как истинный ученый, Роман Викторович придавал большое значение тому, чтобы каждый научный сотрудник был в курсе достижений отечественной и мировой науки. Всегда отмечал факт, что необходимо владеть хотя бы одним иностранным языком, чтобы быть в курсе развития своей науки за рубежом и не

отставать в творческом развитии от иностранных коллег. Конечно, как говорил он, приятнее всё читать на родном русском языке, но ведь зарубежные коллеги никогда не удосуживались в своих публикациях (кроме ученых из стран Варшавского договора) давать хотя бы краткую аннотацию к содержанию публикации на русском языке. Библиотека нашего Института, огромные силы в комплектование которой вложил Роман Викторович лично, к настоящему времени стала одной из лучших библиотек Академии наук. Сложилось так, что мне, как непосредственному свидетелю этого процесса, многие годы посчастливилось быть в составе библиотечного совета Института.

На 100-летнем юбилее в зале Дома ученых СО РАН мне запомнилось высказывание академика В.К.Шумного: «Если б меня спросили, что такое настоящий интеллигент, то в моем представлении – это Роман Викторович Ковалев». С этим никак нельзя не согласиться, а можно только подкреплять многочисленными фактами. Отмечу всего два из многих эпизодов, которые в той или иной степени у меня отложились в памяти. Это – факт из научной жизни и бытовой.

После двухлетней стажировки в Биологическом институте, накануне создания ИПА, мне нужно было изложить первые свои научные материалы в докладах Сибирских почвоведов к IX Международному конгрессу почвоведов (Аделаида, Австралия). Никогда невозможно забыть кропотливость Романа Викторовича в написании моей первой статьи уже после многократной проверки первых проблематичных данных. Со мной, как и со всей научной молодежью, он просиживал часами, если не в Институте, где его отвлекали организационные вопросы, то в своем кабинете в квартире на Красном проспекте (Державина), где мы, кроме того, чувствовали внимание и теплое отношение всех членов его хлебосольной русской славянской семьи. Как руководитель, он массу времени тратил на написание первой публикации молодого научного сотрудника, проявляя свой прирожденный редакторский талант и грамотный слог, и, естественно, внутреннее чутьё любого из нас всегда подсказывало, что нельзя не включать его в соавторство. Исправляя первые письменные материалы молодого научного сотрудника и практически написав в целом статью, Роман Викторович никогда не позволял включать себя в соавторство. Это проявлялось и впоследствии, и только потом, уже имея достаточное количество публикаций, мне удалось убедить его быть соавтором в публикации о возрасте второго гумусового горизонта, поскольку вклад его в выполнение данной работы был непомерно велик. В то время в 70-е годы в нашем институте было начато изучение второго гумусового горизонта дерново-подзолистых почв Томского Приобья с помощью метода радиоуглеродного датирования. Эта идея возникла у Романа Викторовича, он был также очень заинтересован в проведении исследования почв Сибири с помощью этого метода и трижды направлял меня в Ленинград (ЛГУ) для овладения данным методом анализа. В результате были получены первые западносибирские радиоуглеродные даты почвенного гумуса. Более того, он никогда не позволял себе и сотрудникам сдать в редакцию «невывлежавшиеся», т.е. несколько раз не проверенные материалы. Для сопоставления можно привести случаи, как в настоящее время компьютеризации практикуется массовое опубликование материалов, в особенности конгрессов и т.п., в авторской редакции. Главное – не забыть внести оргвзнос. Мы как-то все считали в то время, что в редакции подправят всё некорректное, а он прекрасно знал, что у редакторов дел и без этого более чем достаточно и напоминал нам постоянно об этом. Это ли не уважение к любой личности! Его необыкновенная скромность, интеллигентность, человеколюбие, уважение к любой личности независимо от занимаемого ею положения в обществе просто вызывают восхищение.

В моей памяти очень хорошо отложилась житейская бытовая скромность Романа Викторовича. Мне посчастливилось проработать с ним 25 лет. Последние 5 лет из них он был консультантом в Институте, но постоянно присутствовал на работе и бескорыстно помогал всем научным сотрудникам, а к нему за консультациями, кстати, обращались постоянно. В конце рабочей недели, в пятницу, он любил выезжать на дачу, а мы были там практически соседями. В наше рыночное время, а какое оно – напоминать никому не надо -

эту реликтовую черту, кажется, вряд ли кто и представит. Эта реликтовая черта даже в советское время была реликтовой. Ветеран войны и труда, Заслуженный деятель науки, не говоря уже о бывшем директорстве, но не имевший личного транспорта (но ведь был служебный!!!) он идет в бухгалтерию Института и оплачивает официально личными средствами проезд на служебной машине до дачи и обратно. Тогда это практиковалось как аренда транспорта. А возвращался в конце выходных с оказиями. Более того, попутно прихватывал и меня.

О Романи Викторовиче сказано сотрудниками много, но далеко не всё. В заключение хотелось бы всё-таки письменно поднять вопрос (устные заявления, как правило, не возымеют действие) о том, что мы не выполнили до конца долг перед Романом Викторовичем. О нем останутся живые воспоминания, огромное уважение к нему и добрая память о нем на протяжении всей жизни тех, кто в той или иной степени был связан с ним. Нет никаких сомнений, что для увековечивания памяти Романа Викторовича крайне необходимо всем нам, естественно, с помощью руководства Института, преодолеть все бюрократические препятствия и присвоить нашему Институту имя Романа Викторовича Ковалева. Неужели эта личность сделала меньше в истории, чем некоторые временщики от правительства в перестроечное время, имена которых спокойно включаются в названия площадей, улиц, университетов?

СЛАВНОМУ ДЕТИЩУ ПРОФЕССОРА Р.В. КОВАЛЕВА, ФЛАГМАНУ ПОЧВЕННОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ В СИБИРИ – ИНСТИТУТУ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ СО РАН 45 ЛЕТ

В.А. Кульшин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, kulshin@issa.nsc.ru

Рассматривая историю изучения почвенного покрова Сибири, исследователи справедливо отмечали, что быстрее, больше и лучше это можно сделать только на основе достижений науки. Так возникла идея создания в огромном сибирском регионе крупного академического центра почвенно-агрохимических исследований. В 1960 году Президиум Сибирского отделения АН СССР принял постановление о целесообразности организации такого центра. Директором-организатором нового Института был рекомендован 54 летний доктор сельскохозяйственных наук, заведовавший в то время почвенным отделом Биологического института Роман Викторович Ковалев, замечательный почвовед по образованию и призванию. Он со свойственной ему энергией и неутомимостью принялся за порученное ему дело. 8 лет упорного труда по подбору и подготовке высококвалифицированных кадров для нового института, приобретению научного и технического оборудования, а также созданию необходимых подсобно-хозяйственных атрибутов увенчались успехом. В 1968 г. Приказом Президиума АН СССР Институт почвоведения и агрохимии был открыт. С этого времени он участвует во всех проектах по освоению природных ресурсов Сибири.

Отмечая нынче 45-летие ИПА СО РАН, оглянемся назад, проследим за первыми шагами по изучению почв нашего огромного сибирского региона. Накопление более или менее достоверных материалов о сибирских почвах началось с приказа Российского правительства сибирским воеводам собирать сведения о возможностях организации так называемого “пашенного” земледелия на местах. Последовательное же научное изучение почв Сибири имеет такую же историю, как и исследование почв европейской части страны, поскольку сибирское почвоведение развивалось и крепло под воздействием общего становления в стране и в мире науки о почве.

Следы земледелия в Сибири уходят в глубь веков, их проявление обнаруживается ещё в период андроновской культуры (1700-1200 гг. до н.э.). Примитивное ведение земледелия, да

и всего сельского хозяйства велось здесь вплоть до конца XVI в., до разгрома Сибирского ханства и присоединения Сибири к России. С тех пор началось интенсивное освоение и заселение сибирских земель. Первыми на новые земли двинулись ратные люди, так называемые повальники (первопроходцы), ставившие в глухой тайге остроги и городки. Следом за ними пошли и крестьяне, несшие с собой свои навыки, знания и системы ведения земледелия, свою технику и культуру возделывания продовольствия. Со временем они начали разрабатывать местные приемы, пригодные для сибирских условий. Почвы Сибири способствовали выращиванию хлебов, но по выражению В.В. Докучаева [Докучаев, 1950], тароваты – быстро выпахиваются и это понимали сведущие люди того времени. Опыты воеводы Хилкова, А.Н. Радищева, а также многих декабристов, успешно развивавших земледелие в Сибири и пытавшихся перевести его на научную основу давали хорошие результаты.

Первым научным учреждением в сфере земледелия в Сибири принято считать, что, и есть на самом деле, организованный в 1828 г. Омский казачий войсковой хутор с опытным полем. Его открытие состоялось задолго до того как в Европе начали появляться первые опытные станции. С тех пор на этом поле никогда не прекращались работы, и ныне там успешно функционирует комплексный Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (СИБНИИСХоз) с селекционным и технологическими центрами, с КБ и сетью опытных станций и опытно-производственных хозяйств.

Из курса истории современной России хорошо известно, что новый мощный толчок переселению в Сибирь дала так называемая столыпинская реформа. Будучи одним из самых крупных государственных деятелей Российской империи того времени, П.А. Столыпин прекрасно понимал, что не решив земельного вопроса, трудно будет двигаться вперед, к процветанию России. Начавшееся строительство и последующая эксплуатация Транссибирской железнодорожной магистрали также способствовали прибытию в Сибирь новых переселенцев. По всему региону создавались сети опытных полей и ферм. На прилегающих к Транссибу участках были проведены работы по обводнению переселенческих территорий в Ишимской степи и осушению болот в Барабе.

По всей огромной территории Сибири возникали новые деревни и поселки, а вокруг них все более и более расширялись пашни и луга. Для успешного освоения новых сибирских земель были необходимы знания о их качестве. Решение этой задачи Правительство России возложило на специально организованное Переселенческое управление. Работы по почвенно-ботаническим исследованиям возглавил известный почвовед академик К.Д. Глинка. С 1908 по 1914 гг. на территории Сибири было проведено более 70 почвенно-геоботанических экспедиций, которые дали достаточно полное представление о растительном и почвенном покрове, своеобразии сибирских почв, их эволюции и химическом составе, а также пригодности для сельскохозяйственных нужд. Особенно полно была обследована черноземная полоса Западной Сибири и Алтая; в восточной и средней части Сибири работы проводились преимущественно в придорожной полосе Транссиба, но ряд экспедиций был снаряжен и в более северные районы, до тундры включительно.

Полное обобщение результатов почвенно-географических работ экспедиций Переселенческого управления было проведено К.Д. Глинкой в его монографии «Почвы России и прилегающих стран» [Глинка, 1923]. Несмотря на неполную завершенность планируемых работ, связанную с началом в 1914 г. Первой мировой войны, сделанное, можно сказать, стало знаменательной вехой в истории отечественного почвоведения, когда на основе материалов почвенно-географического исследования огромного практически не изученного сибирского края с его весьма контрастными биоклиматическими условиями достраивалось стройное здание Докучаевского генетического почвоведения.

В связи с войнами, мировой и гражданской, почвы в Сибири практически не исследовались, и возобновилось уже в советское время. В регион Комиссией (позднее Советом) по изучению естественных производительных сил Академии наук было направлено большое число комплексных экспедиций с включением специальных почвенных

отрядов. В работе одного из таких отрядов принимал участие молодой аспирант Ленинградского отделения Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения (ВИУА) Р.В. Ковалев, ставший впоследствии известным ученым, основателем всемирнозначимой сибирской академической школы почвоведов.

Надо заметить, что исследователи сибирских почв, по большому счету, были из центра – Москвы и Ленинграда, своих сибирских очень мало. Первые местные сибирские специалисты почвоведы и агрохимики начали готовиться в открытой в 1918 г. Омской сельскохозяйственной академии (ныне аграрный университет), когда здесь была создана первая в Сибири кафедра почвоведения. Одним из организаторов кафедры и бессменным ее руководителем в течение 43 лет являлся крупнейший организатор науки, ученый с мировым именем, «корифей сибирской почвенной школы», лауреат Ленинской премии, академик ВАСХНИЛ К.П. Горшенин (1888-1981).

Крупным событием для сибирской почвенно-агрохимической науки стало открытие в 1930 г. кафедры почвоведения в Томском государственном университете (ТГУ). Здесь же при кафедре был организован первый в Сибири почвенный музей.

В 1938 г. открылась кафедра почвоведения в Новосибирском сельскохозяйственном институте (ныне аграрный университет).

Кроме учебных учреждений во многих сибирских регионах создавалась сеть опытных и селекционных станций, основополагаясь на научную направленность своей деятельности.

В суровые годы Великой Отечественной войны многие известные научные школы были эвакуированы за Урал в Сибирь. Здесь они продолжали свои работы, а в 1943 г. Постановлением Правительства и Академии наук был организован Западно-Сибирский филиал АН СССР, а позднее – в 1949 г. – Восточно-Сибирский.

В 1949 г. в Медико-биологическом институте Западно-Сибирского филиала АН СССР, позднее переименованном в Биологический (ныне систематики и экологии животных), открылся почвенный кабинет. К концу 50-х гг. он был реорганизован в почвенную лабораторию, а затем и в отдел почвоведения, в состав которого входило пять лабораторий: географии и генезиса почв; плодородия почв; физики, мелиорации и эрозии почв; почвенной микробиологии; Горно-Алтайская почвенная лаборатория. Руководителем лаборатории, а затем отдела стал тогда еще кандидат наук Р.В. Ковалев. Численность научных сотрудников к тому времени достигла 60 человек, что позволяло научно обоснованно, всесторонне продуманно усилить и весьма расширить работу по изучению почв Сибири.

Роль почвоведов и агрохимиков, работающих в академических учреждениях, в качестве координаторов всех почвенно-агрохимических исследований существенно возросла с организацией в 1968 г. Института почвоведения и агрохимии СО АН СССР в г. Новосибирске (ИПА), при этом мы далеки от мысли, что почвоведение в Сибири началось развиваться с конца 60-х годов. Конечно же, нет! Оно было задолго до создания научно-исследовательского комплекса специализированных почвенно-агрохимических учреждений, в том числе и ИПА СО РАН.

Анализируя сегодня историю исследования и изучения почвенного покрова Сибири, мы предприняли попытку выделения основных этапов развития почвоведения в регионе. Таких этапов, по нашему мнению, было 6 [Кульшин, 2003; 2009]. I этап – Докучаевский. Становление науки о почве (1880-1900 гг.). II этап – Первые географические исследования и обобщения. Начало гидромелиоративных работ (1900-1920 гг.). III этап – Широкое развитие экспериментальных и прикладных почвенных исследований (1920-1940 гг.). IV этап – Создание специализированного почвенного подразделения в Западно-Сибирском филиале АН СССР (1940-1960 гг.). V этап – Изучение эволюции и генезиса почв Сибири, их функциональных свойств и изменений при антропогенном воздействии ((1960-2000 гг.). VI этап – Современный. Применение технических средств и ГИС-технологий. Экология и мониторинг почвенных ресурсов, их охрана.

На современном этапе развития почвоведения стала преобладающей тенденция развития фундаментальных исследований. Почвоведение сегодня - наука фундаментальная и

архи важная для человечества. В новом тысячелетии широкое применение в почвенных исследованиях нашли современные технические средства. С применением компьютерной и другой высокотехнологичной техники стало возможным вести работы по всем разделам почвоведения и агрохимии.

В заключение хочу подтвердить высказывания великих о роли личности в истории. Успешной и плодотворной работе института способствовали высокий авторитет, талант ученого, высокие организаторские способности организатора и его соратников, которые создавали и многие годы умело возглавляли научные коллективы – наши лаборатории. В первую очередь хочется назвать имена тех, кто был рядом с Р.В. Ковалевым у руля в годы организации института. Это – П.С. Панин, С.С. Трофимов, В.П. Панфилов, И.Л. Клевенская, И.М. Гаджиев, В.И. Волковинцер и другие.

Созданный 45 лет назад профессором Р.В. Ковалевым институт, по человеческим меркам достиг возраста опыта и зрелости, а это значит, что ему по силам выполнение новых интересных и важных задач, полагаясь на сплоченность и высокую квалификацию всего коллектива.

Литература

1. Глинка К.Д. Почвы России и прилегающих стран. – М.-Пг.: ГИЗ, 1923. – 348 с.
2. Докучаев В.В. Статьи и доклады по изучению чернозема // Сочинения. Т.2. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 607 с.
3. Кульшин В.А. Почвенный музей. Основные этапы развития сибирского почвоведения. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2003. – С. 10-20.
4. Кульшин В.А. История развития почвенных исследований в Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. – № 2. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – С. 139-142.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИПА СО РАН (к 45-летию Института)

В.Н. Якименко, И.Я. Маслова

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, yakimenko@issa.nsc.ru

В системе Академии наук в Сибири исследования по почвоведению и агрохимии начали проводиться с 1949 г., когда в Медико-биологическом институте Западно-Сибирского филиала АН СССР открылся почвенный кабинет. В 1954 году было создано Сибирское отделение АН СССР, институт переименован в Биологический, а кабинет был реорганизован в почвенную лабораторию, которую возглавлял Сергей Николаевич Селяков. С.Н. Селяков был кандидатом геолого-минералогических наук с 1937 года и занимался исследованиями по географии и генезису засоленных почв и солонцов Обь-Иртышского междуречья.

В период с 1954 по 1958 гг. лаборатории почвоведения пришлось решать практические вопросы в связи с освоением целинных и залежных земель. Сотрудники почвенного отдела провели комплексные исследования почв Присалаирской равнины, Приобского плато, Барабинской низменности и Северной Кулунды. Изучались водно-физические свойства, режим влажности, сезонная динамика доступных растениям форм азота, фосфора и калия, состав микрофлоры, изменение этих показателей под влиянием удобрений и различных приёмов обработки почв. Результаты исследований, проведённых в этот период С.Н. Селяковым, Т.Н. Рябой, В.Б. Ильиным, И.Л. Клевенской, Н.Н. Наплёковой, В.П. Панфиловым, В.П. Шаповаловым, были опубликованы в Трудах Биологического института: Вып. 3. Вопросы освоения целинных и залежных земель Западной Сибири, 1957. и Вып. 4. Вопросы орошения Кулундинской степи, 1959.

В 1958 году лабораторию почвоведения возглавил Роман Викторович Ковалёв. В 1960 году он защитил докторскую диссертацию «Почвы Ленкоранской области», ряд сотрудников

защитили кандидатские диссертации, и вскоре лаборатория трансформировалась в почвенный отдел Биологического института. В отдел входили лаборатории: географии и генезиса почв (руководитель Ковалев Р.В.), плодородия почв (с 1962 г. Ильин В.Б.), физики, мелиорации и эрозии почв (с 1960г. Панфилов В.П.), почвенной микробиологии (с 1963 г. Клевенская И.Л.), а также Горно-Алтайская почвенная лаборатория.

Результаты исследований 1959-1963 гг. сотрудников почвенного отдела, были изложены в монографии «Почвы Новосибирской области. Новосибирск: Наука. 1966». В монографии освещены генетические и производственные свойства почв четырёх крупных природно-экономических районов области. Агрохимические исследования в отделе почвоведения Биологического института были проведены в тесной взаимосвязи с почвенными, и касались, в основном, характеристики потенциального плодородия почв.

В 1968 г. в серии «Агрохимическая характеристика почв СССР» вышел том «Районы Западной Сибири». Сотрудники почвенного отдела БИ СО АН СССР Р.В. Ковалёв, Л.А. Зайкова, И.Я.Маслова, М.П. Панина, В.М. Попов, Т.Н. Рябова, В.П. Шаповалов подготовили главу «Агрохимическая характеристика почв Новосибирской области». Характеристика почв дана в соответствии со схемой почвенного районирования. Главу о почвах Горно-Алтайской автономной области написали Р.В. Ковалёв, В.И. Волковинцер и В.А. Хмельёв, а в подготовке главы по почвам Кемеровской области участвовал С.С. Трофимов. Остальные главы были подготовлены сотрудниками ВУЗов Западной Сибири. В монографии были обобщены все имеющиеся на тот момент материалы почвенно-агрохимических исследований пахотных и перспективных для освоения почв южной части Западной Сибири, а также зональные материалы по эффективности применения удобрений на разных типах почв.

В 1959 году Виктор Борисович Ильин защитил кандидатскую диссертацию «Элементы плодородия каштановых почв Центральной Кулунды» и в 1962 году в составе отдела почвоведения была организована лаборатория плодородия почв, которую он и возглавил. С этого времени началось более углубленное изучение эффективного плодородия основных типов почв. Некоторые результаты этих исследований отражены в сборнике «Плодородие почв Новосибирского Приобья. Новосибирск: Наука, 1971». В нём рассматриваются материалы исследований основных агрохимических свойств ряда почв сотрудниками лаборатории Масловой И.Я., Сухининой Л.А., Поповым В.М.

Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Академии наук СССР был открыт в октябре 1968 г. Этому предшествовало принятие соответствующих постановлений Правительства СССР и решений Президиума АН СССР. В мае 1966 г. состоялся пленум ЦК КП СССР по вопросу «О широком развитии мелиорации земель для получения высоких урожаев зерновых и других сельскохозяйственных культур». На нём было принято постановление, которое обязывало Президиум АН рассмотреть вопрос о создании «...Института агрохимических проблем, Института почвоведения и агрохимии СО АН СССР». В апреле 1967 г. Президиум АН СССР принял постановление «О развитии научно-исследовательских работ в области агрохимии и почвоведения». Значение этого постановления трудно переоценить, так как более крупного и всестороннего постановления по развитию агрохимии и почвоведения Академия наук не принимала. В постановлении было отмечено, что «...размах и уровень исследований по ряду разделов почвоведения, агрохимии, мелиорации в настоящее время отстаёт от задач, поставленных запросами развития народного хозяйства СССР. Учитывая это, в научных учреждениях АН СССР необходимо в ближайшие годы развернуть глубокие поисковые работы по теоретическим проблемам агрохимии, почвоведения и мелиорации». В этом постановлении были отмечены научные направления, на которых считалось целесообразным сосредоточить усилия учёных Академии наук. По агрохимии, в частности, рекомендованы такие направления: питание растений в зависимости от почвенных условий; взаимодействие растений, почв и удобрений; круговорот веществ в земледелии; создание новых видов концентрированных удобрений с высокими коэффициентами использования питательных элементов; методы

агрохимического анализа растений, почв и удобрений; методика агрохимических экспериментов.

В Сибирском отделении Академии наук основой для создания такого Института в 1968 г. послужил отдел почвоведения Биологического института с уже сложившейся структурой и коллективом исследователей. Организатором и первым директором Института почвоведения и агрохимии был Р.В. Ковалев.

С середины 60-х годов в лаборатории плодородия почв стали активно проводиться исследования содержания и распределения микроэлементов в природных объектах; это научное направление активно развивал В.Б. Ильин, который в 1970 году защитил докторскую диссертацию «Биогеохимия и агрохимия микроэлементов в южной части Западной Сибири». В 1972 году лаборатория плодородия почв закономерно трансформировалась в лабораторию биогеохимии и агрохимии микроэлементов, которой В.Б. Ильин и заведовал до 1995 года.

В связи с изменением научного направления лаборатории плодородия почв, в Институте возникла необходимость в создании структурного подразделения, занимающегося проблемами классической, «ортодоксальной» агрохимии. В апреле 1972 года из лаборатории плодородия почв был выделен кабинет агрохимии, куда вошли сотрудники, занимающиеся вопросами эффективного применения удобрений и мониторингом почвенного плодородия – И.Я. Маслова, Л.А. Сухина, Л.П. Антипина, В.М. Назарюк, А.Я. Хромов, Р.П. Макарикова, А.С. Прозоров и др.

Кабинет возглавила Любовь Павловна Антипина, проводившая исследования фосфатного режима почв Сибири. Она провела районирование почв Западной Сибири по запасам и качественному составу фосфатного фонда, впервые отметила связь профильного распределения фосфора с процессами оподзоливания, осолодения и засоления, которые по-разному влияют на внутрипрофильную миграцию фосфорных соединений. Ею оценены сорбционные возможности почв по отношению к фосфору, установлены факторы, определяющие поведение фосфора в почвах, обоснованы предложения по диагностике фосфорного питания растений и повышению усвояемости ими фосфора почв.

В мае 1974 года кабинет агрохимии был преобразован в лабораторию агрохимии, которую возглавил Израиль Абрамович Куперман, перешедший в нее с супругой Елизаветой Владимировной Хитрово из лаборатории физиологии растений. Под его руководством исследования в лаборатории стали носить более теоретический характер; И.А. Куперман, занимавшийся исследованиями в области физиологии растений, несколько иначе взглянул на агрохимические проблемы. Обобщение и систематизация им многочисленных литературных данных и данных, полученных агрохимиками ИПА СО РАН, было представлено в виде «Принципов построения систем удобрений агроценозов. Новосибирск: Наука. 1990». Было показано, что различное поведение в почве зольных элементов и азота и особенности их физиологических функций дает основание для четкого разделения системы управления минеральным питанием агроценозов на две подсистемы: оптимизацию питания зольными элементами и оптимизацию питания азотом.

В октябре 1979 года лаборатория агрохимии была переименована в лабораторию минерального питания растений, И.А. Куперман был заведующим лабораторией до 1987 года.

В 1988 году лабораторию минерального питания растений возглавил Владимир Митрофанович Назарюк, длительные исследования которого посвящены изучению специфики баланса и трансформации азота в агроэкосистемах. В работах В.М. Назарюка значительное внимание уделено изучению поведения азота в системе почва-растение-удобрение, специфике азотомобилизующей способности выращиваемых культур в зависимости от свойств почв, особенностей климата и генотипа. В исследованиях с использованием ^{15}N он показал поведение «экстра»-азота в зависимости от условий азотного питания, роль растительных остатков в балансе и трансформации азотсодержащих соединений.

В 1972 г. в лесостепной зоне Присалаирья был организован комплексный научно-исследовательский стационар «Искитимский», на котором в разные годы успешно проводили агрохимические исследования сотрудники ИПА – А.Я. Хромов, А.С. Прозоров, В.М. Назарюк, И.Н. Шарков, И.Я. Маслова, Л.А. Игнатьев, В.Н. Якименко и др. На Искитимском стационаре были проведены многолетние исследования на развернутом опытном 8-польном севообороте, основной задачей которых был мониторинг плодородия почв и разработка приёмов его сохранения посредством научно обоснованной системы применения удобрений. Активное участие в этих исследованиях принимали Анатолий Яковлевич Хромов и Александр Созонтович Прозоров.

А.С. Прозоров проводил стационарные исследования по изучению эффективности различных способов внесения удобрений. Исследование локального применения удобрений под полевые культуры показало, что эффективность локализации резко возрастает в следующих случаях: использование пониженных доз удобрений; заблаговременное внесение удобрений (особенно осенью); неустойчивый режим увлажнения; ранние сроки сева; наличие в почве солоmistых остатков; повышенная засорённость поля.

В 1977-1987 гг. на Искитимском стационаре исследования процессов минерализации органического вещества почвы, баланса углерода в пахотных почвах и причин появления «экстра»-азота при применении азотных удобрений проводил Иван Николаевич Шарков. Им усовершенствован абсорбционный метод определения продуцирования CO_2 почвой, предложен метод оценки баланса углерода в почве в полевых условиях, позволяющий определять дозы органических удобрений, компенсирующие потери углерода из почвы вследствие процесса минерализации.

На Искитимском стационаре в полевых опытах В.М. Назарюком изучалась эффективность применения удобрений под овощные культуры, динамика качественных показателей биомассы овощей при выращивании их на фоне больших доз минеральных удобрений, обеспечивающих высокую урожайность. По результатам исследований В.М. Назарюк составил рекомендации Система удобрения овощных культур в Западной Сибири. 1980.

Длительные исследования Ирины Яковлевны Масловой посвящены выяснению особенностей влияния серы на продукционный процесс выращиваемых культур. Исследования показали, что при применении азотных удобрений, особенно в повышенных дозах (> 90 кг/га), нарушается сбалансированность азотного и серного питания пшеницы, растениям недостаёт почвенной серы. В зависимости от того, в какой период онтогенеза пшеницы дефицит серы начинает сдерживать синтез белка, он сказывается либо на величине урожая зерна и его качестве (явный дефицит), либо только на качестве (скрытый дефицит). Как показали исследования И.Я. Масловой, в полевых условиях дефицит серы не лимитирует урожай зерна пшеницы на почвах лесостепи Западной Сибири, если урожай не превышает 30-35 ц/га, дальнейшее его повышение может сдерживаться явным дефицитом серы. Проявление скрытого дефицита возможно при урожае 20-25 ц/га.

В настоящее время И.Я. Масловой изучается вопрос о влиянии избытка серы в почве, создающегося в районах, подверженных влиянию серосодержащих техногенных выбросов, примыкающих к крупным промышленным предприятиям, на продукционный процесс сельскохозяйственных растений.

Исследования закономерностей фенотипической адаптации растений к повреждающему действию экологических факторов были проведены Львом Алексеевичем Игнатьевым. Большое внимание им было уделено разработке представлений об ответных реакциях растений в связи с различным характером экстремального воздействия факторов внешней среды. Л.А. Игнатьев изучил влияние ретарданта ССС на физиологическое состояние растений, выявил роль этого препарата как повреждающего фактора, обосновал его ингибирующее влияние на рост растений и приемы повышения устойчивости зерновых культур к полеганию посевов. На этой основе разработал диагностику сортов мягкой яровой пшеницы на засухоустойчивость.

С 1988 г. по настоящее время на Искитимском стационаре проводит исследования, посвященные решению ряда актуальных проблем агрохимии калия, Владимир Николаевич Якименко. Долгие годы он являлся начальником стационара, координируя проведение экспедиционно-полевых исследований и решение организационно-хозяйственных вопросов, приложив немало усилий по сохранению существования этой научной базы. В длительных полевых и вегетационных опытах Якименко В.Н. изучил влияние баланса калия в агроценозах на калийное состояние зональных почв и продуктивность выращиваемых культур. Им определено влияние уровня калийного питания растений на содержание в них калия в различные периоды онтогенеза, рассчитан вынос этого элемента с урожаем основных сельскохозяйственных культур.

Основное внимание в исследованиях В.Н. Якименко уделено калийному статусу пахотных зональных почв. Проведено сравнительное изучение диагностических показателей почвенного калийного состояния и методов их получения, разработаны градации обеспеченности почв доступным для растений калием. Мониторинг плодородия почв в отношении калия предложено осуществлять на основе комплексного применения индексов и градаций, характеризующих как наиболее доступные растениям формы калия, так и потенциальные почвенные ресурсы их восполнения; при этом обязателен учет важных, обуславливающих калийный статус почв, свойств – емкости катионного обмена и гранулометрического состава. В ряде работ Якименко В.Н. проведено изучение фиксирующих, десорбционных и восстанавливающих способностей почв в отношении калия, показано изменение этих почвенных свойств в условиях агроценозов.

Сотрудники лаборатории минерального питания растений (И.Я. Маслова, М.Д. Суховерхова, Н.Г. Сергеевкова, Т.Г. Якушева) с 1977 г. на протяжении ряда лет принимали участие в комплексных исследованиях по изучению возможности применения в качестве калийных удобрений продуктов переработки ультракалиевых алюмосиликатных руд Сынырского массива месторождений (сынныритов), расположенных в зоне БАМ. Работа выполнялась по Заданию ГКНТ и Госплана СССР. В неё вошли представители около 10 научных организаций, принадлежащих различным ведомствам. В лабораторных, вегетационных и полевых опытах, проведённых сотрудниками ИПА, было показано, что продукты переработки сынныритов могут использоваться в качестве бесхлорных калийных удобрений.

В период 1977-1985 гг. агрохимиками ИПА СО АН СССР по заданию Государственного комитета по науке и технике СССР выполнялись работы по развитию производительных сил зоны БАМ. Сотрудники И.А. Куперман, И.Я. Маслова, А.А. Трейман, В.К. Бахнов приняли участие в разработке «Рекомендаций по развитию сельскохозяйственного производства в зоне БАМ. Новосибирск, 1979». Анализ почв западного участка зоны БАМ показал необходимость применения здесь не только NPK, но и микроэлементов.

В 1979 году в ИПА СО АН СССР была создана еще одна лаборатория агрохимического направления – лаборатория питательного режима почв и трансформации удобрений. Ее сотрудники – Г.П. Гамзиков, О.И. Гамзикова, П.С. Широких, А.П. Лешков, П.А. Барсуков, Р.П. Макарикова, М.Н. Кулагина, В.С. Барсукова и др. внесли большой вклад в изучение важных вопросов агрохимии. Ими выполнен значительный объем экспериментальных исследований, получены ценные результаты, имеющие важное теоретическое и практическое значение. Сотрудники этой лаборатории проводили свои исследования на научно-исследовательских стационарах «Ордынский» и «Нарымский» и в различных регионах Сибири.

Геннадия Павловича Гамзикова, организовавшего и возглавлявшего лабораторию с 1979 по 1988 гг., отличает многоплановость проводимых агрохимических исследований, однако особое внимание он уделил решению проблемы азота в сибирском земледелии, изучению биоцикла азота в системе почва-удобрение-растение. В своих исследованиях Г.П. Гамзиков установил ряд особенностей азотного фонда различных пахотных почв Западной

Сибири, обусловленных своеобразием биоклиматических условий. Сведения о составе азотного фонда почв, содержании основных его компонентов и закономерностях режима позволили дать агрохимическую оценку мобильности и способности к гидролизу соединений почвенного азота. Выявлены основные источники пополнения минеральных форм азота в почве и показаны пути минерализации почвенных азотсодержащих соединений с целью оптимизации азотного питания выращиваемых культур. В своих работах Г.П. Гамзиков выявил географические и агротехнические закономерности действия азотных удобрений в различных почвенно-климатических зонах Западной Сибири, разработал картосхему азотного фонда и эффективности азотных удобрений, предложил пути регулирования баланса азота в агроценозах.

Значительную теоретическую и практическую важность имеют исследования Ольги Ивановны Гамзиковой, выполненные на стыке двух наук – агрохимии и генетики. Она впервые предложила и апробировала методологию изучения механизмов контроля минерального питания растений, основанную на эволюционно-генетических подходах. Разработала концепцию направленности и темпов эволюционных преобразований продукционного процесса и адаптивности представителей рода *Triticum L.* к условиям азотного питания, установила формирование во времени азотного статуса растения. С помощью генетических моделей были идентифицированы конкретные гены, хромосомы и доказан их вклад в процессы поглощения и использования растениями азота, фосфора, калия почвы и удобрений.

Римма Павловна Макарикова, работая в ИПА с 1971 года, проводила агрохимическую оценку фосфатсодержащего сырья сибирских месторождений. Ею подробно изучено изменение фосфатного режима почв Сибири, показан характер снижения общего фосфора в дерново-подзолистой, серой лесной почвах и черноземах без применения удобрений, а также под влиянием систематического внесения удобрений и орошения.

В 1988-1992 гг. лабораторию питательного режима почв и трансформации удобрений возглавлял Анатолий Павлович Лешков. Он вел активную работу, наряду с Г.П. Гамзиковым, по созданию Ордынского стационара и эффективной организации проводимых на нем агрохимических исследований. Исследования А.П. Лешкова были направлены на разработку рекомендаций по применению азотных удобрений, повышению продукционного процесса растений и сохранению плодородия почв в системе орошаемых агроценозов.

Павел Анатольевич Барсуков заведовал лабораторией питательного режима почв и трансформации удобрений с 1992 по 1997 гг. Он проводил исследования влияния вносимых минеральных удобрений и способов обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур, баланс и динамику азота и фосфора, их содержание в почвах и растениях, запасы почвенного углерода. В последние годы П.А. Барсуков проводит исследования баланса и запасов азота и углерода в тундровых экосистемах Сибири.

В 1997 году в результате объединения лаборатории питательного режима почв и трансформации удобрений с лабораторией минерального питания растений, была образована лаборатория агрохимии, успешно работающая в ИПА СО РАН по настоящее время.

Исследования по агрохимии микроэлементов в Институте почвоведения и агрохимии составляют, без преувеличения, целую эпоху. На протяжении 40 с лишним лет их возглавлял Виктор Борисович Ильин, создав солидную школу высококвалифицированных специалистов. Его учениками и соратниками в разное время были А.П. Аникина, В.К. Бахнов, Н.Ю. Гармаш, А.А. Трейман, М.Д. Степанова, Н.Л. Байдина, А.И. Сысо, Г.А. Конарбаева, А.С. Черевко, Ю.В. Ермолов, С.А. Худяев и др., которые работали в лаборатории биогеохимии и агрохимии микроэлементов, а затем лаборатории биогеохимии почв. Работы школы В.Б. Ильина охватывают широкий круг проблем, касающихся биогеохимии и агрохимии микроэлементов. Они начались с составления картосхем содержания валовых и подвижных форм наиболее распространенных микроэлементов в природных объектах. Картосхемы позволили выделить на юге Западной Сибири пять регионов с различной микроэлементной обстановкой. В.Б. Ильин рассмотрел факторы, влияющие на содержание

микроэлементов в почвах и растениях, особенности распределения элементов в растительном организме, возможности практического использования сведений о содержании химических элементов в растениях.

В.Б. Ильиным обобщены материалы по содержанию ряда микроэлементов и тяжёлых металлов в почвах и растениях Новосибирской области. Показана мозаичность распределения многих микроэлементов на территории области и невозможность в настоящее время оценить с гигиеничной точки зрения токсичность или безвредность их накопления в почвах и растениях, так как не разработаны их ПДК. В этом плане в будущем предстоит большая и кропотливая работа.

Содержание меди в торфяных почвах и эффективность применения на них медьсодержащих удобрений изучал Владимир Константинович Бахнов. Он показал, что малое содержание и трудная доступность растениям соединений микроэлемента в торфе обуславливают медную недостаточность у некоторых сельскохозяйственных культур. Применяемые на торфяных почвах азотные удобрения, особенно в повышенных дозах, уменьшают подвижность меди и тем самым усиливают степень проявления дефицита меди. В Барабе была выявлена провинция с низким количеством меди в кормах, произрастающих на торфяных почвах.

Связь микроэлементов с органической и минеральной частью чернозёмов и дерново-подзолистых изучала Марина Дмитриевна Степанова. Выявлено, что по способности образовывать нерастворимые органо-минеральные соединения основные группы гумуса изученных почв можно расположить в следующий ряд: гумины > гуминовые кислоты > фульвокислоты, а органическое вещество при определённых условиях может быть тормозящим фактором для проявления положительного действия микроудобрений.

В своих исследованиях Анна Павловна Аникина изучала содержание и распределение бора в природных объектах юга Западной Сибири и установила, что концентрация бора в почвах, растениях и водах Тобол-Иртышского междуречья, Барабинской низменности и Кулундинской депрессии достигает очень высокого уровня, что позволяет рассматривать южную часть Западно-Сибирской равнины как область борного засоления.

Отзывчивость яровой пшеницы на медные и марганцевые удобрения изучала Аэлита Александровна Трейман на дерново-подзолистых почвах, серых лесных и чернозёмах. Она установила, что обеспеченность почв марганцем в основном высокая и средняя. При изучении влияния медных удобрений в виде сульфата меди А.А. Трейман было показано, что зачастую положительный эффект от этой соли связан не столько с медью, сколько с серой, поэтому необходимо вычленять действие каждого из элементов. Результатом многолетнего кропотливого труда А.А. Трейман стали методические рекомендации по выращиванию растений в песчаной культуре.

Большую научную ценность представляют почвенно-агрохимические исследования Александра Ивановича Сысо, возглавляющего лабораторию биогеохимии почв с 1995 г, по изучению влияния природных и антропогенных факторов на содержание и распределение химических элементов в почвенном покрове Западной Сибири. В своих работах А.И. Сысо обосновал связь элементного химического состава и агрохимических свойств низинных торфяных почв с ландшафтно-геохимическими особенностями их формирования, предложил приемы оптимизации минерального питания растений на осушенных торфяниках. Им получены данные о содержании и подвижности макро- и микроэлементов в низинных торфяных почвах, изменении их содержания при сельскохозяйственном использовании почв, установлено длительное сохранение подвижности внесенных в почву фосфорных удобрений и высокую эффективность калийных удобрений.

Разносторонние исследования содержания, закономерностей распределения и специфики накопления галогенов в природных объектах (почвах, растениях, водах) юга Западной Сибири проведены Галиной Акмулудиновой Конарбаевой. Ею выявлены факторы, влияющие на миграцию и аккумуляцию галогенов в почвенном профиле, показана природа поглощения почвами галогенов и механизмы их взаимодействия с компонентами

почвы. Определена концентрация галогенов в разных типах природных вод и растительности, дана оценка содержания галогенов в природных объектах с экологических позиций.

В завершении можно сказать, что становление и развитие агрохимии в Сибири в немалой степени связано с результатами работ сотрудников ИПА СО РАН (ИПА СО АН СССР). На протяжении многих лет Институт обеспечивал и обеспечивает значительный вклад в достижения фундаментальной и прикладной агрохимии, является определенным стимулом и ориентиром для развития агрохимических исследований и формирования научных школ в других профильных учреждениях сибирского региона. Следует отметить, что в Диссертационном совете при ИПА, действующем с 1977 года по настоящее время, было успешно защищено 16 докторских и несколько десятков кандидатских диссертаций по специальности «Агрохимия». Кроме того, 9 докторских диссертаций были защищены по специальности «Агропочвоведение», в которых немало внимания уделено агрохимическим вопросам.

Защиты докторских диссертаций по специальности «Агрохимия»
в диссертационном совете при ИПА СО РАН (СО АН СССР)

ФИО ученого	Год защиты
Гамзиков Геннадий Павлович	1978
Амгалан Жанцандоржийн	1978
Иванов Николай Александрович	1983
Куперман Израиль Абрамович	1984
Усманов Анвар Намадович	1987
Помазкина Любовь Владимировна	1989
Ахмедов Али Раджаб	1990
Иванов Андрей Леонидович	1991
Назарюк Владимир Митрофанович	1991
Гамзикова Ольга Ивановна	1992
Маслова Ирина Яковлевна	1992
Кашин Владимир Капсимович	1993
Крупкин Петр Иванович	1993
Игнатьев Лев Алексеевич	1994
Убугунов Леонид Лазаревич	1995
Якименко Владимир Николаевич	2004

ОБ ИСТОРИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИБИРСКИХ ПОЧВ В ИПА СО РАН

В.С. Артамонова

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, artamonovavs@ngs.ru

Фундаментальные исследования микробиологических свойств почв Западной Сибири в академическом институте (ИПА СО РАН), юбилей которого мы отмечаем в текущем году, своими корнями уходят в середину прошлого века. Лаборатория микробиологии почв, долгое время существовавшая в почвенном институте, как структурная единица, сформировалась до его организации, и успехи коллектива почвенных микробиологов во многом обязаны материалам ученых-предшественников. В ходе развития лаборатории большую роль сыграло многолетнее творческое сотрудничество с сотрудниками сибирских вузов и научных учреждений.

Расцвет микробиологической науки в институте произошел в период его руководства проф. Ковалевым Р.В. (в течение 18 лет) и в дальнейшем - его учеником и последователем, Советником РАН, д.б.н. Гаджиевым И.М. (около 15 лет), который способствовал сохранению сложившихся традиций. Роман Викторович и Ильяс Мамедович уделяли большое внимание развитию почвенной микробиологии в Сибири. Они предпринимали много организаторских усилий для осуществления комплексных экспедиций в разных природных зонах региона, решению вопросов биологии сибирских почв.

Р.В. Ковалев способствовал пропаганде и популяризации достижений сотрудников на конференциях и совещаниях разного уровня, в высшей и средней школе. Он уделял много внимания поиску молодых студентов, увлеченных наукой, в ведущих университетах страны, привлечению их в академический институт, заботился об их профессиональном росте. Об этом и многом другом было изложено ранее в воспоминаниях, изложенных в «I-Ковалевских молодежных чтениях» [2010].

О судьбе лаборатории почвенной микробиологии, успехи которой были признаны в научном мире за рубежом и в родном Отечестве, сообщается ниже.

Статья не претендует на полное восстановление событий в развитии микробиологических исследований в институте. В ней подробно рассматривается наиболее активный период деятельности лаборатории микробиологии почв, соответствующий «ковалевскому» периоду. Изложенный ниже материал опирается на результаты отчетов, публикаций, воспоминаний непосредственных участников почвенно-микробиологических экспедиций и лабораторных экспериментов. К сожалению, «река времени» течет, безжалостно унося с собой прошлое о людях, чей повседневный труд – это частичка большой науки.

Итак, началу научного познания микробного населения сибирских почв сотрудниками нашего Института предшествовали исследования Надежды Николаевны Сушкиной (1889-1975), проф. кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ им. В.М. Ломоносова, одной из основоположниц эколого-географического направления в почвенной микробиологии. Сушкина Н.Н. участвовала в комплексной экспедиции на Алтай и Северо-Западную Монголию (в 1912 г.), затем (в 1927 г.) – в предгорья южной оконечности Енисейского кряжа, в 30-е годы - в Кулундинскую степь (Западная Сибирь) [Скворцова, 2002]. В ходе микробиологических исследований почв Кулундинской равнины Надеждой Николаевной впервые были выявлены культурально-физиологические особенности, так называемой солетолерантной расы или солетолерантного вида азотобактера. Эти сведения вошли в ее докторскую диссертацию «Эколого-географическое распространение азотобактера в СССР», защищенную в 1940 г. Выделенный Надеждой Николаевной *Azotobacter chroococcum* var. *galophilum* из сибирских солонцов, был включен в 1949 г. Н.Н. Красильниковым в отечественный «Определитель бактерий и актиномицетов» в качестве индикаторной формы почвенного засоления.

В середине прошлого века почвенная микробиология, как научное направление, только формировалась. Н.Н. Сушкина, имея микробиологическое и геологическое образование, работая в окружении авторитетных почвоведов и географов, академиков и профессоров: Гедройца К.К., Полынова Б.Б., Тюрина И.В., Костычева С.П., Антипова-Каратаева И.Н., Завалишина А.А., Розанова А.Н., Добровольского Г.В., Ремезова, С.А. Владыченского, Н.А. Качинского, С.П. Костычева, Глазовской М.А., а также микробиологов: Рыбалкиной А.В., Новогрудского Д.М., Красильникова Н.Н., Аристовской Т.В. и других известных нам Учителей, способствовала развитию и становлению микробиологии в отечественном почвоведении. Многие ее теоретические взгляды на «жизнь в почве» остаются актуальными и общепринятыми поныне. Ее книга «Невидимая жизнь в почве» [1939], вышедшая под редакцией академика Л.И. Просолова - директора Почвенного института им. В.В. Докучаева, неоднократно переиздавалась и представляет ценность для современного поколения молодых ученых. И до сих пор почвы засоленных территорий Кулундинской степи, как и смежной ей Барабинской низменности, привлекают внимание почвоведов и микробиологов разных академических школ страны.

Важно вспомнить и то, что в 30-е и 40-е годы прошлого века на этой территории активно осуществлялись комплексные исследования сотрудниками Томского госуниверситета и Томского пединститута. К началу 50-х гг. ими были получены сведения о разнообразии аэробных целлюлозных бактерий в почвах, изменчивости азотобактера, росте *Clostridium pasterianum*, физиолого-биохимических свойствах неспоровых аммонификаторов, роли сульфатредуцирующих бактерий в солевом режиме почв и т.д. Это работы Славниной Т.П., Вернер А.Р., Блинкова Г.Н., Дегтеревой М.Г., Потехиной Л.И. и других. В 40-е годы М.Г. Дегтеревой был выявлен состав почвенных водорослей в окрестностях г. Томска.

Уместно напомнить, что и бывшая выпускница ТГУ - Т.Г. Попова, с личностью которой связано появление лаборатории микробиологии почв в нашем институте, в 1934 – 1939 гг. также занималась изучением флоры водорослей минеральных и пресных водоемов Кулунды и близлежащих территорий. Татьяне Григорьевне, по возвращению из г. Ленинграда, где она работала в университете, на биолого-почвенном факультете, было поручено формирование в Новосибирске, в 1944 г. лаборатории ихтиологии и гидробиологии при Медико-биологическом институте Западно-Сибирского филиала АН СССР (позднее переименованном в Биологический институт), а впоследствии самостоятельной академической лаборатории почвенной микробиологии. Татьяна Григорьевна имела большой опыт эколого-географических исследований, сначала в Томском госуниверситете, затем в Ленинградском, где выявляла закономерности распространения и особенности внутривидовой изменчивости эвгленовых водорослей СССР. Эти материалы вошли в ее кандидатскую диссертацию (Ленинград, 1941 г.) [Ермолаев, Наumenко, 2008]. Не исключено, что Т.Г. Попова в то время была знакома с работами коллег. В то время интерес к микробиологии почв Кулунды и Барабы был не случаен.

Во время Великой Отечественной войны, в 1944 г., вышло Постановление СНК СССР «О мерах по подъему сельского хозяйства Новосибирской области», продиктованное необходимостью укрепления продовольственной базы промышленного региона и предусматривающее решение задач повышения урожайности и роста сбора валового зерна, увеличения поголовья скота и его продуктивности. Необходимы были научные сведения о плодородии почв и продуктивности земель. В августе 1944 г. на Убинскую опытно-мелиоративную станцию, расположенную в Убинском районе Новосибирской области (в 1929 г. именуемой как Барабинская мелиоративная станция, с 1992 г. – как Западно-Сибирская опытно-мелиоративная станция), прибыла почвенно-мелиоративная экспедиция Почвенного института АН СССР. Возглавлял ее профессор В.А. Ковда, краткие результаты работ этой экспедиции были изложены Н.И. Базилевич в 1949 г. на юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В.В. Докучаева, в 1949 г. [Труды юбилейной сессии..., 1949].

В конце 30-х начале и начале 40-х годов вопросам вовлечения почв солонцового ряда Западной Сибири в сельскохозяйственное использование большое внимание уделял проф. Николай Васильевич Орловский и его коллеги. Они изучали генезис этих почв, искали приемы их улучшения для роста кормовых культур, разрабатывали основные положения о солевом режиме грунтовых вод Барабы. Они решали вопросы биологической трансформации почв солонцового ряда, значимости роли сульфатредуцирующих бактерий в солевом режиме почв, а также выявляли основные причины их фитотоксичности. В качестве ремарки напомним, что с 1944 по 1950 гг. Орловский Н.В. возглавлял кафедру почвоведения Новосибирского государственного сельскохозяйственного института, затем Алтайского (1950-1958 гг.) и позже - Красноярского [Почвы Сибири..., 2004], постоянно готовя новых специалистов - почвоведов для сибирского региона. Сменил Орловского Н.В. на кафедре НГСХИ его коллега по Убинской опытно-мелиоративной станции Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства ВАСХНИЛ, проф. Ипполит Иванович Гантимуров [Почвоведы и агрохимии..., 2004]. Он способствовал вовлечению в почвенно-микробиологические исследования свою дочь Наталью Ипполитовну, которая долгие годы работала в лаборатории почвенной микробиологии нашего института.

Опыт почвоведов и микробиологов, полученный к началу 50-х годов на Убинской опытно-мелиоративной станции, был фундаментом будущих работ сотрудников нашего института. К этому времени сформировалась и первая академическая группа почвенных микробиологов, возглавляемая А.И. Сидоренко. В 1952 г. группа пополнилась выпускницей МГУ - И.Л. Клевенской, в 1954 г. - выпускницей Саратовского университета - Н.Н. Наплековой. Их приезд совпал с активным агропроизводственным преобразованием территории Новосибирской области на западе и юге (особенно в 1954 г.). В этот же год в план исследований БИ ЗСФ АН Академии наук СССР была включена тема «Биологические основы рационального использования целинных и залежных земель в Западной Сибири» [Труды Биологического института, 1957]. В задачу исследований почвоведов и микробиологов входило изучение основных закономерностей в изменении физико-химических и микробиологических процессов, происходящих в почве под влиянием различных сроков и приемов обработки целины и залежи, выяснение роли этих изменений в сохранении и повышении почвенного плодородия новых земель, получения на них высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Выполнение поставленных задач требовало расширения кадрового состава лаборатории почвенной микробиологии. Чрезвычайно любопытен факт, что к подбору сотрудников относились в то время очень требовательно. Это касалось не только научного, но и лаборантского состава. В лаборанты отбирали выпускников техникумов Москвы, Горно-Алтайска, Новосибирска, причем исключительно с микробиологической и химической специализацией. Среди них были В.В. Орлова, М.П. Бабайцева, Е.И. Кичайкина. Они осуществляли сложные лабораторные эксперименты с микроорганизмами, постоянно и безотказно выезжали в поле. Позднее к ним присоединился инженер, Ф.Ф. Дударев, окончивший Московский энергетический институт. Все они проработали в нашем институте долгие-долгие годы.

О государственной значимости микробиологического направления в то время свидетельствует тот факт, что в середине прошлого века в Институте микробиологии Академии наук СССР была проведена конференция по вопросам почвенной микробиологии, связанным с внедрением в сельское хозяйство Советского Союза нового учения о почве, учения Докучаева – Костычева – Вильямса. Оно отводило микроорганизмам большую роль, как в образовании почвы, так и ее плодородии. К работам конференции были привлечены Министерство сельского хозяйства СССР, учреждения ВАСХНИЛ, отраслевые институты и работники сельского хозяйства [Труды конференции..., 1953]. Обсуждались вопросы, связанные с ролью микроорганизмов в питании растений, образовании гумуса, а также производством бактериальных удобрений, развитием микоризы и влиянием ее на развитие высших растений. Интересно и то, что в конце 50-х гг. прошлого века на секции плодородия

почв I-го Всесоюзного съезда почвоведов в 1958 г., в Москве, разнообразию и свойствам микроорганизмов в разных почвах уделялось большое внимание [Тезисы докладов..., 1958]. Красильниковым Н.А. сообщалось о микробных метаболитах, угнетающих рост низших и высших растений и их антагонистов; Мишустинным Е.Н. - о специфичности микробного населения почв разных типов; Образцовой А.А. и Петренко М.Б. - о микрофлоре ризосферы и бактеризации; Березовой Е.Ф. - об оздоровительном и стимулирующем действии микроорганизмов на рост растений.

Все эти направления в дальнейшем вошли в план научных изысканий сибирских микробиологов. Нельзя не отметить и то обстоятельство, что коллектив лаборатории почвенной микробиологии находился в 50-е годы в тесном контакте с коллегами из других регионов. В 1947 году, при Институте почвоведения Академии наук Казахской АН СССР, был организован сектор почвенной микробиологии с целью всестороннего изучения микробиологического состава почв и подготовки биопрепаратов на основе местных штаммов азотфиксирующих бактерий. Сотрудниками этого сектора был накоплен определенный опыт для успешного решения теоретических и практических задач, о котором сообщалось З.Ф. Тепляковой [Труды конференции..., 1953]. Схожими проблемами занимались и в действующей лаборатории почвенной микробиологии БИ ЗСФ АН СССР, которая автоматически перешла во вновь созданный в 1968 г. Институт почвоведения и агрохимии СО АН СССР (позднее ИПА СО РАН), где и продолжила начатые исследования.

Наибольший успех в выполнении микробиологических исследований почв Сибири обеспечил проф. Роман Викторович Ковалев, приехавший в 1958 г. в Новосибирск и возглавивший почвенную лабораторию в БИ ЗСФ АН СССР, а затем и почвенный отдел (того же института). Преследуя цель создать центр по изучению почв Сибири, он особое внимание уделял исследованиям почвенных процессов с эколого-биогеоценотических позиций, комплексным подходам в раскрытии связей почвы с «живым веществом», с учетом аспектов биологических, физико-химических, энергетических преобразований в профиле почв различных типов и различного хозяйственного использования.

Решение вопроса повышения биологической активности вновь распаханых целинных и залежных земель в Сибири не случайно было связано с необходимостью разработки приемов повышения почвенного плодородия и создания условий, способствующих оживлению микробиологических процессов в почвах. Благодаря большому опыту организаторской и экспедиционной работы, удивительной эрудиции, Роману Викторовичу удалось также привлечь микробиологов к расширению исследований в эколого-географическом аспекте, сохранив сельскохозяйственную тематику, а затем и акцентированию внимания на изучении техногенных объектов, в том числе и биологически рекультивируемых, с использованием новых подходов к измерению в них биологической активности. Роман Викторович способствовал приобретению электронного микроскопа, современных импортных и отечественных световых микроскопов, редких реактивов и красителей, газовых хроматографов и газового анализатора СНN, масс-спектрометра, созданию математического кабинета для статистической обработки данных. Новые приборы были доступны всем сотрудникам института, а их бесперебойное обслуживание достигалось группой инженеров высокого профессионального уровня. Среди них особенно хочется отметить Ф.Ф. Дударева, выезжавшего с микробиологами в длительные экспедиции в горные районы Алтая для обеспечения бесперебойной работы хроматографов в полевых условиях. Нужно вспомнить и М.А. Черепяхина, благодаря которому в рабочем состоянии всегда были микроскопы. Он окончил Новосибирский институт геодезии и картографии.

Результаты комплексных почвенно-микробиологических обследований почв сибирских территорий того времени были опубликованы в Трудах Биологического института [1957] и многочисленных статьях. Были защищены 4 кандидатские диссертации: Ильиным В.Б. «Элементы плодородия каштановых почв Центральной Кулунды (1959), Панфиловым В.П. «Водный режим богарных и орошаемых почв Центральной Кулунды» (1960), Клевенской И.Л. «Микрофлора южных черноземов Кулундинской степи» (1961), Наплековой Н.Н.

«Биология азотобактера в черноземах Новосибирской области при их освоении» (1961). Весомый вклад в изучение микробиоты почв плодородных и малопродуктивных засоленных земель внесли и начинающие ученые: Кузнецова (Дударева) Т.Е., Гантимурова Н.И. и другие. Наплекова Н.Н. была отмечена медалью «За освоение целинных земель».

Под руководством Р.В. Ковалева в 60-70-е прошлого века комплексное обследование почв Кулунды и Барабы дополнилось территориями Горного Алтая, Горной Шории, Кузнецкого Алатау, Салаирского края, Иссык-Кульской котловины Тянь-Шаня, Якутии, Восточной Сибири и т.д. Были организованы маршрутные и стационарные исследования почвенной микробиоты в эколого-географическом и эколого-физиологическом аспектах. В натуральных условиях проводились динамические наблюдения за активностью почвенных микроорганизмов. В экспедициях принимали активное участие научные сотрудники: И.Л. Клевенская и Н.Н. Наплекова, И.С. Родынюк, Л.Ю. Косинова (Кучеренко), Л.В. Быкадорова, В.А. Шамолин, В.С. Артамонова. Улетали самолетом, уезжали на машинах с приборами, чашками Петри на месяцы, прихватив с собой мешки с картошкой и мукой, выючники с салом, маслом, сахаром, банками тушенки. Это было нелегко, но неизбежно.

В 1971 г. были защищены докторские диссертации И.Л. Клевенской на тему «Олигонитрофильные микроорганизмы почв Западной Сибири» и Н.Н. Наплековой «Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири». Под их руководством в лаборатории почвенной микробиологии инициировались дальнейшие исследования ассоциативной и симбиотической азотфиксации, экологии и геохимической деятельности микроорганизмов.

Клевенская И.Л. с аспиранткой Быкадоровой Л.В. изучали азотфиксирующую способность бактерий, в том числе актиномицетов, и грибов в почвах разного генезиса и возраста, они же идентифицировали новые форм азотфиксаторов. Н.Н. Наплекова занималась экологией отдельных видов целлюлозолитиков и их ассоциаций, изучала их роль в деградации целлюлозосодержащих растительных остатков. Она первой исследовала новообразования дерново-глубокоподзолистых почв черневой тайги с участием к.б.н. Корсунова В.М. и аспиранта В.Н. Шоба из лаборатории географии и генезиса почв нашего института. Эти работы были продолжены в Бурятском научном центре СО РАН Владимиром Михайловичем с участием Татьяны Михайловны Корсуновой. Много интересных результатов было получено Н.Н. Наплековой с сотрудниками ЦСБС: Н.Н. Лашинским и А.В. Рангинской, Гребенюк И.Н., с которыми ее связывала большая дружба и творческие успехи при исследовании микрофлоры почв под разными растениями. Надеждой Николаевной в 70-е годы была создана единственная в Союзе коллекция целлюлозных бактерий, которая впоследствии использовалась ею в разработке биопрепаратов «АгроОбь» и «БакСиб» в Новосибирском Аграрном университете (после ухода из родного института в 1981 г.).

Важные успехи в расшифровке симбиотической фиксации азота в естественных фитоценозах были достигнуты к.б.н. Родынюк И.С. Ею с аспиранткой Л.Ю. Кучеренко впервые были получены сведения о выполнении корневыми клубеньками некоторых травянистых растений в экстремальных условиях Горного Алтая тех же функций, что и симбиотическими системами бобовых растений. Была создана уникальная коллекция клубеньков разных растений. Родынюк И.С. работала над изучением генетических и экологических факторов ассоциативной азотфиксации, а также полиморфизма у разных видов растений по признакам ассоциативной и симбиотической азотфиксации.

В это же самое время к.б.н. Кучеренко Л.Ю., пройдя стажировку в Институте с/х микробиологии ВАСХНИЛ (г. Пушкин Ленинградской области, в лаборатории проф. О.А. Берестецкого), определяла витамины, аминокислоты, антибиотики микробных культур, ферментативную активность почв и микроорганизмов.

Многу (автором статьи) были начаты почвенно-альгологические обследования интразональных почв Салаира, благодаря стажировке у к.б.н. М.С. Куксн, в лаборатории низших растений ЦСБС СО АН СССР. В 1976 г. мне посчастливилось познакомиться с Т.Г. Поповой, когда меня пригласили к ней домой, на ул. Мичурина, принять участие в разборке

и перевозке книг в лабораторию низших растений ЦСБС СО АН РАН. Татьяне Григорьевне было тогда 78 лет. В памяти сохранилась очень приятная встреча.

В конце 70-х гг. по инициативе И.Л. Клевенской и Р.В. Ковалева мною была начата разработка подходов к определению азотфиксации ассоциациями аэробных цианобактерий газохроматографическим методом. Интерес к нитрогеназной активности проявляли альгологи и микробиологи ведущих научных центров нашей страны и за ее пределами. Практически вся литература была на английском языке в отличие от информации по таксономии фотосинтезирующих микроорганизмов. По напутствию Ии Леонидовны и с разрешения Романа Викторовича, я в срочном порядке была направлена в группу обучения английскому языку по ускоренной программе (с погружением) на кафедру иностранных языков (в Академгородок). Фактически это было индивидуальное обучение, поскольку группа состояла из 5 человек, 3-е из которых окончили английскую школу. Через некоторое время мои труды увенчались успехом и знания пригодились на многие годы, за что я очень благодарна своим Учителям.

Еще одно микробиологическое направление, развивающееся в институте, в это время – выяснение роли тионовых и силикатных бактерий, их роли в переотложении веществ в породных отвалах и рудных телах, а также в изменении реакции среды отвальных субстратов. Оно выполнялось комплексно, с лабораторией рекультивации почв, где активное участие принимал к.б.н. Кулебакин В.Г.

Полученная информация позволила всесторонне оценить работу разных групп микроорганизмов, вскрыть ряд интереснейших с точки зрения почвообразования факторов, указывающих на специфичность взаимоотношений, трофических связей и биохимической роли микробов в конкретных условиях горных и равнинных ландшафтов, аридных и гидроморфных, теплых и холодных местообитаний [Ковалев, Трофимов, 1972].

В этот период в лаборатории почвенной микробиологии проходили аспирантуру молодые ученые из разных уголков Сибири, Дальнего Востока, союзных республик страны.

По результатам исследований 60-70-х гг. сибирских микробиологов были опубликованы многочисленные статьи в журналах, сборниках и монографиях, не утратившие своей ценности в настоящее время. Среди наиболее солидных научных трудов следует выделить коллективные монографии и сборники: «Почвы Кулундинской степи» [1967], «Микрофлора почв Западной Сибири [1970], «Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы» [1974, 1976], «Проблемы сибирского почвоведения» [1977], «Микробные ассоциации и их функционирование в почвах Западной Сибири [1979], «Почвообразование в техногенных ландшафтах» [1979]. В это же время были опубликованы авторские монографии И.Л. Клевенской «Олигонитрофильные микроорганизмы почв Западной Сибири» [1974] и Н.Н. Наплековой «Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири» [1974], Родынюк И.С. в соавторстве с И.Л. Клевенской «Клубеньковые образования травянистых растений Сибири» [1977].

Следует сказать, что микробиологические исследования почв были продолжены и томскими учеными. Они зачастую были схожими по тематике с нашей лабораторией, но выполнены были на других почвенных объектах. Результаты томских ученых представлены в многочисленных региональных сборниках, материалах совещаний. Особого внимания заслуживают: «Вопросы физиологии и биохимии микроорганизмов» [1976], «Микрофлора почв и водных бассейнов Сибири и Дальнего Востока» [1976], а также монография Т.П. Славниной «Азот в почвах элювиального ряда [1978], которая расширила информацию о почвенных процессах почв, рассмотренных в вышедшей накануне монографии Е.М. Непряхина «Почвы Томской области» [1977].

80-е годы прошлого века оказались непростыми для лаборатории микробиологии почв. В 1981 г. ушла в Новосибирский гос. сельхоз. институт д.б.н. Надежда Николаевна Наплекова, где работает поныне (в настоящее время это НГАУ). В 1982 г. перешла в

лабораторию рекультивации почв д.б.н. Клевенская И.Л., где осталась до конца своей творческой деятельности. Покинул институт к.б.н. Кулебакин В.Г.

Несмотря на определенные организационные и финансовые сложности в эти 10 лет, микробиологические исследования почв продолжались в духе заложенных традиций. Сохранились и добрые отношения с ушедшими из лаборатории сотрудниками. По материалам альгологических наблюдений была защищена кандидатская диссертация «Альгосинузии почв Присалаирья» Артамоновой В.С.(1985), по результатам микологических исследований - кандидатская диссертация «Комплекс микроорганизмов в условиях моделирования загрязнения почвы свинцом» Булавко Г.И.(1989). Гантимуровой Н.И. были проанализированы и обобщены данные по денитрификации в генетическом ряду почв, опубликованные затем в книге «Денитрификация в почвах Западной Сибири» [Гантимурова, 1984]. Информация по многолетнему комплексному исследованию орошаемых черноземов лесостепной зоны Новосибирской области сотрудниками лаборатории (Родынюк И.С., Гантимурова Н.И., Косинова Л.Ю., Булавко Г.И., Артамонова В.С.) была включена в коллективную монографию «Черноземы: свойства и особенности орошения» [Панфилов, Слесарев, Сеньков и др., 1988].

Сложились прочные межинститутские творческие связи к.б.н. И.С. Родынюк с сотрудниками ИЦИГ СО АН СССР. В штат лаб. почвенной микробиологии вошел Сметанин Н.И., который под руководством акад. Шумного В.К. и И.С. Родынюк изучал популяционный и сортовой полиморфизм гороха и люцерны. Будучи начальником экспериментальных теплиц ИЦИГ СО АН СССР, он обеспечивал бесперебойное проведение динамических наблюдений за растениями сотрудниками ИПА СО АН СССР. В это же время аспирантка Столярова С.Н. начала заниматься мутантами гороха, продолжив впоследствии эту тему с д.б.н. Сидоровой К.К. (ИЦИГ АН СССР).

Хорошим примером творческих успехов внутри нашего института была работа сотрудников лаборатории физики почв и микробиологов. К.б.н. Маргарита Ивановна Ландина многие годы сотрудничала с д.б.н. Клевенской И.Л., благодаря чему была написана монография «Физические свойства и биологическая активность почв» [Ландина, 1986].

В 1987 г., но уже в Томском университете, вышла другая интересная работа – «Биологическая активность почв Томской области» Л.И. Инишевой и Т.П. Славниной, которая расширила представления о микрофлоре сибирских почв, их ферментативной активности.

Еще одна особенность того времени – привлечение молодых ученых в изучение микробиологических свойств на отвалах КАТЭКа. Под руководством д.б.н. Мордковича В.Г. и д.б.н. Титляновой А.А. в выполнении комплексных исследований участвовали сотрудники лаборатории микробиологии почв и аспиранты лаборатории биогеоценологии, которые апробировали новые подходы к определению активности микробиоты. Определение биомассы почвенных микроорганизмов в молодых почвах проводила Н.Б. Наумова (методом фумигации-инкубации), в разлагавшейся корневой массе - Якутин М.В. (методом определения максимальной скорости CO_2 в модификации д.б.н. Н.Д. Ананьевой).

По результатам микробиологических исследований зрелых и формирующихся почв, в 80-е годы, вышли коллективные сборники «Вопросы метаболизма почвенных микроорганизмов» [1981], «Микробоценозы почв при антропогенном воздействии» [1985], «Микробиологические исследования в Западной Сибири» [1989] и другие.

90-е годы оказались роковыми в судьбе лаборатории почвенной микробиологии. В 1991 г. ушел из жизни проф. Р.В. Ковалев. Одновременно начинался финансовый кризис в стране. Начались большие трудности и в институте. С 1991 г. по 1997 гг. руководство лабораторией почвенной микробиологии было возложено официально на меня (после единогласного прохождения конкурса на заведование). Начался период поиска дополнительного финансирования для проведения микробиологических исследований. Были успехи. Лаборатория в числе первых в ИПА СО РАН финансировалась РФФИ в течение 3 лет (1992-1994 гг.). Все последующие годы (до 2009 г.) дополнительные средства обеспечивались

проектами РФФИ и интеграционными проектами СО РАН, руководителем и соисполнителем которых мне довелось быть. Первые гранты позволили приобрести компьютеры, принтеры, сканер, лабораторную посуду, поездки за границу (по приглашению) с гласными докладами. Это было очень непростое время. Неожиданно ушла из жизни к.б.н. Косинова Л.Ю., начались массовые сокращения в институте (в связи с реорганизацией РАН). Пострадали и микробиологи. Пришлось уйти из Института д.б.н. Клевенской И.Л., м.н.с. Гантимуровой Н.И. Необходимо было привлекать молодежь, обучать микробиологическому ремеслу новых сотрудников. Руководство института способствовало их закреплению и в конце концов коллектив лаборатории составил 8 человек, работая очень продуктивно. Уходили с работы за полночь, как и научные сотрудники других лабораторий: к.б.н. Т.Н. Елизарова, к.б.н. Л.Ю. Дитц.

В начале 90-х гг. почвенно-микробиологические исследования оказались востребованными в экологическом и санитарном аспектах. В Новосибирском научном центре в 1990-1994 гг. действовала экологическая программа, реализованная под руководством акад. В.А. Коптюга. По инициативе д.б.н. И.М. Гаджиева было предпринято изучение почвенно-биологического состояния почв территории Советского района с целью составления рабочего варианта оригинальной карты в масштабе 1:25000. Учитывая, что исследования по многим направлениям проводились впервые, постоянно корректировались задания и выделяемые на их выполнение средства. Трафик денежных потоков в нашу лабораторию постепенно увеличивался, лаборатория жила.

Полученные результаты микробиологических исследований были опубликованы в «Отчете по экологической программе ННЦ СО РАН» [1993, 1994], сборнике «Окружающая среда и экологическая обстановка в Новосибирском научном центре СО РАН» [1995]. К сожалению, эти работы были прерваны из-за ухода Валентина Афанасьевича из жизни. Вместе с тем эти работы продолжились в дальнейшем при разитии нового направления – городского почвоведения. В разные годы изучалась фитопатогенная и энтеропатогенная микрофлора в нарушенных и загрязненных почвах городских и пригородных территорий Западной Сибири с участием к.с.-х.н. Кривошековой Т.Г., лаборантом (с медицинским средним образованием) Девятьяровой С.В. Пробы почв, и снега отбирались с территории Ленинского, Заельцовского, Железнодорожного, Советского, Кировского районов Новосибирска. Творческий союз с нами, микробиологами, обеспечивали почвоведы: к.б.н. Дитц Л.Ю., к.б.н. Шапорина Н.А., д.б.н. Танасиенко А.А., д.б.н. Сысо А.А. и другие.

Результаты комплексных исследований вошли в ряд номеров Сибирского экологического журнала, в докторскую диссертацию «Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв Западной Сибири», защищенную мною в 2000 г.

Микробиологические исследования, проводимые в 90-е годы, постоянно поддерживались проф. Гаджиевым И.М. Научные успехи того времени для меня, как заведующей лабораторией почвенной микробиологии, особенно дороги, поскольку помимо выигранных проектов был приток молодых кадров, приглашения с гласными докладами в Венгрию, Италию, Израиль, Германию, Китай. Поездки на конференции в Италию (1994 г.) и Израиль (1996 г.) были осуществлены при поддержке средств РФФИ. Приглашение в Германию для участия в первой конференции по городским почвам (2000 г.) сопровождалось частичным погашением транспортных расходов немецкой стороной. Поездка в г. Шеньян (2004 г.), в Академию наук, состоялась в составе Делегации СО РАН, возглавляемой акад. Н.Л. Добрецовым. В этой научной поездке я познакомилась с д.г.-м.н. С.Б. Бортниковой (Институт Геологии СО РАН), с которой по возвращению в Новосибирск, были проведены интересные комплексные работы, опубликованные в нескольких номерах Сибирского экологического журнала.

Важно сказать, что при жизни И.М. Гаджиева была реализована и многолетняя программа по «Биоразнообразию». Мне посчастливилось принять в ней непосредственное участие, хотя и эпизодическое. В 2006 г. вышла монография «Биоразнообразие и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование», в которую вошла статья о

почвенных микроорганизмах как базы данных для компьютерной модели биологического разнообразия. Хочу выразить теплые слова в адрес к.б.н. Л.Ю. Дитц. Она своевременно знакомила меня с возможностями новых компьютерных технологий и терпеливо обучала новому делу.

Подводя итог периоду микробиологических исследований, который отличался трепетным сохранением И.М. Гаджиевым ковалевских традиций, следует сказать, что, несмотря на экономические проблемы, по результатам исследований вышел ряд солидных монографий: «Биологическая фиксация азота» [1991], «Нитраты и качество продуктов растениеводства» [1991], «Экология и рекультивация техногенных ландшафтов» [1992], «Сукцессии и биологический круговорот» [1993], «Микробиологические особенности антропогенно-преобразованных почв Западной Сибири» [2002].

К сожалению, нельзя умолчать о грустном. В конце 90-х гг. прошлого века не стало лаборатории почвенной микробиологии, как структурной единицы в нашем институте. Реорганизации, происходящие в 90-е годы в РАН, сопровождались резким сокращением бюджетного финансирования и нерегулярностью поступления денежных средств. Небольшие лаборатории (по численности состава) объединяли. Мне пришлось руководить объединенной лабораторией «Биология почв», а позднее - группой почвенных микробиологов в составе лаборатории почвенно-физических процессов в связи с выполнением общей (на тот момент) темы. В это время были получены новые сведения по миграции микроорганизмов с талыми водами, сохранности микроорганизмов в снежной толще пригородных и городских территорий. Выполнению этих работ, в том числе на стационаре в Усть-Каменке, способствовал д.б.н. А.А. Танасиенко.

В 2006 г., ушел из жизни И.М. Гаджиев – Советник РАН, вслед за его кончиной в институте случился пожар, который нанес непоправимый ущерб микробиологическим исследованиям. Этим потерям предшествовал уход из жизни, в 2003 г., проф. Т.П. Славниной, одной из первых участниц проведения комплексных почвенно-микробиологических исследований в нашем регионе, постоянно уделяющей огромное внимание развитию почвоведения в Сибири, сохранению творческих связей.

В заключение хочу сказать, что со многими выдающимися сибирскими почвоведом и микробиологами, о которых я вспомнила в этой статье, лично была знакома в той или иной степени. Мне, безусловно, очень повезло оказаться рядом с Н.В. Орловским, Р.В. Ковалевым, И.И. Гантимуровым, И.М. Гаджиевым, С.С. Трофимовым, Т.Г. Поповой, Т.П. Славниной, И.Л. Клевенской, Н.Н. Наплековой, И.С. Родынюк и другими.

«Дерево жизни» почвенной микробиологии в нашем институте пока существует и хочется верить, что придет время, когда многие его ветви вновь станут гордостью науки о почвах.

Литература

1. Артамонова В.С. Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 225 с.
2. Базилевич Н.И. О соленакоплении в почвах и водах Барабинской низменности. – Труды юбилейной сессии, посвященной столетию со дня рождения В.В. Докучаева. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – С.545 – 559.
3. Биологическая фиксация азота / Шумный В.К., Сидорова К.К., Клевенская И.Л. и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 271 с.
4. Биоразнообразие и динамика экосистем / Шумный В.К., Шокин Ю.И., Колчанов Н.А., Федотов А.М.; Рос. Акад. Наук, Сиб. отд-ние, Ин-т цитологии и генетики [и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 648 с. – (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 7).
5. Вопросы метаболизма почвенных микроорганизмов. – Новосибирск: Наука, 1981.– 191с.
6. Вопросы физиологии и биохимии микроорганизмов. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1976. – 136 с.

7. Гантимурова Н.И. Денитрификация в почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1984. – 118 с.
8. Ермолаев В.И., Науменко Ю.В. Памяти Татьяны Григорьевны Поповой (1898 – 1992) // Альгология. – 2008. – Т.18. – № 4. – С. 457 -461.
9. Клевенская И.Л. Олигонитрофильные микроорганизмы почв Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1974. – 220 с.
10. Ковалев Р.В., Трофимов С.С. Изученность почвенного покрова Западной Сибири и задачи дальнейших исследований // Генетические особенности и вопросы плодородия почв Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1972. – С. 5-12.
11. Ландина М.М. Физические свойства и биологическая активность почв. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. – 144 с.
12. Микробиологические исследования в Западной Сибири: Сб. науч. Тр. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 167 с.
13. Микробные ассоциации и их функционирование в почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 288 с.
14. Микробоценозы почв при антропогенном воздействии. – Новосибирск: Наука, 1985. – 128 с.
15. Микрофлора почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1970. – 223 с.
16. Микрофлора почв и водных бассейнов Сибири и Дальнего Востока / Материалы регионального совещания. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1976. – 296 с.
17. Наплекова Н.Н. Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1974. – 251 с.
18. Непряхин Е.М. Почвы Томской области. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1977. – 440 с.
19. Нитраты и качество продуктов растениеводства / Лешков А.П., Назарюк В.М., Ткаченко Г.И. и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 168 с.
20. Окружающая среда и экологическая обстановка в Новосибирском научном центре СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1995. – 251 с.
21. Отчет по экологической программе ННЦ СО РАН за 1992 год. – Новосибирск: УД СО РАН, 1993. – 165 с.
22. Отчет по экологической программе ННЦ СО РАН за 1993 год. – Новосибирск: УД СО РАН, 1994. – 155 с.
23. Почвоведы и агрохимии Сибири и Дальнего Востока: Биографо-библиографический справочник / ИПА СР РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 338 с.
24. Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 295 с.
25. Почвы Кулундинской степи. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1967. – 291 с.
26. Почвы Сибири, их использование и охрана // Матер. науч. чтений, посвященных 105-летию со дня рождения Н.В. Орловского (19-20 февраля 2004 г., г. Абакан / РАСХН, Сиб. отд-ние, НИИ АП Хакасии, Хакаское республиканское отделение Докучаевского общества почвоведов, Абакан, 2003 г. – 222 с.
27. Проблемы сибирского почвоведения. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1977. – 256 с.
28. Родынюк И.С., Клевенская И.Л. Клубеньковые образования травянистых растений Сибири. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1977. – 176 с.
29. Скворцова И.Н. Надежда Николаевна Сушкина: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2002. – 92 с.
30. Славнина Т.П. Азот в почвах элювиального ряда. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1978. – 392 с.

31. *Славнина Т.П., Инишева Л.И.* Биологическая активность почв Томской области. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. – 216 с.
32. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Т.1. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сиб. отд-ние, 1974. – 308 с.; Т.2. 1976. – 496 с.
33. Сукцессии и биологический круговорот / Титлянова А.А., Афанасьев Н.А., Наумова Н.Б. и др. – Новосибирск: ВО «Наука». Сиб. изд. Фирма, 1993. – 157 с.
34. *Сушкина Н.Н.* Невидимая жизнь в почве. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1939. – 70 с.
35. Тезисы докладов I-го делегатского съезда почвоведов. Секция плодородия почв (репродукция). – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 127 с.
36. Труды Биологического института АН СССР, Западно-Сибирский филиал. – Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во, 1957. – Выпуск № 3. – 253 с.
37. Труды конференции по вопросам почвенной микробиологии, связанным с внедрением в сельское хозяйство комплекса Докучаева – Костычева – Вильямса. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – 304 с.
38. Черноземы: свойства и особенности орошения / Панфилов В.П., Слесарев И.В., Сеньков А.А. и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 256 с.
39. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / И.М. Гаджиев, В.М. Курачев, Ф.К. Рагим-заде и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. – 305 с.
40. I Ковалевские молодежные чтения «Почвы Сибири: прошлое, настоящее, будущее» / Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием (30 ноября-3 декабря 2010 г.) / Под ред. К.С. Байкова (отв.ред.) – Новосибирск: Изд-во «Окарина», 2011. – 156 с.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПОЧВОВЕДОВ

С.П. Кулижский, С.В. Лойко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, decan@bio.tsu.ru

Социально-экономические реалии современного общества предъявляют широкий перечень требований к знаниям, умениям, навыкам выпускников ВУЗов, претендующих на успешную реализацию своих амбиций и потребностей (материальных и/или духовных) относительно поствузовской социализации и трудоустройства (создания своего дела) и тех благ, которые оно приносит. При наличии на рынке труда спроса под выпускников какой-либо специальности, найти себе место могут даже откровенно «слабые» молодые люди, так как спрос формируется всегда не только на хороших организаторов, но и исполнителей отчетливо оговоренных нормативов. Если же выпускники каких-либо специальностей оказываются не востребованными, то они должны для достижения успеха показать себя поистине многогранными личностями, у них должно хватить талантов, применить полученные знания под инновационную среду постиндустриального городского общества, либо, при необходимости, суметь переучиться в совершенно иной сфере. Именно под второй случай подходят практически все специальности, преподаваемые на факультетах биологического цикла, например такие классические как зоология, ботаника, а также интересующее нас почвоведение. За исключением немногочисленных вакантных мест в учебных и научных организациях, где трудоустройство осуществляется по предварительному знакомству (в том числе и через научные форумы), отчетливый социальный заказ под перечисленные специальности отсутствует. Всё это приводит к тому, что без богатства личностных и профессиональных характеристик, большого числа освоенных практик, а также их продуманной репрезентации в обществе рассчитывать на получение достойного места под Солнцем выпускникам-почвоведом не приходится. От молодого почвоведа, при его желании быть связанным так или иначе со своей специальностью требуется высочайшее напряжение креативных способностей, так как, по сути, он поставлен в условия, когда вынужден создавать сам себе «экологическую нишу». В государстве, у которого в структуре экспорта 80% занимают доходы от продажи сырья, не может быть успешно реализуемых природоохранных и сельскохозяйственных программ, в которых могли бы найти достойное место все выпускники кафедр почвоведения. Лишь те молодые специалисты, которые самостоятельно докажут значимость и необходимость своих знаний, умений и навыков, причем в области напрямую не связанной с почвой, смогут рассчитывать на успех в России, а часть наиболее талантливых и устремленных связать свою жизнь с иными странами, и за рубежом.

Подытожим, молодые специалисты-почвоведы могут быть успешны в случаях, если: а) получают вторую специальность, что относится к большинству выпускников, крепких середняков, особенно женского пола; б) по редкому стечению обстоятельств смогут встроиться в образовательную или академическую систему, где почвоведение сохранилось в «классической» форме (это относится к тем, кому интересны наука и преподавание); в) займут в частных или государственных структурах вакансии, так или иначе связанные с Природой и природопользованием (чаще это природоохранные госструктуры, недропользователи и крайне редко сельскохозяйственные предприятия и агрохимическая служба); г) выпускники гениальны и могут работать в инновационной сфере, либо талантливы как организаторы, создающие своё дело, связанное так или иначе с Природой (крайне редкий случай).

Руководство и коллективы биологических подразделений ВУЗов крайне заинтересовано, чтобы как можно чаще воплощались четыре обозначенных сценария, а особенно последний, как наиболее отвечающий политике государства. В Биологическом

институте Томского государственного института, а также на кафедре почвоведения и экологии почв, в соответствии с обозначенной выше ситуацией выстраивается весь процесс формирования специалистов, который можно разбить на два блока – учебной и просветительской подготовки. Первую условно можно определить как «способствующую увеличению числа красных дипломов с как можно более ёмким приложением (к диплому) списка фундаментальных и современных дисциплин», а ко второму блоку относится всё, что за «пределами учебного расписания».

Исходя из вышесказанного, становится ясно, что одной учебной подготовки уже совершенно недостаточно для успеха студента вне стен ВУЗа, а потому необходимо обеспечить достойную просветительскую подготовку молодого специалиста. В университете осознан и воплощается подход, согласно которому создаются условия, когда студент может выбрать несколько личностных и профессиональных «точек роста», в том числе это: 1) освоение иной, дополнительной специальности, когда к первому диплому студент получает и второй (в ТГУ это чаще всего информатика и иностранные языки); 2) развитие научных и педагогических компетенций (через научную и научно-педагогическую работу); 3) самосовершенствование через развитие лидерских и организаторских талантов. Опишем кратко специфику третьего направления в нашем институте.

Так группой инициативных студентов и при значительной поддержке руководства была создана некоммерческая экологическая организация «ЭЦ Стриж», с самого основания позиционирующая при Биологическом институте. Но в отличие от иных организаций, которые и ранее существовали в структуре ТГУ, в миссию «ЭЦ Стриж» заложена не только цель содействия улучшению экологической обстановке региона, но и способствование формированию организаторских и лидерских качеств институтской (и не только) молодежи. Работа этой организации создала уникальный прецедент, когда в рамках «природоохранной тематики» молодежь получает возможность не только выполнять те или иные научные проекты, но и в большом количестве воплощать их в жизнь, что требует умения найти источники финансирования и правильно выстроить процесс воплощения проекта в жизнь. Участие студентов в проектах организации в качестве организаторов и исполнителей способствовала формированию в институте прослойки активной молодежи, обладающей лидерскими и организаторскими качествами и служащей «ядром конденсации» для остальных, равняющихся на лидеров. По сути, эта «прослойка» формирует благоприятную ситуацию по дальнейшему своему трудоустройству после окончания ВУЗа. Плоды деятельности организации видны уже сейчас, первооснователи её устроились на руководящие должности в различных организациях как государственных, так и некоммерческих природоохранных, причем не только сибирского региона, но и центра.

Но наибольший эффект даёт даже не гарантированный успех поствузовской жизни активных участников этого проекта, а то, что студенты получают на практике незаменимый организаторский опыт, лучше понимают каким образом устроена бюрократическая система, что такое спонсорство и как можно воплотить в жизнь ту или иную идею, не имея «на старте» вообще никаких материальных ресурсов, какие существуют благотворительные фонды и как они работают, кого и что поддерживают. Большим плюсом является и формирование горизонтальных связей между студентами различных специальностей, что в дальнейшем может дать многомерную социальную сеть адекватно мыслящих и имеющих близкие жизненные ориентиры активных граждан, что так необходимо для модернизации сибирской части России.

Итак, именно описанная структура подготовки специалистов обеспечивает наиболее полноценное формирование личностей, которые могут решать самый широкий спектр встающих перед ними задач, формировать среду обитания и создавать «экологические ниши» для выпускников классических биологических специальностей, ведь если сами биологи/экологи не укажут обществу на существующие проблемы, то за них этого не сделает никто, так как никто более отчетливо не понимает всю значимость природоохранной и природопользовательской проблематики. В современных российских реалиях

образовательный процесс, ориентирующийся на положительный результат никак не может замыкаться лишь на одной учебной компоненте, когда выпускники сталкиваются с порой непреодолимыми трудностями при поствузовской адаптации и вынуждены кардинально менять сферу деятельности, а полученные знания и потраченное время пропадает в напраслину.

УДК 631.4

ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИИ В АГРОПОЧВОВЕДЕНИИ XXI ВЕКА

Л.В. Березин

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, docberezin@yandex.ru

Известно, что Правительство РФ не раз обсуждало стратегию развития науки и техники страны, но фактически достигнуто меньше трети от запланированных показателей. Остается низким спрос на инновации, который к тому же имеет неэффективную структуру: перекос в сторону закупки готового оборудования и технологий в ущерб и разработки новых машин, приборов, технологий и внедрению собственных разработок.

В сельском хозяйстве положение не улучшается. *Около трети пахотных земель страны выведено из сельскохозяйственного оборота.* Это больше, чем было освоено в Сибири земель в 1937-1940 и 1954-1959 гг. вместе взятых. В результате – высокая закупка продуктов питания в других странах.

Утверждение Постановлением Правительства РФ от 14.07.2012 г. № 717 «Государственной программы развития АПК на период до 2020 года» создает базу коренного изменения сложившегося положения. При этом к приоритетам первого уровня относится *«в сфере развития производственного потенциала – мелиорация земель сельскохозяйственного назначения, введение в оборот неиспользуемых пашни и других категорий сельскохозяйственных угодий...»*. Выступления первых лиц Государства свидетельствуют, что главное направление решения этих задач - инновация и модернизация во всех создаваемых технологиях.

Что же отражают эти новые для нас понятия?.. Под инновацией (англ. "innovation" - нововведение, новшество, новаторство) понимается *использование новшеств* в виде новых технологий, видов продукции и услуг. Новшество приобретает новое качество и становится нововведением (инновацией) только с момента его внедрения. Модернизация предполагает приведение технологии к современным стандартам и *движение от ликвидации пережитков прошлого в настоящее, а инновации – движение из настоящего в будущее.* Но это не прибавка урожая от какого-то элемента технологии или сокращение затрат на выпуск продукции, а *изменение технологии производства с расчетом на высокий эффект вложенного капитала при сегодняшних или вчерашних затратах!!!*

Новое поколение исследователей может добиться инновационного успеха в том случае, если не пойдет известным путем. Чтобы сделать лучше, нужно найти иной путь. Альберт Эйнштейн, писал: «Ты никогда не решишь проблему, если будешь думать так же, как те, кто ее создал».

В почвенной науке и ее результатах инновационные результаты по большинству показателей отстают от других биологических наук. В последние годы одним из инновационных достижений чаще других называют новую классификацию почв России. Действительно она существенно отличается от классической (1977 г) разделением каждой группы почв на два типа - почвы биоценозов и агроценозов. Но на этом нельзя остановиться. Действующая система таксономических единиц была установлена межведомственной комиссией по классификации почв при АН СССР в 1958 г. на базе положений разработанных Л.И. Прасоловым. Он считал, что тип почвы характеризуется «единством происхождения, миграции и аккумуляции веществ». В решении комиссии указано, что типы почв

различаются по проявлению основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами. В таком случае остается не ясным изменяется ли основной процесс почвообразования после освоения в пашню той или иной почвы. Почвенных режимы, безусловно изменяются и это важно учитывать, но стоит прекратить использование в пашне, как под влиянием сохранившихся без изменения природных факторов почвообразования, как большая часть основных показателей почв восстанавливается. На этом основании и сложилась традиционная сибирская залежно-паровая система земледелия, благодаря которой в течение 300 лет сохранялись условия высокой продуктивности маломощных почв региона. Достаточно напомнить, что стоило прекратить работы по известкованию, как восстанавливается и даже усиливается кислотность агродерново-подзолистых почв. Аналогичная картина по нашим данным наблюдается и в агросолонцах. В них процесс реставрации солонцеватости даже после гипсования четко проявляется каждый зимний период, когда снижается растворимость кальциевых солей. И лишь при повышении температуры почвы вновь проявляется положительный эффект химической мелиорации. Без нее плодородие агросолонцов, чаще всего, ниже, чем этих почв в момент освоения. Очевидно нам стоит учесть опыт американской почвенной службы. Если совсем недавно мы рассказывали студентам об особенностях 7-го приближения в их классификации почв, то сегодня уже действует тринадцатое приближение. И этому не стоит удивляться. Достаточно напомнить, что Докучаевская классификация почв даже в нашей стране была официально утверждена в качестве общесоюзной только через 94 года после ее опубликования. Не лучшая судьба ожидает и новую формально инновационную классификацию почв.

В 2012 г. нами, совместно с покойным профессором МГУ Л.О. Карпачевским, опубликовано учебное пособие «Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии». В нем для аспирантов и магистрантов нам удалось раскрыть значительную часть соответствующих проблем современного почвоведения. Инновационные задачи агрохимиков и экологов еще ждут своих исследователей. В данном сообщении будут частично освещены лишь те из инновационных решений, в разработке которых пришлось участвовать лично.

Мне посчастливилось учиться у корифеев агропочвоведения К.П. Горшенина и Н.Д. Градобоева, юбилеи которых мы отмечаем в текущем году. Под руководством доц. Н.А. Плотникова в период освоения целины в 1952-1955 гг. был накоплен опыт оценки продуктивности биоценозов и определения возраста залежных земель. Под руководством А.Е. Возбуцкой и В.М. Прудниковой удалось по составу растительности выявлять природные залежи известковых мергелей и провести первый в Сибири полевой опыт по известкованию местными материалами. Это открыло дорогу данному методу на просторы Сибири, хотя в лекциях Горшенина мы слышали, что известкование почв полезно и в Сибири, но перевозка извести от месторождений до поля обойдется дороже получаемой прибавки урожая.

За свою 60-летнюю научную карьеру (работая агрономом колхоза после окончания института, я заочно был аспирантом Н.Д. Градобоева) мне постоянно предстояло проверять те рекомендации, согласно которым *так делать нельзя*. В первый период на основании производственного опыта и дополнительных исследований с трактором и новым экспериментальным плугом в кандидатской диссертации удалось доказать несовершенство принятой в Государстве методики определения норм выработки при обработке солонцовых почв. Мы добились пересмотра оплаты труда, несмотря на то, что всем известно, что пахотный слой солонцов меньше, чем у черноземов.

Докторская диссертация была защищена в Московской сельскохозяйственной академии единогласно, хотя в ней защищалась крамольная идея возможности и целесообразности гипсования луговых солонцов, на которых оно противопоказано. В отзыве ведущей организации бывший зав. лаборатории мелиорации почв ИПА СО РАН указал, что «основные позиции соискателя антинаучны, а их реализация приведет к глобальной экологической катастрофе». Теоретически рецензент прав - после мелиорации

вторичное засоление неизбежно. Но почему при гипсовании 75 % всех массивов Омской области, нуждающихся в гипсовании, его не происходит, за 50 лет исследований установить не удалось. Нужно, вероятно, еще 15-20 лет.

Сегодня, а точнее, последние 4 года, мы пытаемся найти новые перспективные подходы к решению проблемы повышения продуктивности земель низкого плодородия, вынуждено включенных в состав пахотных массивов, т. к. они залегают в сложных почвенных комплексах. В частности, в этих целях изучается целесообразность внесения в почву вместо гипса и извести химически инертных пористых мелиорантов-сорбентов, которые могут активизировать микробиологическую активность тех горизонтов, в которых ею ограничивается развитие корневой системы возделываемых культур. Основным методом изучения процесса не анализ состава ППК, а исследование интенсивности «дыхания почвы». Но сколько еще есть не изученных путей решения этой загадки Природы, покажет будущее.

Говоря об итогах внедрения мелиорации солонцовых почв, можно отметить, что на солонцах многонариевых, ее эффект в Сибири прослежен свыше 35 лет, хотя через 15-25 лет уже проявляется целесообразность повторного внесения гипса. Но на солонцах малонариевых, которых в Природе, по теории К.К. Гедройца, быть не может, но которые преобладают в Ишимской степи, *повторное гипсование не обеспечивает* экономически оправданного повышения урожайности полевых культур, а гипс, купируя пептизируемость почвенных коллоидов, обеспечивает последствие гипсования свыше 20 лет. Доказано, что дальнейшее повышение продуктивности гипсованных солонцов достигается применением органических удобрений, *но не одновременно с гипсом*, а лишь *после* достижения эффекта мелиорации.

Многих удивляло, что в качестве альтернативы мелиорации в Сибири при использовании солонцовых земель рекомендовано периодическое глубокое рыхление на фоне безотвальной системы обработки. И в то же время утверждается необходимость сохранения водонепроницаемого солонцового экрана во избежание повторного поднятия минерализованных грунтовых вод. После завершения докторских диссертаций А.С. Мигуцкого и П.Г. Кулебакина по освоению целинных солонцов Сибири к 1970 гг., глубоких почвенных исследований приемов их мелиоративной обработки в течение 40 лет не проводилось. За эти годы десятки поисковых опытов не давали существенных положительных результатов. В итоге широкое внедрение безотвальной системы обработки в хозяйствах Омской области привело к *повсеместному снижению урожайности* по сравнению с отвальной системой и к концу XX в. большинство хозяйств от нее отказались.

Лишь в 2005 г. нашему творческому коллективу удалось создать новый чизельный глубокорыхлитель РН-4, который с 2009 г. вошел в список «100 лучших товаров России». В 2011 г. был получен очередной патент на модернизацию этого орудия с целью внесения в подпахотный слой, на фоне безотвальной обработки, гранулированных мелиорантов-сорбентов одновременно с послеуборочными остатками. В итоге созданы все предпосылки для широкого внедрения нового инновационного приема мелиоративной обработки комплексных массивов с участием пятен почв низкого плодородия. При этом если плуг обрабатывает за один проход полосу шириной 2,8 м глубиной 20 см, то тот же трактор с рыхлителем РН-4 обрабатывает на 30 см полосу 4,3 м. Идет поиск увеличения ширины захвата до 5 м при лучшем качестве рыхления подпахотного слоя. Надеемся, что этот путь окажется также инновационным...

Третье направление творческих поисков нашего коллектива связано с упразднением в России почвенной службы, которая была создана в 1937 г. по решению засекреченной выездной Омской сессии ВАСХНИЛ. Это позволило кадастровой службе страны спокойно, без вмешательства почвоведов, определять объемы земельного налога с землепользователей. Но вскоре, и муниципальным органам и самим землевладельцам потребовались новые знания о состоянии почвенного покрова и путях рационального использования почв. Пришлось провести 10-летнее изучение возможности почвенного дешифрирования космических снимков различных стран. Оказалось, что принятая во всех странах методика

оценки почвенного покрова на основе цифровой модели рельефа, которую не сложно получить наложением синхронных снимков, не может использоваться в равнинных регионах типа Западной Сибири с ее микрорельефностью и комплексностью почв. О сложности проблемы свидетельствует простой факт. Осенью 2012 г. в Тюмени успешно защитила кандидатскую диссертацию О.С. Сергеева. Но перед этим она пролила немало слез, получив отрицательный отзыв Почвенного института им. Докучаева и рекомендацию оппонента из ИПА СО РАН снять диссертацию с защиты для доработки. Соискатель не изучал возможности традиционной методики, а сразу пошел иным путем. Победу соискателю в декабре 2012 г. обеспечила одна ее фраза: «эти вопросы и замечания дискуссионные и мы от своих выводов не отказываемся». Весной 2013 г. наш проект дешифрирования почвенного покрова равнинных регионов, представленный на Международный форум по итогам общего голосования участников форума с участием специалистов 15 стран, получил оценку: «лучшее интеграционное решение с применением геопространственных данных». По итогам исследований мы в 2011 г получили в порядке обмена служебной информации отчет канадских ученых по изучению использования земель Индии, а также безвозмездно космический германский снимок территории наших исследований с разрешением 5 м в пикселе, а осенью 2013 г. - снимок, полученный 2012 г. на этот район китайским спутником. Ожидаем решения о таком же подарке из Кореи. Это говорит о всеобщем интересе к инновационным поискам сибирских исследователей и это вдохновляет на продолжение работы, хотя, к сожалению, выполняется она без какого-либо целевого финансирования на энтузиазме молодых исследователей.

В заключении, целесообразно отметить, что для многих молодых ученых весьма трудным является ответ на традиционный вопрос: каковы особенности методологии проводимых исследований. Наши аспиранты последних лет базировались на разработанном Омским профессором Разумовым категориально-системном подходе. В частности, вопросы динамичности процессов рассолонцевания и осолонцевания почв, и вопросы выбора диапазонов космической съемки почвенного покрова, рассматривались ими на основе анализа маятниковой системы, господствующей в большинстве природных процессов, например, известной цикличности солнечных пятен или периодов увлажнения и засушливости, в т.ч. проблем потепления и похолодания климата Планеты.

Таким образом, становится ясным, что успешное решение задач, стоящих перед аграрным комплексом нашей страны, да и всего человечества, в свете все более напряженной демографической ситуации, возможно только в том случае, если новое поколение ученых-аграрников найдет новые неисследованные пути повышения коэффициента использования солнечной радиации почвами, биоценозами и, особенно, агроценозами с 0,3-0,5 до 2%. Вновь созданные сорта зерновых и других культур уже имеют потенциал поглощения солнечной энергии до 3-3.5 % и обеспечивают урожайность полевых культур до 7-10 т/га высокоценного зерна.

Только в этом случае Почва станет для Человека настоящей кормилицей и не будет актуальной задача освоения целины на Луне или Марсе.

ВОДНО-ПОЧВЕННАЯ СИСТЕМА И БИОТИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ В БИОГЕОЦЕНОЗАХ КАРАЧИНСКОЙ КАТЕНА

А.А. Титлянова

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, argenta@issa.nsc.ru

Карачинская катена, на которой велись разносторонние системные наблюдения с 1967 по 1973 гг., расположена в лесостепной зоне Западной Сибири и приурочена к Барабинской низменности, к ее низкой структурно-геоморфологической ступени – Причановской депрессии (54°40' с.ш.; 76° в.д.). На территории стационара изучены биогеоценозы высокой гривы, древнего приозерного вала, третье и второй приозерной террасы и приозерной поймы.

В качестве примеров, на которых показано соотношение миграционных процессов в водно-почвенной системе и системе биотического круговорота, выбраны две характерные экосистемы: луговая степь на обыкновенном черноземе (высокая грива) и разнотравно-бобово-вейниковый луг на черноземно-луговой солонцевато-солончаковой почве (древний приозерный вал, нижняя часть склона) [Структура, функционирование ..., 1976].

В данной статье рассматривается миграция С, N, К и Са в почвах двух выбранных экосистем и биотический круговорот в тех же экосистемах.

Миграция химических элементов в почвах

Поступление химических веществ в экосистемы с атмосферными осадками осуществляется как с дождевыми водами, так и со снегом. Для оценки прихода атмосферных осадков учитывалось фактическое количество осадков, которое или впитывалось в почву или испарилось с поверхности. С этой целью определяли запасы воды в снеге и объем стока в каждом биогеоценозе. С дождем приносится в 2-3 раза больше осадков, чем со снегом. Минимальное количество осадков поступает в автономные экосистемы (луговая степь) и в почвы луговых биогеоценозов древнего приозерного вала. В связи с близким количеством осадков почти не отличается и количество химических элементов, приносимых осадками (табл. 1).

Таблица 1

Входные потоки К, Са, С, N в почву чернозема обыкновенного и черноземно-луговую почву, кг/га·год

Поступление	Чернозем				Черноземно-луговая почва			
	K+Na	Ca	C	N	K+Na	Ca	C	N
С дождем	18,8	2,7	30	3,0	19,9	2,7	30	3,0
Со снегом	5,3	0,8	9	0,5	4,6	0,7	7	0,6
Всего	24,1	3,5	39	3,5	24,5	3,4	37	3,6

Поступление элементов с атмосферными осадками практически одинаково для двух рассматриваемых экосистем. Из четырех элементов с осадками вносится больше всего углерода. Количества приносимых осадками N и Са практически равны. Гораздо сильнее варьируют показатели поступления и выноса химических элементов с водами поверхностного стока (табл. 2).

Таблица 2

Вход и выход элементов с поверхностным стоком, кг/га·год

Поток	Чернозем				Черноземно-луговая почва			
	K+Na	Ca	C	N	K+Na	Ca	C	N
Вход	нет	нет	нет	нет	38	12,5	546	22
Выход	0,45	3,8	163	6,1	207	25	870	33
Разница	-0,45	-3,8	-163	-6,1	-169	-12,5	-334	-11

Вынос химических элементов с поверхностным стоком резко отличается в двух рассматриваемых биогеоценозах. Из черноземно-луговой почвы выносятся почти тонна углерода, из чернозема – всего 163 кг. Особенно велика разница по сумме Na+K: 0,45 кг/га – выход из чернозема и 207 кг – из черноземно-луговой почвы. Чернозем не получает элементов с поверхностным стоком, так как он расположен на вершине гривы. Черноземно-луговая почва, занимающая нижнюю часть склона древнего приозерного вала, получает элементы с поверхностным стоком из вышележащих почв, но теряет больше, чем получает. Бюджет по всем рассматриваемым элементам оказывается отрицательным для обеих экосистем [Базилевич, 1976].

Одним из основных механизмов почвообразовательного процесса является миграция и перераспределение в почвенном профиле водно-растворимых органических и минеральных соединений, осуществляемые водными, особенно гравитационными растворами. Соли, мигрирующие в профиле черноземов, лишь в незначительной части остаточные. В основном их содержание ежегодно пополняется при минерализации подстилки и разлагающихся подземных органов растений. В сухие годы миграция веществ в профиле слабая, в многоснежные и более богатые осадками годы перемещение веществ из верхних горизонтов в нижние более значительно, иногда даже происходит их вынос за пределы метровой толщи. Характерна миграция из горизонта А и закрепление в горизонте В (20-35 см) растворимых форм углерода и азота (табл. 3).

Таблица 3

Поток элементов с гравитационными водами, кг/га·год					
Глубина, см	Na	K	Ca	C	N
Чернозем					
0-20	-5,0	-0,1	-2,5	-0,2	-1,9
20-35	-3,2	+0,1	+0,1	+0,2	+1,2
35-55	+6,8	сл	+0,1	+0,1	+0,3
> 55	+18	сл	+1,5	сл	+0,4
Черноземно-луговая почва					
0-23	-84	-1,9	-16	-13	-3
23-40	-41	+0,4	+91	-2,3	+1,6
40-100	+16	+1,1	+5,4	+14,3	+1,3
> 100	+9	+0,5	+1,4	+1,0	нет

Выщелачиваемые нисходящими потоками соли могут при летнем иссушении черноземов подниматься снизу вверх с подвешенными растворами, отчасти поглощаться растениями и таким образом вовлекаться в новые биологические циклы [Базилевич и др., 1976].

Движение солей с гравитационными водами значительно интенсивнее в лугово-черноземной почве. Натрий здесь выносятся ниже горизонта В. Достаточно глубоко просачиваются растворимые органические вещества, в то время как K, Ca и N вымываются только из верхнего слоя и задерживаются в горизонте В. Летом соли из глубоких горизонтов вновь подтягиваются к поверхности, аккумулируясь под влиянием корневой десукции главным образом в горизонте В.

Внутрипочвенный боковой сток, как и гравитационно нисходящий – важный фактор переноса продуктов почвообразования в пределах ландшафта. Формирование внутрипочвенного бокового стока происходит под влиянием гравитационных сил и уклона поверхности в период значительного переувлажнения почв в верхних частях склона. Одной из причин формирования внутрипочвенного бокового стока является почвенная мерзлота.

В Барабе благоприятные условия для формирования внутрипочвенного бокового стока создаются ранней весной, когда в процессе оттаивания мерзлоты поверхностные воды фильтруются лишь до мерзлого экрана и избыточная их часть стекает вниз по уклону. По

мере отступления мерзлоты внутрипочвенный сток также перемещается книзу [Базилевич и др., 1976а, 1976б].

По сравнению с другими потоками перенос веществ с боковым стоком не велик: не кг, а г на га и в черноземе и черноземно-луговой почве (табл. 4). Только перенос Na и органических веществ по всему профилю достигает 0,5 кг/га. Такой элемент, как К, прочно удерживается в обеих почвах. Его вынос с боковым стоком не превышает 1 г/га в черноземе и 10 г/га в черноземно-луговой почве.

Таблица 4

Поток элементов с внутрипочвенным боковым стоком

Глубина, см	Объем воды, м ³ /га	Na	K	Ca	C	N
Чернозем, г/га·год						
0-25	0,6	4	1	12	6	0,2
25-35	0,3	2	1	6	3	0,1
35-60	0,2	3	сл	3	3	сл
0-60	1,1	9	2	21	12	0,3
Черноземно-луговая почва, кг/га·год						
0-23	1,2	0,14	0,01	0,01	0,10	н.д.
23-40	1,2	0,12	сл	0,02	0,15	н.д.
40-75	0,6	0,15	сл	0,05	0,15	н.д.
75-100	0,4	0,07	сл	0,02	0,13	н.д.
0-100	3,4	0,48		0,10	0,53	н.д.

Среди всех рассмотренных потоков наиболее интенсивен поверхностный сток, с которым может перемещаться 25 кг Ca, 33 кг N и до 1000 кг/га·год углерода.

Запасы химических элементов в почвах и фитомассе

Прежде чем перейти ко второй обменной системе – биотическому круговороту – рассмотрим запасы выбранных элементов в почве и в растительном веществе. В растительное вещество включается зеленая фитомасса, G, надземная мертвая фитомасса – ветошь, D, и подстилка, L, а также запасы живых, B, и мертвых, V, подземных органов растений (табл. 5).

Таблица 5

Запасы C, N, K и Ca в почве (0-50 см) и растительном веществе луговой степи и вейникового луга, г/м²

Химический элемент	Луговая степь		Вейниковый луг	
	Почва	Растительное в-во	Почва	Растительное в-во
C	9850	1187	8720	1285
N	970	22,1	874	35,0
K	9630	15,7	12300	10,3
Ca	7550	34,8	4000	28,1

Запасы рассматриваемых элементов в почве намного выше, чем в растительном веществе. Углерода в слое почвы 0-50 см в 7 и 8 раз больше, чем во всей фитомассе, включая запас живых и мертвых корней в том же слое почвы; азота больше в 25 и 40 раз. Что же касается K и Ca, то их запасы в почве превышают запасы в фитомассе от 100 до 1000 раз (табл. 6). Между запасами C в почве и в фитомассе нет прямой связи, ибо растения потребляют углерод из воздуха. Запасы C в почве – это накопление гумуса за счет биотического круговорота. Нет также прямой связи между запасами K и Ca в почве и в фитомассе, так как подавляющая часть K и Ca закреплена в минералах и не доступна

растениям. И только содержание N в почве связано с его запасами в фитомассе, хотя и в данном случае фитомасса потребляет лишь минеральные формы азота. Подавляющее же количество N связано в гумусе.

Таблица 6

Запасы элементов в растительном веществе в % от запасов в почве

Химический элемент	Луговая степь	Вейниковый луг
C	12,0	14,7
N	2,20	4,00
K	0,16	0,08
Ca	0,46	0,70

Приведенные цифры свидетельствуют лишь о том, что основные запасы элементов органоенов накоплены в почвах, в биотическом же круговороте используются незначительные доли этих запасов.

БИОТИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ

Чистая первичная продукция и бюджет N, K, Ca в луговой степи и вейниковом лугу

Мы не изучали полный круговорот углерода по ряду технических причин. Для углерода оценивалась чистая первичная продукция, NPP, т.е. то количество органического вещества, которое создается фитоценозом за год на единице площади. Методы оценки NPP описаны нами подробно ранее [Титлянова, 1977].

Цикл, связанный с круговоротом C, включал в себя следующие процессы:

1. Образование надземной продукции, ANP
2. Отмирание надземной фитомассы, G и переход ее в ветошь $G \rightarrow D$
3. Образование подстилки L из ветоши, $D \rightarrow L$
4. Разложение подстилки, $L \rightarrow CO_2$
5. Прирост подземных органов, B, т.е. образование подземной продукции BNP
6. Отмирание подземных органов: $B \rightarrow V$
7. Разложение подземных органов: $V \rightarrow CO_2$

Каждый процесс обозначался определенным символом. Прирост надземной фитомассы: $\Delta G = ANP$, образование ветоши - ΔD , образование подстилки - ΔL , минерализация подстилки - ΔM , прирост подземных органов растений - $\Delta B = BNP$, отмирание подземных органов растений - ΔV , разложение подземной мертвой фитомассы - ΔW . Специальный опыт и балансовые уравнения позволили нам оценить все указанные процессы количественно [Титлянова, 1979].

Приведем данные о круговороте углерода за один год: 20.05.1971 – 20.05.1972 для луговой степи и вейникового луга (табл. 7).

Таблица 7

Интенсивности процессов круговорота углерода, т/га·год, выраженного в сухом веществе

Процесс	Степь	Луг
$\Delta G = ANP$	3,82	4,88
ΔD	3,71	4,82
ΔL	2,34	4,06
ΔM	1,98	3,82
$\Delta B = BNP$	18,6	26,7
ΔV	18,4	20,2
ΔW	22,1	34,4
$NPP = ANP + BNP$	22,4	31,6

Итак, чистая годовичная первичная продукция составляет 22,4 и 31,6 т/га·год. При пересчете на углерод соответствующие величины равны 10,1 и 14,2 т/га·год. Такое

количество углерода образует фитомассу и проходит различные стадии превращения, выделяясь затем в воздух в виде CO₂.

Максимальное количество углерода, приносимого осадками и поверхностным стоком составляет 202 кг/га·год в луговой степи и 583 кг/га·год в почве вейникового луга. Количество С, выносимого водой из чернозема и черноземно-луговой почвы достигает 163 и 870 кг/га соответственно.

Биотический же круговорот формирует поток углерода, равный 10 т/га·год в луговой степи и 14 т/га·год на вейниковом лугу. Интенсивности потоков углерода, связанных с биотой, превышают интенсивности миграционных потоков в почве в 60 и 16 раз. Запасы углерода намного больше в почвах, а интенсивности его потоков – в системе биотического круговорота.

Потоки N, K и Ca в системе биотического круговорота

Оценивая круговорот химических элементов в травяных экосистемах, мы рассматриваем следующие потоки*:

1. Потребление элемента фитоценозом из почвы, Sl→B
2. Транслокация элемента из корней в надземную фитомассу, B→G
3. Обратная транслокация элемента из надземных органов в подземные, G→B
4. Закрепление в ветоши, G→D
5. Выщелачивание элемента осадками из надземных органов в почву, G→Sl
6. Прижизненные выделения из подземных органов в почву, B→Sl
7. Поступление в почву при разложении подстилки, L→Sl
8. Поступление в почву при разложении мертвых подземных органов, V→Sl
9. Общее поступление элемента из фитомассы (надземной+подземной) в почву Pl→Sl

Бюджет N, P, K за год для луговой степи и вейникового луга представлен в таблице 8.

Таблица 8

Бюджет N, K, Ca за год (20.05.1971 – 20.05.1972) в экосистемах луговой степи и вейникового луга, кг/га·год

Элемент	Sl→B		B→G		G→B		G→D		G→Sl		B→Sl		L→Sl		V→Sl		Pl→Sl	
	л.с.	в.л.	л.с.	в.л.	л.с.	в.л.	л.с.	в.л.	л.с.	в.л.	л.с.	в.л.	л.с.	в.л.	л.с.	в.л.	л.с.	в.л.
N	330	385	66	46	32	1,0	30	31	5	8	0	0	43	21	310	278	358	307
K	121	213	66	48	10	7	25	18	31	24	10	14	19	15	78	74	138	127
Ca	346	480	50	17	4	0	46	17	0	0	0	16	87	26	415	371	502	413

Прежде всего, следует отметить очень высокую интенсивность потоков: входных в растительность фитоценозов и выходных в почву. Они намного превышают интенсивность почвенных потоков этих элементов. Так, с поверхностным потоком за год из чернозема выносятся 4 кг/га Ca и 6 кг/га N, а из черноземно-луговой почвы – 25 кг/га Ca и 33 кг/га N (см. табл. 2). К сожалению K анализировали совместно с Na и сравнить данные по калию невозможно. За счет биотического круговорота ежегодно потребляется из почвы и вносится в почву 300-360 кг/га N, 120-210 кг/га K и 400-500 кг/га Ca.

Таким образом, интенсивность биотического круговорота превышает ежегодную миграцию элементов с водами в 10-20 раз. Биотический круговорот является главным механизмом перераспределения углерода между атмосферой и почвой, и таких элементов как N, K, Ca – между почвой и растениями.

*Вводим два новых обозначения: Sl - почва и Pl - все компоненты растительного происхождения.

Следует специально отметить, что биотический круговорот обеспечивает непрерывное движение атомов по круговым траекториям, в то время как водная миграция (поверхностный сток) непрерывно работает в одном направлении – сверху вниз по катене и

результаты ее деятельности суммируются. Так за 10-20 лет количества мигрирующих по плоскости элементов оказывается равным количеству элементов, захваченных биотическим круговоротом.

Широкая популярность и непреходящее значение работ, выполненных на Карачинской катене и изложенных в двух томах коллективной монографии «Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы», заключаются в том, что последовательно и количественно были изучены водные миграционные потоки между двенадцатью экосистемами, лежащими на катене, а также внутренние (сверху вниз и снизу вверх) потоки, связанные с гравитационными и восходящими грунтовыми водами. И каждая из двенадцати экосистем была охарактеризована круговыми потоками биотического круговорота.

Нельзя полностью изучить никакую систему, но можно сознательно и планомерно получить максимум информации о сложных биотических процессах, в результате которых в ходе эволюции возникают разные почвы и разные ландшафты. Именно это и было сделано на Карачинской катене в 1967-1973 гг. дружным коллективом исследователей под руководством профессоров Н.И. Базилевич и Р.В.Ковалева. И это одна из главных причин, почему возникли и продолжают Ковалевские чтения.

Литература

1. *Базилевич Н.И.* Миграция химических веществ с атмосферными осадками и водами поверхностного стока / Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – Том 2. – С.82-90.
2. *Базилевич Н.И., Курачев В.М., Чижикова Н.П., Градусов Б.П., Горина А.И.* Формирование и состав вод внутрипочвенного нисходящего стока и миграция химических веществ / Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – Том 2. – С. 90-110.
3. *Базилевич Н.И., Курачев В.М., Градусов Б.П., Чижикова Н.П., Рябова Т.Н., Осина Л.В.* Химический состав вод бокового внутрипочвенного стока и миграция химических веществ / Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – Том 2. – С. 110-130.
4. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. – Том 1. – 308 с.
5. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – Том 2. – 496 с.
6. *Титлянова А.А.* Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1977. – 224 с.
7. *Титлянова А.А.* Биологический круговорот азота и зольных элементов в травяных биогеоценозах. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 150 с.

ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ КАК ИНДИКАТОРА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

М.И. Дергачева

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, mid555@yandex.com

Одной из особенностей системы гумусовых веществ (СГВ) является способность отражать изменения, происходящие во внешней по отношению к ним среде, в своих внутренних состояниях. Это сказывается на составе, свойствах и структурных особенностях гуминовых кислот (ГК) в виде появления разнообразных признаков: количественных соотношениях элементов, структурных перестройках, появлении новых свойств, а также соотношении ГК с другими компонентами СГВ. Одни из этих признаков отражают свойства «почвы-момента» и появляются на короткий срок воздействия изменяющихся условий, другие – отражают длительное постоянное влияние, сохраняются во времени и относятся к понятию «почва-память». Поэтому выявление динамичных и статичных признаков, характеризующих состав, свойства и структурные особенности гумусовых веществ, которые выработались в них как ответная реакция на состояние формирующей их природной среды, является актуальной проблемой. Решение этой проблемы предопределяет необходимость разграничения признаков гумусовых веществ на те, которые быстро реагируют на состояние окружающей обстановки, следуют за ее изменением и проявляются в свойствах, не сохраняющихся во времени, и на те, которые выработались в ней как ответная реакция на состояние формирующей ее среды, «закрепились» в составе, структурных признаках и свойствах и сохраняются во времени. Первая задача требует обнаружения и познания суточного, погодного, сезонного непостоянства признаков системы гумусовых веществ, вторая – выявления совокупности тех признаков, которые сохраняют во времени свои специфические свойства, соответствующие природной среде времени формирования системы гумусовых веществ.

Состояние системы гумусовых веществ можно определять по той информации, которую несут состав, структура и свойства отдельных ее компонентов и их соотношение в системе. Информацией могут служить структурные особенности, конфигурация, соотношение элементов в гумусовых веществах, а также соотношение самих компонентов системы, те из них, которые адекватно отражают экологическое состояние среды их формирования и функционирования (мезопризнаки климата, связанной с ним специфики растительности, животного населения и почв).

Оба вопроса находятся в стадии разработки, но есть ряд позиций, которые уже обозначились в проблеме.

По первому вопросу (о реакции системы гумусовых веществ на меняющуюся обстановку функционирования) в литературе есть многочисленные материалы об изменении гумуса при введении почв в сельскохозяйственный оборот, несколько меньший объем данных об изменении его в сезонном и годовом циклах биоклиматических обстановок, практически нет данных по реакции гумусовых веществ на суточные ритмы экологических условий. Эти материалы требуют, прежде всего, обобщения с позиций понятия «почва-момент», чтобы определить те пробелы в информационном поле, которые требуют получения дополнительных материалов.

Что касается второго вопроса – сохранности ряда признаков состава, структурных особенностей и свойств гумусовых веществ и их соотношения во времени – то этот вопрос активно разрабатывается в Институте почвоведения и агрохимии СО РАН более 35 лет. Выявлены характеристики состава и свойств гуминовых кислот, тех, которые изменяются в диагенезе незначительно, так, что их величины, независимо от длительности существования почв, не выходят за рамки типовых и подтиповых показателей. В природных модельных экспериментах показано, что система гумусовых веществ может сохранять свои свойства

даже при резкой смене условий функционирования [Дергачева, 1989]. Установлено, что гуминовые кислоты и их соотношение с фульвокислотами сохраняют типовые признаки в плиоцен-голоценовый период [Дергачева и др., 2000], хотя есть работа, показывающая сохранность диагностической значимости гумуса в почвах верхнего карбона [Алексеева и др., 2009].

Каковы причины сохранности параметров состава, структуры и свойств гуминовых кислот и их соотношения с другими компонентами гумуса во времени? Одна из причин может заключаться в том, что гумус или совокупность гумусовых веществ, являясь системой, обладает способностью самовосстановления на разных уровнях её организации (отдельных компонентов системы и соотношении компонентов между собой), о чем свидетельствуют многочисленные данные о поведении СГВ в меняющейся обстановке. Другой причиной теоретически может служить полная изоляция и консервация гумусовых веществ. Но этот вопрос пока не имеет достаточной доказательной базы.

Еще один очень важный вопрос, разрабатываемый в ИПА СО РАН – это создание основы, которая может способствовать проведению диагностики состояния природной среды как современного, так и древнего времени.

Выявленные количественные связи экологических (как можно более разнообразных) характеристик для разных зональных, провинциальных, локальных условий в позднелетний период (когда заканчивается продукционный процесс и система гумусовых веществ переходит в наиболее стабильное состояние [Дергачева, 1984]) могут служить, с одной стороны, исходными материалами для выявления изменчивости состояния системы, с другой – для расшифровки информации о древней природной среде методом актуализма, закодированной в признаках состава, структурных особенностей и свойствах гумусовых веществ. Создание таких своеобразных «ключей», т.е. выявление и систематизация всех возможных соответствий количественных характеристик того или иного признака системы гумусовых веществ количественным показателям экологических характеристик природной среды или процессов, сформировавших этот признак, является еще одной злободневной проблемой.

Многочисленными исследованиями разных ученых установлено, что состав, структурные особенности и свойства гумусовых веществ и их соотношение четко отвечают биоклиматическим условиям их формирования: в разных зональных условиях формируются специфические вещества с определенным набором количественных характеристик, которые варьируют в ограниченном (типовом) поле. Но очень мало данных, отражающих такую связь на уровне мезоклимата, мезорельефа, локальной пестроты литогенной основы, на которой формируется почва т.е. влиянии конкретных условий в пределах территорий с определенным типом климата. Вполне определенно установлен факт сохранности ряда типовых характеристик гумусовых веществ во времени, но этот вопрос требует расширения разнообразия экологических условий, при которых формировалась и функционировала система гумусовых веществ древних периодов почвообразования.

Литература

Алексеева Т.В., Кабанов П.Б., Золотарева Б.Н., Алексеев А.О., Алексеева В.А. Гуминовые вещества в составе палыгорскитового органо-минерального комплекса из ископаемой почвы верхнего карбона южного Подмосковья // Доклады Академии Наук, 2009.– Вып. 425(2).– С.265-270.

Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика. Новосибирск: Наука, 1984. – 153 с.

Дергачева М.И. Система гумусовых веществ почв (пространственно-временные аспекты). – Новосибирск: Наука, 1989. – 110 с.

Дергачева М.И., Вашукевич Н.В., Гранина Н.И. Гумус и голоцен-плиоценовое почвообразование в Предбайкалье. Новосибирск: СО РАН, 2000. – 204 с.

ДЫХАНИЕ ПОЧВЫ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ***А.В. Наумов***

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, a.naum@ngs.ru

Под экологической проблемой мы будем понимать природную ситуацию, связанную с необычным сочетанием факторов окружающей среды по отношению к биосистеме, а также резкое изменение одного или нескольких экологических факторов вблизи своих крайних значений как прямую угрозу разрушения биосистемы или непрогнозируемого её поведения.

Сохранение биосферы как среды обитания человека имеет исключительно высокий приоритет в современных научных исследованиях. Глобальное изменение климата и накопление углекислого газа в атмосфере свидетельствуют о существенной трансформации условий функционирования биосферы, включая почвенный покров планеты.

Дыхание почвы представляет собой один из основных процессов цикла углерода наземных экосистем. Оно участвует в газообмене с атмосферой, поверхностными водами, горными породами и отражает общее функциональное состояние почвенного компонента. Знания закономерностей организации функции почвенного дыхания в биосфере необходимы для правильного представления рисков глобальных изменений.

Для большей части территории России дыхание почвенного покрова увеличивается в направлении с севера на юг, в соответствии с обеспеченностью теплом биоклиматических зон. Максимальные величины эмиссии углекислого газа наблюдаются на черноземах, серых лесных и луговых почвах. Влага фактически не ограничивает скорость почвенного дыхания. Лишь в районах с резко выраженным засушливым климатом эмиссия CO_2 падает. Ведущим фактором в распределении почв мира по величине годовой эмиссии углекислого газа является тепловой поток, поступающий на земную поверхность. Влага имеет второстепенное значение. Ее влияние сказывается преимущественно в аридных областях, где она существенно ограничивает скорость минерализации органического вещества почвы.

Углерод атмосферы аккумулируется растительностью с образованием первичной продукции, распределенной в географическом пространстве аналогично дыханию почвы. Количественный анализ соотношения количества углерода первичной продукции и выделившегося в атмосферу из почв в течение года подтверждает гипотезу о сбалансированности основных процессов углеродного цикла. Это важное соотношение может быть легко нарушено в результате антропогенной деятельности и неучтенных долгосрочных изменений климатических параметров.

На региональном уровне объектами повышенного экологического риска являются верховые болота лесостепной зоны, степные экосистемы южных районов в условиях засоления, агроэкосистемы интенсивного землепользования.

Динамика дыхания почв в агроценозах непостоянна и зависит от биологических особенностей выращиваемой культуры, приемов обработки почвы. Внесение удобрений и орошение значительно увеличивают выделение CO_2 из почвы. При аридизации климата торфяная залежь верховых болот лесостепи, вероятно, подвергнется деградации, а сами болота окажутся источником углекислого газа.

Особое место занимают нарушения почвенного покрова в связи с разработкой месторождений полезных ископаемых. Восстановление нарушенных земель в каждом конкретном случае имеет свои особенности. Прогноз становления функции почвенного дыхания техногенных экосистем представляется весьма затруднительным. В отдельных случаях землевание, т.е. отсыпка плодородного слоя, позволяет ускорить процесс формирования искусственного аналога зональной почвы. Тем не менее, вопрос о целесообразности тех или иных восстановительных мероприятий остается дискуссионным.

Секция I

ГЕОГРАФИЯ, ГЕНЕЗИС, ЭВОЛЮЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПОЧВ ЦЛГПБЗ ПРИ КИСЛОТНОМ ГИДРОЛИЗЕ

А.В. Бахвалов

ФКП «НИЦ РКП», Пересвет, bahvalov_a@mail.ru

Цель данной работы – провести кислотный гидролиз гуминовых кислот, выделенных из генетических горизонтов почв ЦЛГПБЗ и охарактеризовать состав ГК до и после гидролиза.

В качестве объектов исследования были выбраны препараты гуминовых кислот, выделенные из горизонтов T1+T2, H, Eih, E, Ecn торфянисто-подзолисто-глеевой почвы, горизонтов L, F, H, AE, E палевоподзолистой почвы и горизонтов L+F, A1, A1B, Bg дерново-глеевой почвы. Таким образом, изучались ГК практически всех генетических горизонтов (из которых возможно препаративное выделение ГК) трёх почв, расположенных по катене, характеризующихся существенными различиями водного режима и сформированных под разными типами леса.

Выделение и очистка препаратов ГК проводилось по методике [Орлов, Гришина, 1981].

Элементный состав препаратов ГК и их негидролизующих остатков был определён на приборе «Vario EL III» (Elementar, ФРГ). На основе данных элементного состава рассчитаны степень окисленности (ω) [Орлов, 1990] и степень бензоидности (α) [Орлов и др., 1987].

Кислотный гидролиз препаратов ГК 6М HCl проводился в запаянных стеклянных ампулах при температуре 130⁰С в течение 24 ч [Орлов и др., 1969].

Гидролиз гуминовых кислот 6М соляной кислотой при нагревании – достаточно жёсткий способ деструкции ГК, при котором от 40 до 60% исходного препарата переходит в негидролизующий остаток (НГО), а остальное - в гидролизат. В таблице 1 представлены результаты по выходу негидролизующего остатка для изучаемых препаратов ГК и элементный состав в массовых процентах этого остатка.

Выход негидролизующего остатка ГК постепенно снижается вниз по профилю, эта тенденция прослеживается для всех рассматриваемых почв. По сравнению с исходными препаратами ГК, их негидролизующие остатки характеризуются более высоким содержанием углерода, а также пониженным содержанием азота и кислорода. Тенденций изменения состава НГО при движении вниз по профилю не наблюдается, негидролизующие остатки всех препаратов ГК имеют сходный состав лишь с некоторыми отклонениями.

Таблица 1

Выход и элементный состав негидролизующего остатка ГК

Почва	Горизонт	НГО, %	N	C	S	H	O
Торфянисто-подзолисто-глеевая почва	T1+T2	58,6	1,71	60,17	0,55	5,03	32,54
	H	56,6	2,03	59,82	0,39	4,58	33,18
	Eih	53,4	2,13	56,85	0,44	4,63	35,95
	E	46,3	2,11	59,68	0,59	4,95	32,67
	Ecn	41,8	2,07	59,14	0,54	4,86	33,39
Палевоподзолистая почва	L	60,3	2,24	59,28	0,59	4,57	33,32
	F	59,3	2,31	56,61	0,55	4,88	35,65
	H	50,8	2,59	58,72	0,51	4,64	33,53
	AE	48,3	2,62	58,54	0,47	4,44	33,93
	E	46,2	2,43	55,54	0,56	4,40	37,07
Дерново-глеевая почва	L+F	55,1	2,69	61,50	0,58	4,96	30,28
	A1	45,0	3,12	63,98	0,53	4,51	27,86
	A1B	42,6	2,95	58,11	0,63	4,97	33,34
	Bg	38,5	3,30	59,18	0,53	5,17	31,82

При сравнении между собой рассматриваемых почв обращает на себя внимание увеличение содержания азота в составе НГО гуминовых кислот от торфянисто-подзолисто-

глееватой почвы к дерново-глеевой почве. Подобная закономерность также отмечается для препаратов ГК (табл. 2). Таким образом, увеличение содержания азота в составе ГК для рассматриваемых почв происходит не только за счёт роста его содержания в наиболее лабильной, гидролизуемой части ГК, но также и в негидролизуемой.

Таблица 2

Элементный состав препаратов ГК, массовые % на беззольную навеску

Почва	Горизонт	N	C	S	H	O
Торфянисто-подзолисто-глееватая почва	T1+T2	2,64	55,88	1,06	5,27	35,15
	H	3,09	54,33	0,54	4,92	37,11
	Eih	3,21	52,02	0,51	4,53	39,73
	E	3,42	47,87	0,72	4,62	43,36
	Ecn	3,51	44,92	0,76	4,53	46,28
Палевопод-золистая почва	L	3,44	55,04	0,64	5,36	35,52
	F	3,68	53,58	0,37	5,14	37,22
	H	3,75	52,53	0,22	4,85	38,65
	AE	3,63	50,70	0,53	4,51	40,63
	E	3,41	47,08	0,59	4,28	44,63
Дерново-глеевая почва	L+F	3,98	53,71	0,66	5,11	36,54
	A1	3,94	51,35	0,67	4,47	39,57
	A1B	4,14	45,40	0,47	4,16	45,83
	Bg	4,26	45,70	0,85	4,64	44,56

На основе данных элементного состава исходных гуминовых кислот (табл. 2) и их негидролизующих остатков с учётом выхода НГО (табл. 1) рассчитываются значения гидролизующести ГК по массе (общая гидролизующесть), по углероду и по азоту (табл. 3); последние два показателя отражают массовую долю элемента, переходящую в гидролизат [Орлов, 1990]. Для всех рассматриваемых препаратов ГК в гидролизат переходит 40-60% исходного вещества, что характерно для гуминовых кислот почв гумидной зоны [Клёнов, 2000; Орлов и др., 1969].

Таблица 3

Гидролизующесть препаратов ГК по массе, по углероду и по азоту

Почва	Горизонт	По массе	C	N
Торфянисто-подзолисто-глееватая почва	T1+T2	41,4	36,9	62,0
	H	43,4	37,7	62,8
	Eih	46,6	41,6	94,6
	E	53,7	42,3	71,4
	Ecn	58,2	45,0	75,4
Палевопод-золистая почва	L	39,7	35,1	60,8
	F	40,7	37,3	62,8
	H	49,2	43,2	64,9
	AE	51,7	44,2	65,2
	E	53,8	45,5	67,1
Дерново-глеевая почва	L+F	44,9	36,9	62,8
	A1	55,0	43,9	64,4
	A1B	57,4	45,5	69,6
	Bg	61,5	50,1	70,2

Гидролизующесть ГК по массе увеличивается при движении вниз по профилю для всех рассматриваемых почв, что свидетельствует о постепенном наращивании периферической

части молекулы ГК. При переходе от горизонтов подстилки к минеральным горизонтам отмечается достаточно сильный рост гидролизуемости ГК, что отмечается некоторыми исследователями. Показано [Чухарева и др., 2003], что гуминовые кислоты растительных остатков подвергаются гидролизу в меньшей степени, чем почвенные ГК. В целом для рассматриваемых почв наблюдается следующее изменение гидролизуемости ГК: от торфянисто-подзолисто-глееватой почвы к палевоподзолистой почве наблюдается снижение гидролизуемости ГК, а при переходе к дерново-глеевой почве наблюдается рост этого показателя.

Гидролизуемость ГК по углероду и по азоту коррелирует с гидролизуемостью ГК по массе. Значения этих показателей для всех изученных препаратов ГК попадают в диапазон, характерный для гуминовых кислот дерново-подзолистых почв [Клёнов, 2000; Орлов, 1990]. Также в литературе отмечается, что гидролизуемость ГК по азоту выше, чем по углероду, что также отмечается для изученных нами препаратов ГК.

Содержание азота в составе НГО ГК в полтора-два раза ниже, чем в исходных препаратах ГК. На этом основании, а также с учётом высокой гидролизуемости ГК по азоту можно сделать вывод, что большая часть азота в молекуле ГК содержится в гидролизуемой части молекулы. Такое распределение азота характерно для ГК. Соотношение азота в гидролизуемой и негидролизуемой частях молекулы ГК является одним из диагностических признаков ГК [Орлов, 1990].

Для изученных препаратов ГК наблюдается описанная в литературе зависимость гидролизуемости ГК от отношения (Н:С)испр и степени бензоидности. Для всех рассмотренных почв отмечается увеличение отношения (Н:С)испр ГК при движении вниз по профилю, что совпадает с тенденцией увеличения гидролизуемости ГК по профилю (табл. 3).

Отношения Н:С и (Н:С)испр для НГО ГК меньше, чем для исходных препаратов ГК, причём отношение (Н:С)испр снижается сильнее, чем Н:С. Рассчитанные на основе отношений Н:С и (Н:С)испр значения α (степень бензоидности) показывают, что доля ароматических структур в составе негидролизуемых остатков составляет 20-40%, что в 2,5-3 раза превосходит долю ароматических структур в составе исходных ГК.

Заключение

Проведённое сравнение исходных гуминовых кислот и их негидролизуемых остатков показало, что негидролизуемая часть изученных препаратов, составляющая 40-60% от массы исходной ГК характеризуется пониженным содержанием азота и кислорода по сравнению с исходными препаратами. Все НГО представлены восстановленными или слабоокисленными веществами, содержащими существенно большее количество ароматических структур в своём составе, чем исходные препараты ГК.

Литература

1. Клёнов Б.М. Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. – Новосибирск.: СО РАН-Гео, 2000. – 176 с.
2. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: МГУ, 1990. – 325 с.
3. Орлов Д.С., Барановская В.А., Околелова А.А. Степень бензоидности гуминовых кислот и методы ее определения // ДАН СССР, 1987. – Т. 293. – № 6. – С. 1479-1484.
4. Орлов Д.С., Гришина Л.А., Ерошicheва Н.Л. Практикум по биохимии гумуса. – М.: МГУ, 1969. – 157 с.
5. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М.: МГУ, 1981. – 272 с.
6. Чухарева Н.В., Шишмина Л.В., Новиков А.А. Физико-химические характеристики торфяных гуминовых кислот и остатков их кислотного гидролиза // Химия растительного сырья, 2003. – № 3. – С.11-15.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОТЛОВИННОСТИ НА ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КУРАЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ ГОРНОГО АЛТАЯ

А.Н. Безбородова

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, anna555_83@mail.ru

Рельеф оказывает значительное влияние, как на формирование отдельных типов почв, так и на пространственное строение почвенного покрова – его структуру. Значение рельефа проявляется, в первую очередь, в перераспределении солнечной энергии и атмосферной влаги по земной поверхности, поэтому любое изменение рельефа влечет за собой изменение свойств почв в пределах определенной территории. Так, в горах возникает вертикальная зональность климата, растительности и почв вследствие понижения температуры воздуха с высотой и изменения увлажнения. Указанные явления приводят к формированию различных растительных формаций, и, следовательно, неодинаковым условиям гумусонакопления и разложения органического вещества, изменению почвенных минералов и, в конечном счете, к образованию разных типов и подтипов почв в различных условиях рельефа.

На основании учета геоморфологических факторов, по формуле В.В. Севастьянова [1998] рассчитывается коэффициент котловинности K (формула 1), с помощью которого оценивается эффект охлаждения или отопления исследуемых котловин:

$$K = \frac{S}{L} \times H \times \Delta H \times \alpha \quad (1),$$

где: S – ширина котловины по пойме, км; L – длина котловины, км; H – абсолютная высота дна котловины, км; ΔH – глубина котловины, км; α – коэффициент, равный 0,99 км².

Отношение ширины котловины к ее длине дает возможность судить о геометрической форме дна котловины; чем ближе это отношение к единице, тем больше котловина приближается к «идеальной» округлой форме. Чем больше разность высот между дном котловины и окружающими хребтами, тем больше площадь воздухообора, с которой холодный воздух спускается к дну котловины. С увеличением разности высот возрастает степень изолированности от воздушных потоков в свободной атмосфере, ослабляется интенсивность турбулентного перемешивания, что подтверждается особенностями ветрового режима в условиях межгорных котловин [Александрова, 1972; Сухова, Русанов, 2004].

С увеличением высоты происходит усиление эффективного излучения, что приводит к уменьшению значений радиационного баланса. Это обуславливает интенсивное выхолаживание дна котловин, особенно в холодный период года. По формуле (1) и полученным морфометрическим данным был рассчитан коэффициент котловинности для исследуемой территории (табл. 1).

Таблица 1

Параметры и коэффициент котловинности					
Котловина	Морфометрические характеристики				K^*
	Длина, км	Ширина, км	Высота дна над ур. моря, м	Превышение хребтов, км	
Курайская	20	20	1200–1500	2,4	3,33

K^* – коэффициент котловинности.

Анализируя полученные данные, были сделаны следующие выводы. Курайская котловина приближена к «идеальной» форме, так как отношение между ее шириной и длиной равно единице. Большое значение при характеристике котловинного строения уделяется высоте горного обрамления (хребтов). Превышение хребтов, формирующих горное обрамление Курайской котловины, равно 2,4 км, так как высота горного обрамления

значительна – 3200–4000 м, а днище котловины находится на уровне 1200–1500 м. Проанализировав морфометрические характеристики и параметры котловинности, установлено, что Курайская котловина имеет коэффициент котловинности равный 3,33.

Принимая во внимание важность такой характеристики, как коэффициент котловинности, необходимо отметить, что гидротермические параметры котловин определяются, в первую очередь, высотой над уровнем моря и превышением горного обрамления над днищем. В межгорных котловинах с ноября по апрель на днищах происходит застой и концентрация холодных воздушных масс, на склонах – инверсионное распределение температур. Так как верхние части склонов и водоразделы оказываются в слое антициклональной инверсии сжатия, то и температура зимних месяцев здесь значительно выше, чем на днищах. Разность температур между различными высотными уровнями летом не превышает 4 °С, в то время как зимой достигает 20 °С. Столь большие различия в температурных условиях января обусловлены влиянием орографического фактора. Самые низкие температуры зимой характерны не для горных вершин, а для днищ котловин. В Курайской котловине средняя температура января ниже –30 °С. Настолько низкие температуры обусловлены тем, что над Юго-Восточным Алтаем зимой располагается отрог западной ветви Азиатского антициклона. При господстве штиля формируется радиационная инверсия температур. Охлажденный воздух стекает со склонов и заполняет межгорную котловину. В теплый период года, когда разрушается Азиатский антициклон, практически сходит на нет роль фёнов в термическом режиме, и резко усиливается влияние высоты над уровнем моря. В летние месяцы вертикальный температурный градиент составляет в среднем 0,5–0,6 °С на 100 м высоты. В ясную погоду значения градиентов возрастают, облачность значительно уменьшает величину градиентов. Температура самых теплых месяцев в высокогорье составляет +5...+6 °С, в межгорных котловинах находится в пределах +15...+18 °С [Модина, 1997].

Экологическая классификация климатов основывается, главным образом, на использовании двух наиболее важных и хорошо изученных факторов – температуры и количества осадков. В качестве основы районирования выбраны интегральные показатели температуры и влажности для вычисления гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК), вычисляемого по формуле (2), и индекс аридности де Мартона, вычисляемого по формуле (3) [Доманцевич, Картушинский, 2012]:

$$ГТК = \frac{\sum P}{\sum T \times 0,1} \quad (2),$$

где: P – количество осадков за вегетационный период, мм; T – сумма активных температур > 10 °С.

При расчете гидротермического коэффициента (ГТК) для Курайской котловины было получено значение 1,0 (табл. 2).

Таблица 2

Значения гидротермического коэффициента

Значение коэффициента	Климатическая зона
$>1,6$	избыточно влажная зона
1,6–1,3	влажная зона (лесная)
1,3–0,1	зона недостаточного увлажнения (лесостепь)
1,0–0,7	засушливая зона (степь)
0,7–0,4	очень засушливая зона (сухая степь)
$<0,4$	полупустыни, пустыни

Чтобы оценить большую или меньшую влажность климата, необходимо учитывать также и температуру. Во влажной среде испарение идет медленнее, и наоборот. Поэтому для

определения аридности климата необходимо найти индекс засушливости Мартонна» [Доманцевич, Картушинский, 2012]:

$$i = \frac{P}{T + 10} \quad (3),$$

где: i – индекс аридности; P – количество осадков, мм; T – среднегодовая температура, °С.

При расчете индекса аридности (i) для Курайской котловины было получено значение 0,15.

Анализируя данные, полученные при расчете гидротермического коэффициента и индекса аридности, можно сделать следующий вывод: гидротермический режим исследуемой котловины находится в большой зависимости от геоморфологических условий (крутизны склонов, площади воздухообора), средних дневных температур, коэффициента увлажнения. Эти факторы оказывают влияние на специфику почвообразования. Днем температура на склонах зависит от их экспозиции. Ночью склоны бывают теплее днищ котловин, так как сразу же после захода солнца за счет длинноволнового излучения происходит интенсивная потеря тепла деятельной поверхностью. Вслед за понижением температуры почвы происходит понижение температуры приземного слоя воздуха; сформировавшийся на склонах слой холодного воздуха под действием силы тяжести стекает на днища котловин, а на его место из свободной атмосферы поступают новые порции более теплого воздуха. Так, происходит перераспределение тепла и влаги по элементам рельефа. Существует тесная взаимосвязь между процессами ночного выхолаживания воздуха у днища котловины и величиной стока холодного воздуха. [Сухова, Русанов, 2004].

Таким образом, основной фон почвенного покрова Курайской котловины представлен темно-каштановыми почвами, занимающими выположенные местоположения, не испытывающие избыточного увлажнения, а также каштановыми сильнощелочистыми почвами, распространенными на нижних частях склонов и их шлейфах. Пониженные формы рельефа (часто надпойменные террасы и древние ложбины стока) заняты лугово-каштановыми почвами.

В целом можно сказать, что главными местными климатообразующими факторами для котловин являются геоморфологический и экспозиционный. Их влияние проявляется на фоне инсоляционных и общециркуляционных процессов, а также зональных и высотных закономерностей, что, в свою очередь, отражается на дифференциации почвенного покрова территории.

Литература

1. *Александрова Т.Д.* Внутригорные котловины. – М.: Наука, 1972. – 118 с.
2. *Доманцевич Я.С., Картушинский А.В.* Программное обеспечение для анализа климатических условий природных зон // Сбор. мат. VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Красноярск: Изд-во Сиб. федер. ун-та, 2012. – С. 25-27.
3. *Модина Т.Д.* Климаты Республики Алтай. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1997. – 177 с.
4. *Севастьянов В.В.* Климат высокогорных районов Алтая и Саян. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. – 374 с.
5. *Сухова М.Г., Русанов В.И.* Климаты ландшафтов Горного Алтая и их оценка для жизнедеятельности человека. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 150 с.

**МАКРОСТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДКУРГАННЫХ И СОВРЕМЕННЫХ
КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ***А.В. Бухонов*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пушкино, BuhonovAV@mail.ru

В последнее время в решении проблем голоценовой истории развития ландшафтов и природной среды степей Евразии ведущее место занимают палеопочвенные исследования грунтовых погребальных археологических памятников (курганов). Большой интерес к такого рода объектам, прежде всего, обусловлен тем, что под разновозрастными курганными насыпями сохраняются палеопочвы прошлых исторических эпох. Они являются весьма информативными и достаточно надежными индикаторами динамики природных условий, в частности, увлажненности климата [Демкин и др., 2012]. Основной упор при изучении такого рода объектов делается на детализацию при описании морфологического строения профиля и химические параметры. Исследованию физических свойств уделялось незначительное внимание. Основной задачей настоящей работы было изучение изменений структурного состояния палеопочв на основе расширенной информации о распределении частиц по размеру двух сопряженных видов структурного анализа [Хитров, Чечуева, 1994]. Изучение макроструктурного состояния погребенных почв проведено впервые. Исследованы подкурганные палеопочвы могильника «Саломатино», находящегося в южной части Приволжской возвышенности. Современный почвенный покров представлен каштановыми почвами. Были исследованы палеопочвы четырех курганов, время сооружения которых относится к эпохам бронзы (XVI-XV вв. до н.э.), раннего железа (II-III вв. н.э.) и средневековья (XIV в. н.э.). Все подкурганные почвы относятся к подтипу каштановых. Это обстоятельство позволило изучить педохроноряд, представленный разновозрастными каштановыми почвами. Анализ макроструктурного состояния почв проведен по данным макроагрегатного анализа (сухое и мокрое просеивание по Саввинову [Вадюнина, Корчагина, 1973]. По результатам сухого просеивания исследуемые почвы имеют близкую и высокую распыленность гумусово-аккумулятивного гор. А1 ($29 \pm 2.6\%$ частиц размером < 0.25 мм), снижающуюся более чем в два раза в иллювиальной части профилей, и неодинаковую глыбистость. По величине последней в гор. А1 совокупность почв хроноряда распадается на две группы: первую, с содержанием глыбистых агрегатов 10-12%, образуют почвы, погребенные 3500 и 650 л.н., сформировавшиеся в более гумидных условиях, вторую - с более высокой глыбистостью, 20-25%, образуют позднесарматские (1900 л. н.) и современные каштановые почвы, образовавшиеся в более аридные эпохи [Демкин и др., 2012]. Характер распределения содержания воздушно-сухих агрегатов (ВСА) комковатого (от 10 до 0.5 мм) и зернистого (0.5-0.25 мм) размеров во всех почвах однотипен: содержание ВСА увеличивается при уменьшении размера частиц, начиная от 1 мм. В гумусовом горизонте почв хроноряда, кроме палеопочвы средневековья, содержание размерных фракций ВСА имеет близкие значения. В результате средневзвешенный диаметр воздушно-сухих частиц в них одинаков и равен 3.07 ± 0.035 мм. Он значительно меньше, 2.34 мм, в погребенной, более гумусированной и промытой от солей и карбонатов, почве средневековья. Коэффициент структурности изменяется от 0.86 до 1.41, что свидетельствует о хорошей в целом структуре изученных каштановых почв [Шеин, 2005]. Устойчивость структуры почв хроноряда к действию воды (мокрое просеивание) заметно различается. Характерным свойством структуры изученных почв является полное разрушение глыбистых, крупно- и среднекомковатых агрегатов под действием воды. Водопрочность агрегатов (ВПЧ) палеопочв, погребенных 1900 и 3500 л. н. удовлетворительная и составляет 39-42%. Водопрочность погребенной 650 л. н. и современной каштановых почв увеличивается до 47-49% и близка к хорошей. По профилю почв водопрочность увеличивается, что связано с

утяжелением гранулометрического состава (содержание глинистых частиц в гор. В1 возрастает в 1.5-2 раза, илистых - в 2-3). Вне зависимости от длительности погребения палеопочв выявлено закономерное увеличение содержания водопрочных агрегатов при уменьшении их размера. С учетом величин средневзвешенного размера агрегатов при сухом и мокром просеивании и энтропии распределения их содержания рассчитан показатель неустойчивости структуры к увлажнению [Хитров, Чечуева, 1994, №2]. Сравнение величин этого показателя в хроноряду изученных почв показало, что палеопочва, погребенная в наиболее гумидную эпоху почвообразования (средневековый климатический оптимум, 650 л. н.) имеет наиболее низкие значения. Другие почвы хроноряда значимо не различаются величиной этого показателя. Совместное использование двух показателей, водопрочности и неустойчивости почвенной структуры к увлажнению, позволяет, с одной стороны, существенно дифференцировать оценку водопрочности макроструктуры почв [Хитров, Чечуева, 1994, №6], а с другой, установить направленность изменения макроструктуры почв при погребении в различные климатические эпохи. Сопряженный анализ материала позволяет следующим образом характеризовать структурное состояние почв хроноряда: почва, погребенная 3500 л. н., имеет хорошую агрегированность в увлажненном состоянии при средней водопрочности. Почва, погребенная 1700 л. н., имеет удовлетворительную агрегированность во влажном состоянии при средней водопрочности. Почва средневековья, погребенная 600-700 л. н., обладает хорошей агрегированностью в увлажненном состоянии при хорошей водопрочности. Современная почва, прошедшая этап климатического оптимума и развивающаяся в настоящее время под зональной степной растительностью, обладает хорошей агрегированностью и водопрочностью.

На основании всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- Особенности почвообразовательных процессов до погребения почв на протяжении последних 3500 лет после погребения сохраняют влияние на состояние их макроструктуры, несмотря на диагенетические изменения параметров гумусового, карбонатного, солевого профилей.
- Такие показатели макроструктурного состояния каштановых палеопочв как водопрочность и неустойчивость структуры к увлажнению могут использоваться для диагностики аридных и гумидных периодов почвообразования.

Литература

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 398 с.
2. Демкин В.А., Демкина Т.С. и др. Эволюция почв и динамика климата сухих степей приволжской возвышенности за последние 3500 лет // Почвоведение. – 2012. – № 12. – С. 1244.
3. Хитров Н.Б., Чечуева О.А. Способ интерпретации макро- и микроструктурного состояния почвы // Почвоведение. – 1994. – № 2. – С. 84-92.
4. Хитров Н.Б., Чечуева О.А. Влияние распашки и орошения на макроструктуру черноземов // Почвоведение. – 1994. – № 6. – С. 106-114.
5. Шейн Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – С. 95-97.

**СВОЙСТВА ЛУГОВО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
КУЗНЕЦКОЙ КОТЛОВИНЫ***М.А. Быкова*

Национальный исследовательский Томский государственный университет, flylik@yandex.ru

Одна из актуальных проблем сельского и лесного хозяйства – мелиорация и освоение заболоченных почв. Переувлажнение является важным фактором трансформации твердой фазы почвы и в определенных условиях может оказаться причиной интенсивной деградации почв. Кроме того, переувлажнение само по себе является условием, лимитирующим возможность использования почв в естественном состоянии. Его наличие нередко определяет необходимость применения мелиоративных мероприятий для изменения их водного режима и устранения переувлажнения. [Зайдельман, 1992]. Во всех случаях гидроморфные почвы формируются в транзитных либо аккумулятивных ландшафтно-геохимических условиях, в связи с чем они служат, как правило, геохимическим барьером на пути миграции тех или иных соединений [Зайдельман, 1969].

Целью работы является выявление особенностей генезиса и свойств лугово-болотных почв юго-западной части Кузнецкой котловины.

Объекты исследования представлены почвами, местоположение которых приурочено к Киселевскому угольному месторождению в районе Подземгаза.

Почвы развиты в условиях континентального климата на эрозионно-аккумулятивных, слабовсхолмленных элементах мезорельефа и приурочены к пониженным территориям. Они сформированы в нижней части склона западной экспозиции крутизной 3°, недалеко от зарастающего болота. Характер растительности лесостепной, болотный элемент выражен слабо. Почвообразующие породы представлены карбонатными лессовидными тяжелыми суглинками и легкими глинами.

Генезис лугово-болотных почв связан с комплексом почвообразовательных процессов, основные из которых формирование оторфованного горизонта, гумусонакопление, оглеение, гидрогенная аккумуляция карбонатов.

Для этих почв характерно развитие небольшого оторфованного горизонта (6-15 см), наличие карбонатов по всему почвенному профилю с максимальным содержанием в верхней 50-сантиметровой толще, а также устойчивые признаки оглеения в виде сизых и ржаво-охристых пятен железа.

Особенностью морфологии одной из почв (разрез 2) является наличие в профиле под оторфованным горизонтом слоев с пирогенными признаками. Первый (15-26 см) – оторфованный горизонт ярко оранжевого цвета, подвергшийся высоким температурам в результате пожара, второй (26-30 см) – прослойка угля черного цвета.

Залегание почв в мезопонижениях обеспечивает повышенные условия увлажнения за счет поверхностного и грунтового притока, что ведет к развитию более пышной растительности. Однако избыток влаги обуславливает анаэробные условия, не способствующие полной гумификации и минерализации растительных остатков при их разложении, что приводит к их накоплению в виде оторфованной массы.

Потеря при прокаливании в верхних горизонтах этих почв составляет 20-26%. Содержание гумуса под оторфованным слоем в горизонте А колеблется от 4% до 7% и закономерно уменьшается с глубиной до 0,13-0,30% в почвообразующей породе.

Преобладающими фракциями гранулометрического состава в верхней части профиля является фракция ила и крупной пыли, а нижние горизонты обогащены мелким песком. Распределение последнего носит нарастающий с глубиной характер. Пылеватые фракции относительно равномерно распределены по генетическим горизонтам почвы с незначительным накоплением в средней части профиля, что свидетельствует об отсутствии интенсивного перемещения отдельных гранулометрических фракций по профилю почвы. Доля ила в гидроморфных почвах с глубиной уменьшается.

В лугово-болотных почвах распределение карбонатов имеет тенденцию к уменьшению с глубиной. Максимальное содержание углекислых солей отмечается в верхней 50-сантиметровой толще профиля, где составляет 19-31%, минимальное - в почвообразующей породе (0,3-0,7%). Приуроченность максимума карбонатов к верхней части профиля, а минимума - к нижней отражает общий характер распределения солей по профилю лугово-болотных почв, что обусловлено выпотным режимом почвы в летний период и подтягиванием карбонатов из высоко стоящих грунтовых вод. Таким образом, формирование лугово-болотных карбонатных почв связано с достаточно активным подпитыванием их жесткими грунтовыми водами.

Одним из наиболее важных показателей физико-химического состояния почв является реакция среды, зависящая, в данном случае, от особенностей внутрипрофильного распределения углекислых солей (карбонатов кальция и магния). Реакция среды лугово-болотных почв по всему профилю слабощелочная (рН выше 7).

Поглотительная способность почв определяется содержанием гумуса и гранулометрическим составом, а также обусловлена минералогическими особенностями твердой фазы почвы. Сумма обменных катионов составляет 23-26 мг·экв/100 г почвы в гумусо-аккумулятивных горизонтах. С глубиной содержание поглощенных оснований почти не изменяется. В целом, исследованные почвы характеризуются невысокой поглотительной способностью, что связано с присутствием каолинита в илистой фракции почв и обеднением их минералами группы монтмориллонита [Каличкин, 1998]. В исследованных почвах в ППК преобладает катион Ca^{2+} , на долю которого приходится от 80 до 87% от суммы. Характерно невысокое содержание катиона Mg^{2+} , не превышающего 13-20% от суммы оснований. Насыщенность ППК кальцием и магнием в значительной степени связана с карбонатностью материнских пород.

В связи с близким залеганием грунтовых вод в лугово-болотных почвах присутствуют легкорастворимые соли, однако содержание их по профилю невелико и не превышает 0,24%, что позволяет отнести почвы к слабозасоленным. Согласно Т.И. Хохловой [1970], изучавшей аналогичные почвы Кузнецкой котловины, присутствие солей в почвах аккумулятивных местоположений связано не только с поступлением их из грунтовых вод, но и с обменом солями между компонентами рельефа: как правило, относительная аккумуляция легкорастворимых солей отмечается в почвах пониженных элементов микрорельефа, тогда как на микроповышениях почвы обеднены ими.

Известно, что химический состав грунтовых вод закономерно изменяется по зонам природы: в аридных регионах (сухие степи, полупустыни) доминируют сульфаты и хлориды, в семиаридной степной зоне сульфаты, в семигумидных лесостепных регионах преобладают бикарбонаты и карбонат натрия (сода). В связи с этим в гидроморфных почвах Кузнецкой лесостепи в катионном составе водной вытяжки почв доминирующее положение занимают ионы натрия, что обусловлено наличием соды в составе грунтовых вод.

Таким образом, лугово-болотные почвы характеризуются неоднородностью гранулометрического состава, унаследованной от почвообразующих пород, обогащенностью гумусом с достаточно резким уменьшением его содержания с глубиной, невысокой поглотительной способностью, слабой степенью засоления.

Литература

1. Зайдельман Ф.Р. Особенности режима и мелиорации заболоченных почв. – М.: Колос, 1969. – 223 с.
2. Зайдельман Ф.Р. Естественное и антропогенное увлажнение почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1992. – 289 с.
3. Каличкин В.К. Агроэкологические основы мелиорации кислых почв Западно-Сибирской равнины. – Новосибирск: Наука, 1998. – 240 с.
4. Хохлова Т.И. Генетические особенности почв Кузнецкой лесостепи и закономерности распределения в них микроэлементов. – Томск: ТГУ, 1967. – 267 с.

ЧИСЛЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ВОЛЖСКО-КАМСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

А.А. Валеева¹, А.Б. Александрова², Г.Ф. Коносов¹

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет

² Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, valeyabc@mail.ru

Своеобразие почвенного покрова Волжско-Камской лесостепи обуславливается строением чехла рыхлых образований, прикрывающих верхнепермские коренные породы – известковые аргиллиты и известняки изменчивого состава и частично коренные породы юры и мела [Самойлова, 1983]. Характерным её представителем является территория Республики Татарстан (РТ). Зональные почвы – черноземы и серые лесные почвы, причем серые лесные почвы занимают 37.1% площади РТ [Госдоклад, 2011].

Путем обобщения фондовых материалов кафедры почвоведения Казанского (Приволжского) федерального университета и данных, опубликованных в открытой печати, было обнаружено, что в основе внутритиповой дифференциации серых лесных почв РТ лежит гранулометрический состав гумусового горизонта [Валеева и др., 2011]. Поверхностный горизонт, как известно, в противоположность другим горизонтам профиля непосредственно контактирует с атмосферой и, следовательно, подвергается в процессе почвообразования наибольшей трансформации. В таксономическом отношении поверхностный горизонт является определяющим, так как отражает не только разрушительный (преобразование минеральной основы), но и созидательный (накопление гумуса) аспект почвообразования. Принимая это во внимание, для численной классификации серых лесостепных почв использовались числовые данные свойств гумусового горизонта.

Для численной классификации гумусового горизонта серых лесных почв согласно классификации 1977г. и 2004г. использовался дискриминантный анализ. По классификации 1977 г. имеются две значимые дискриминантные функции (ДФ). Первая ДФ ответственна за 87% дисперсии и коррелирует с содержанием гумуса ($p=0,005$), поглощенными основаниями ($p=0,000$) и илстой фракцией ($p=0,006$). Вторая ДФ определяет оставшиеся 13% дисперсии и коррелирует с мощностью гумусового горизонта ($p=0,000$). Матрица классификации показывает процент правильно классифицированных объектов для каждой подтиповой совокупности почв. Светло-серые и серые лесные почвы были правильно классифицированы на 100%, темно-серые лесные на 90%. После установления модели и получения дискриминантных функций были построены функции классификации, позволяющие классифицировать новые объекты. Априорные вероятности были выбраны одинаковые для каждой совокупности исходя из того, что неодинаковое число наблюдений в различных совокупностях является случайным результатом процедуры выбора. Каждая функция позволяет для каждого образца и для каждой совокупности вычислить вес классификации по формулам (1), (2), (3) Новые наблюдения нужно будет классифицировать в ту совокупность, для которой вычислен наибольший классификационный вес.

$$S_1 = 0.1305x_1 + 0.2646x_2 + 2.0021x_3 + 0.9855x_4 - 15.8297 \quad (1)$$

$$S_2 = 0.4866x_1 + 0.5700x_2 + 3.0606x_3 + 0.6751x_4 - 27.8828 \quad (2)$$

$$S_3 = 0.5776x_1 + 0.7571x_2 + 4.1869x_3 + 1.2901x_4 - 56.0136 \quad (3)$$

где S_1 – совокупность светло-серых лесных почв, S_2 - совокупность серых лесных почв, S_3 - совокупность темно-серых лесных почв; x_1 – содержание поглощенных оснований, x_2 – содержание илстой фракции, x_3 – содержание гумуса, x_4 – мощность гумусового горизонта.

Результат анализа дискриминантной функции по классификации 2004 года показывает уменьшение достоверных переменных, которые позволяют проводить дискриминацию между типами серые и темно-серые почв. Так как сравнение происходит между двумя типами, то имеется только одна ДФ, которая коррелирует с мощностью гумусового горизонта ($p=0,000$), содержанием гумуса ($p=0,000$) и физической глины ($p=0.018$),

определяющие 100% дисперсию. Уменьшение количества достоверных переменных вероятно связано с тем, что дискриминантный анализ учитывает не только величину и варьирование каждого свойства, но и их взаимосвязь между собой. Матрица классификации показывает, что серые почвы были правильно классифицированы на 100%, темно-серые на 97%. Функции классификации имеют следующий вид:

$$S_1 = 1.0146x_1 + 1.6863x_2 + 0.4876x_3 - 22.5093$$

$$S_2 = 1.6844x_1 + 3.1290x_2 + 0.6345x_3 - 52.8687$$

где S_1 – совокупность серых почв, S_2 – совокупность темно-серых почв; x_1 – мощность гумусового горизонта, x_2 – содержание гумуса, x_3 – содержание физической глины.

Литература

1. Валеева А.А., Александрова А.Б., Колосов Г.Ф. Серые лесные почвы Республики Татарстан // Ученые записки Казанского ун-та. – Казань, 2011. – Т.153. – Кн. 2. – С. 238-249.
2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды РТ в 2011 году. – Казань: Фолиант, 2012. – 490 с.
3. Самойлова Е.М. Почвообразующие породы. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 173 с.

Научный руководитель: Колосов Г.Ф. – д.б.н., профессор.

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФАТНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА – ПОСЕЛЕНИЕ БОРЛЫ
(КУЛУНДИНСКАЯ РАВНИНА)**

Д.А. Гаврилов

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, denis_gavrilov@list.ru

В почвенно-археологических исследованиях применение фосфатного анализа заняло прочное место при решении задач поиска древних поселений, реконструкции их планировки и выявлении этапов заселения территории человеком (1-5, 8, 10, 11).

В ходе хозяйственной деятельности человека накапливается огромное количество органических отходов, содержащих фосфорные соединения. Данные образования при их разложении образуют легкорастворимые и труднорастворимые фосфорные соединения. При нейтральных и щелочных условиях в почвах кальциевые фосфатные соединения имеют большую устойчивость и сохраняются на протяжении долгого времени.

Данное природное свойство фосфора и превышение его содержания относительно фоновых значений служит основой для идентификации территории древних поселений человека, в том числе в тех случаях, когда традиционные методы поиска поселений (пешая разведка, аэрофотосъемка) остаются безрезультатными.

Целью нашей работы является выявление границ, планиграфии и этапов обживания древнего поселения Борлы по данным фосфатного анализа.

Поселение Борлы расположено на берегу одноименного озера в казахстанской части Кулундинской равнины. Рельеф территории пологоволнистый, постепенно понижающийся к зеркалу озера. Основным компонентом почвенного покрова прилегающей территории к поселению являются каштановые супесчаные почвы, которые в пониженных формах рельефах сменяются сочетанием солоди - в березовых колках, и солонцовыми почвами, опоясывающими колки («кочкарник») (7).

В ходе полевых работ на территории исследования с помощью почвенного бура были отобраны образцы в точках вершин археологических квадратов (5x5 м) с глубин 50-60 и 80-90 см. Определялся также цвет почвенного образца и наличие включений (костей животных). Общая площадь исследованной территории составила 1300 м².

В лабораторных условиях было определено валовое содержание фосфора по методу К.Е.Гинзбург с применением фотоколориметрирования (9). Затем результаты анализов были использованы для построения вариограммы пространственного размещения концентрации валового фосфора с нанесением на нее месторасположения включений.

Как видно из рисунка 1, образцы почвы по содержанию валового фосфора концентрируются в три группы: 1) 0,1-0,4 % от почвы; 2) 0,4-0,8 % от почвы и 3) более 0,8 % от почвы.

Первая группа образцов (n=91) отражает фоновое значение содержания валового фосфора в каштановой супесчаной почве на прилегающей территории поселения Борлы 5.

Сравнение вариограммы (рис.2), показывающее пространственное распределение валового фосфора, с рисунком 1 позволило предположить, что вторая и третья группы образцов маркирует месторасположение антропогенно нарушенной территории в древности – поселение. Вторая группа – межжилищное пространство, а третья – непосредственно жилищные впадины.

На вариограмме на глубине 80-90 см было выявлено превышение в содержании валового фосфора относительно фонового значения в 5-10 раз по линиям a1-a4, A1-A5, B1-B5, B2-B3, а также 32-33. На глубине 50-60 см превышение в содержании фосфора также в 5-10 раз выявлено по линиям a1-a2, A1-A2, B1-B2 и Г1-Г2. При этом во время отбора проб были отмечены наличие включений в виде мелких частей костей животных, залегание которых совпадает с расположением межжилищных пространств и жилищных впадин (см.рис.2).

Раскопки жилищных впадин археологами показали, что они были заполнены цельносkeletalными остатками животных (куланы, лошади и т.д.), которые и послужили источником для накопления фосфора в почве («культурном слое») памятника Борлы (6).

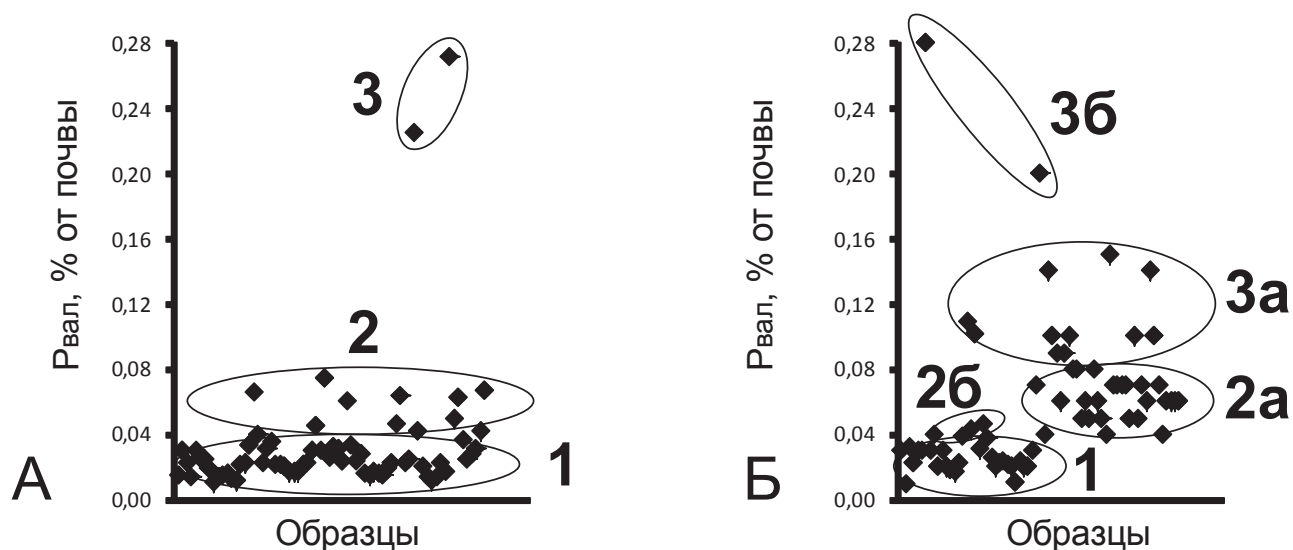


Рис. 1. Содержание валового фосфора в образцах почвы (% от почвы): А – на глубине 50-60 см; Б – на глубине 80-90 см. Планиграфия поселения: 1 – фоновые значения; 2а, б – межжилищное пространство; 3а,б– жилища.

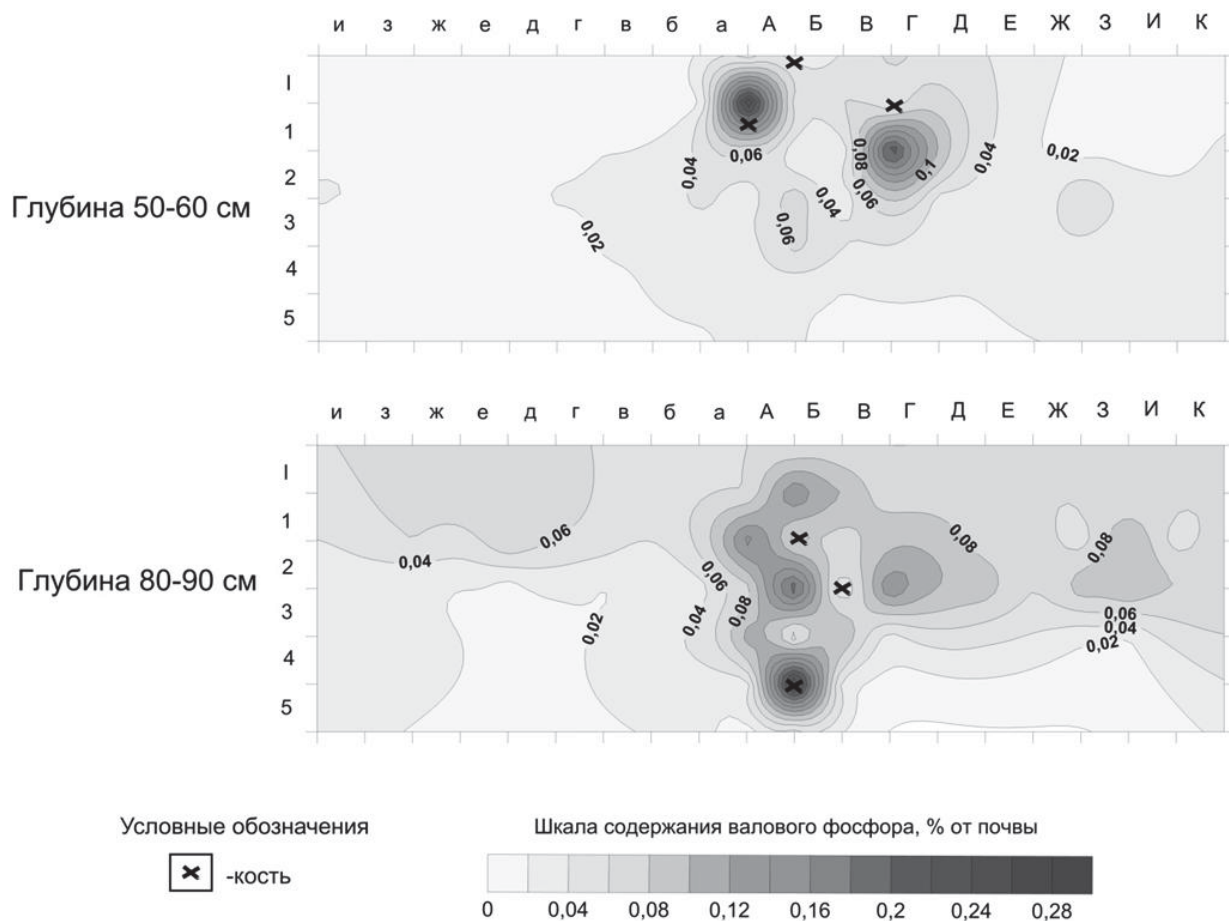


Рис.2. Вариограмма пространственного распределения содержания валового фосфора и включений (кости животных) на поселении Борлы и прилегающей к нему территории. Масштаб 1:500

Локализация зон превышения содержания валового фосфора на глубинах 50-60 см и 80-90 см не совпадает в квадратах А4, А5, Б4, Б5, что позволяет выделить два этапа функционирования поселения с перерывом в освоении территории. Предварительные раскопки также позволили археологам выявить два этапа обживания человеком территории: 1) эпоха неолита (VII-V тыс. до н.э.) и 2) эпоха энеолита (IV тыс. до н.э.).

Таким образом, сравнение гипотезы о планиграфии поселения по данным фосфатного анализа с результатами археологических раскопок дало возможность подтвердить наши предварительные выводы и наметить дальнейшие планы по раскопкам памятника, показав информационную значимость фосфатного анализа для выявления антропогенно нарушенных почв в древности.

Литература

1. *Валдайских В.В., Зданович Д.Г., Хэнкс Б.* Опыт практического привлечения фосфатного метода для поиска почв с древними антропогенными нарушениями // Отражение био-, гео- антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: Сборник материалов IV Всероссийской научной конференции с международным участием (1-5 сентября 2010 г.). – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – Т.1. – С. 34-36.
2. *Веллесте Л.* Анализ фосфатных соединений почвы для установления мест древних поселений // Краткие сообщения института истории материальной культуры. – 1952. – Вып. XLII. – С. 135-140.
3. *Гольева А.А.* Валовой фосфор как индикатор хозяйственной деятельности древних и средневековых обществ // Роль естественно-научных методов в археологических исследованиях. – Барнаул: Изд-во: Алт. ун-та, 2009. – С. 56-58.
4. *Детюк А.Н.* Анализ почв на содержание фосфатов как метод расположения поселений // Советская археология. – 1959. – № 4. – С. 43-58.
5. *Демкин В.А.* Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении природы и общества. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. – 213 с.
6. *Мерц В.К.* Раскопки поселения Борлы // Сохранение и изучение культурного наследия Алтайского края. Материалы XVIII и XIX региональных научно-практических конференций. – Барнаул: Азбука, 2013. – С. 196-206.
7. *Джанпеисов Р., Соколов А.А., Фаизов К.Ш.* Почвы Павлодарской области. – Алма-Ата, 1960. – 267 с.
8. *Штобе Г.Г.* Применение методов почвенных исследований в археологии // Советская археология. – 1959. – № 4. – С. 435-199.
9. ГОСТ 26261-84 Почвы. Методы определения валового фосфора и валового калия. 01-07-1985. – М.: Комитет СССР по стандартам, 1984. – 13 с.
10. *Holliday V., Gartner W.* Methods of soil P analysis in archaeology // Journal of Archaeological Science. – 2007. – Volume: 34, Issue: 2, Publisher: ASCE – P. 301-333.
11. *Hamond F.W.* Phosphate analysis of archaeological sediments // Landscape Archeology in Ireland. – Oxford, 1983. – BAR British Series. – Vol.116. – P.47-80.

СПЕЦИФИКА СВОЙСТВ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЯ*С.С. Дамбуев, А.А. Дылейко*

Иркутский государственный университет, sergl7d@mail.ru, styleforcecrew@mail.ru

Западное Прибайкалье включает наиболее пригодную для проживания населения и хозяйственной деятельности южную часть Иркутской области и отличается значительным разнообразием природных условий. Здесь, на ограниченной территории можно встретить ландшафты от таежных, до сухостепных. Этому благоприятствует расчлененный рельеф, локальные климатические особенности (влияние сибирского антициклона, значительное распространение многолетней мерзлоты, недостаточная теплообеспеченность), своеобразие почвообразующих пород, что способствует формированию разнообразных типов почв, имеющих свои специфические провинциальные особенности [Кузьмин, 1980]. Так, специфика термического режима, а именно существование почвенной толщи длительное время в мерзлом состоянии и позднее ее оттаивание в весенне-летний период, оказывает большое влияние на их водный режим, который относится к криогенному подтипу (недостаточное увлажнение при наличии поздно оттаивающей сезонной мерзлоты). Условия для сквозного промачивания и вымывания легкорастворимых солей за пределы почвенного профиля появляются непродолжительное время только в конце августа и в начале сентября, что связано с сухостью климата и богатством пород основаниями и первичными минералами.

Объектами исследования послужили целинные и распаханые серые лесные почвы, черноземы и каштановые почвы Западного Прибайкалья.

Характерной чертой почв региона является сосредоточенность основных запасов органического вещества в верхней части профиля, что связано с местными особенностями почвообразования, а именно поверхностным распространением корневых систем растений. Сосредоточение основной корневой массы в небольшом по мощности слое почвы: до 20-ти см в серых лесных почвах, до 40-50-ти см в черноземе и каштановой почве (вместе с горизонтом АВ), обусловлено особенностью термического режима исследуемых почв. Более глубокому проникновению корней препятствуют низкие температуры поздно оттаивающего в весенне-летний период почвогрунта [Кузнецова, 1964].

Не менее важной причиной малой мощности гумусового горизонта исследуемых почв, особенно чернозема, является различная интенсивность биохимических процессов в условиях резкой континентальности климата региона. В весеннее время они замедлены и усиливаются лишь к середине лета, что обуславливает небольшую подвижность гумуса в условиях слабой промачиваемости почв. Максимальная интенсивная микробиологическая деятельность наблюдается лишь в июле-августе, когда максимум осадков совпадает с максимальным прогреванием почвы [Белых, 1988]. Разложение органических остатков происходит в значительно более короткий период лета, чем в европейской части России, причем процесс этот концентрируется в небольшом по мощности верхнем слое почвы с оптимальными температурами. Образовавшееся гумусовое вещество быстро подвергается морозной денатурации, более резкой и длительной, чем в черноземах европейской части, и продукты гумификации остаются на месте своего образования.

Различия в мощности гумусового горизонта исследуемых почв нашли свое отражение в запасах гумуса. Так, при сравнении запасов гумуса в слое 0-20, 0-100 см видно явное их превышение в черноземах, где они приближаются к средним значениям [Гришина, Орлов, 1978]. При этом общие запасы гумуса в метровой толще чернозема значительны, хотя несколько уступают по величине черноземам Русской равнины, запасы которых в среднем составляют 549 т/га [Болотина, 1947]. По сравнению с черноземами запасы гумуса как в 20-ти см, так и метровой толще серых лесных минимальны. В каштановых почвах их содержание занимает промежуточное положение.

Поскольку мощность гумусового профиля исследуемых почв небольшая, то их распашка, а затем и смыв ведет к заметной потере в них органического вещества.

Низкая кислотность и оподзоленность, высокая степень насыщенности основаниям характерна для почв региона, в том числе и для серых лесных почв, чем они принципиально отличаются от аналогичных почв Европейской части России.

Содержание и запасы подвижных соединений основных питательных элементов в холодных, медленно прогреваемых с весны почв региона, также имеют свои особенности. Их запасы невелики и колеблются в пределах 1–2 % от валового их содержания [Колесниченко, 1971; Рынкс, 1971]. Существенным фактором, лимитирующим высоту урожаев на серых лесных почвах подтайги, служит низкая обеспеченность растений доступными формами питательных элементов, особенно азотом. Поэтому в подтаежной зоне применение азотного удобрения эффективно здесь даже на почвах, содержащих повышенные и высокие запасы доступного азота. В черноземах в условиях резко континентального климата гидролитическое расщепление органического вещества и его минерализация протекают при низкой биологической активности микрофлоры [Белых, 1988]. Однако, региональная специфичность биохимии черноземов – это не пониженный уровень ферментативной активности, а краткость его периода. В целом, азотный режим сибирских почв имеет свои зональные особенности в отличие от районов Европейской части России. Они содержат высокое количество азота в трудногидролизуемых соединениях, значительное преобладание аммиачных форм азота над нитратными. По содержанию подвижного фосфора исследуемые почвы, как и большинство почв региона, относится к низко- и среднеобеспеченным, а по содержанию обменного калия – к средне- и высокообеспеченным. Как правило, максимум их количества приходится на органогенные горизонты целинных почв и связано биогенным накоплением, хотя количество фосфора и калия в почвах, в отличие от азота, обусловлено исходным их содержанием в породе, а затем условиями почвообразования.

Интересны данные по составу гумуса исследуемых почв. Так, состав гумуса исследуемой целинной серой лесной почвы гуматно-фульватный с нарастанием фульватности вниз по профилю. По фракционному составу гумуса в профиле почвы четко выделяется две части. В верхней гумусированной части преобладают гуминовые кислоты 1-ой фракции, связанной с полуторными оксидами и 2-ой, связанной с Са, в меньшей степени присутствуют гуминовые кислоты, связанные с минеральными коллоидами. В срединном горизонте и почвообразующей породе растворимость гумуса увеличивается, отсутствуют гуминовые кислоты 1-ой, а доминируют – 2-ой фракции. Состав гумуса пахотной почвы гуматно-фульватный, преобладают свободные фульвокислоты и фульвокислоты, связанные с Са. Среди гуминовых кислот доминируют связанные с Са и совсем не обнаружены гуминовые кислоты 1-ой фракции. Доля нерастворимого остатка составляет более 50 %.

Состав гумуса по генетическим горизонтам чернозема выщелоченного как на целине, так и на пашне неоднороден. Гумусовые горизонты имеют гуматный тип гумуса, со значительным преобладанием второй фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием. Следует подчеркнуть присутствие в заметных количествах гуминовых кислот фракции 1 в верхних горизонтах почв. Среди фульвокислот преобладают, связанные в полимерный комплекс с гуминовыми кислотами фракции 1 и 2. Общей закономерностью является уменьшение содержания гуминовых кислот с глубиной при параллельном увеличении относительного содержания фульвокислот, в связи с чем отношение $S_{гк}:S_{фк}$ за пределами гумусового горизонта приближается к 1. При распаивании качественный состав гумуса несколько меняется. В пахотном горизонте заметно увеличивается количество гуминовых кислот 1-ой фракции, связанной с полуторными оксидами, а также фульвокислот фракции 1а, по всему профилю. В пахотном и подпахотном горизонте резко повысилась растворимость гумуса, содержание нерастворимого остатка составила всего около 25 %.

В групповом и фракционном составе гумуса верхних горизонтов каштановых почв региона, как правило, преобладают гуминовые кислоты 2-ой фракции, связанные с Са

(Сгк:Сфк = 1,2–1,9), что сближает их с каштановыми почвами европейской части и отличает от одноименных забайкальских. Исследуемая целинная почва содержит равное количество гуминовых и фульвокислот в горизонтах А и АВ, преобладающими среди гуминовых являются 2-я и 3-я фракции. Среди фульвокислот отмечено полное отсутствие 1-ой фракции. Содержание нерастворимого остатка составляет больше 50 %. На пашне гуматным составом выделяется подпахотный горизонт, где доминируют гуминовые кислоты связанные с Са, отношение Сгк:Сфк = 2,7. В пахотном горизонте наблюдается появление небольшого количества фульвокислоты 1-ой фракции в отличие от целины, что связано с периодическим орошением сельхозугодия, сохраняется высокое больше 50 % содержание нерастворимого остатка.

Следует отметить, что характерной особенностью состава гумуса исследуемых почв региона является высокое содержание в его составе нерастворимого остатка, достигающего 55–65 %, что отличает их от почв Европейской части России, где нерастворимый остаток невелик и составляет 20–30 %. Наличие нерастворимого остатка объясняется местными гидротермическими условиями континентального климата. Гуминовая кислота под влиянием сильного промораживания зимой и частого просушивания летом, по-видимому, быстрее обезвоживается и переходит в малоподвижную форму – гумин. В распаханых почвах растворимость гумусовых веществ повышается в пахотном горизонте, что связано с повышенной увлажненностью и прогреванием почвы в летний период, стимулирующими микробиологическую активность.

Литература

1. *Белых А. Г.* Пищевой режим черноземов Приангарья // Почвы юга Средней Сибири: сб. науч. тр. – Иркутск, 1988. – С. 83-94.
2. *Болотина Н.И.* Запасы гумуса и азота в основных типах почв СССР // Почвоведение. – 1947. – № 5. – С. 277-286.
3. *Гришина Л.А., Орлов Д.С.* Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С. 42-47.
4. *Колесниченко В.Т.* Плодородие подтаежных почв Средней Сибири и эффективность удобрений // Информ. Бюллетень СИФИБР. – Иркутск, 1971. – Вып. 9. – С. 66-68.
5. *Кузнецова А.И.* Агрохимическая характеристика почв Иркутской области. – Иркутск: Восточ.-Сиб. кн. изд-во, 1964. – 100 с.
6. *Кузьмин В.А.* Почвы Предбайкальского участка зоны БАМ // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования в зоне БАМ. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. – С. 11-98.
7. *Рынкс И.Н.* Агрохимические свойства черноземов Предбайкалья // Информ. Бюллетень СИФИБР. – Иркутск, 1971. – Вып. 9. – С. 76-78.

Научный руководитель: Козлова А.А. – к.б.н., доцент кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ.

СВОЙСТВА ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫХ ПОЧВ ПРИАНГАРЬЯ, ОСЛОЖНЕННЫХ ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗОМ*А.Е. Егодуров, Е.Г. Чиркова*Иркутский государственный университет, tomahawk038538@gmail.com,
lenok-chirok@list.ru

На территории Приангарья дерново-карбонатные почвы занимают обширные площади, что обусловлено широким распространением моноклинально залегающих палеозойских осадочных карбонатных пород. Они занимают водоразделы и склоны в южной части Лено-Ангарского плато, на Онотской возвышенности, Иркутско-Черемховской равнине и в Предбайкальской впадине под сосновыми, лиственничными и смешанными травяными и моховотравяными лесами. На равнине значительные площади этих почв распаханы [Кузьмин, 1980]. Это своеобразный местный тип почв, формирование которого обусловлено физико-географическими особенностями, в частности составом и свойствами карбонатных почвообразующих пород. Они формируются в местах выхода на поверхность карбонатных пород - известняков и доломитов, преимущественно нижнекембрийских и красноцветных карбонатно-силикатных песчаников, аргиллитов, алевролитов и мергелей верхнекембрийского и ордовикского возраста [Воробьева, 2010].

Палеокриогенные явления широко распространены в Приангарье. Часто они определяют неоднородность микрорельефа в виде бугров и западин, блоков полигонов и трещин, что вызывает усложнение почвенного покрова, его комплексность [Воробьева, 1980, Кузьмин, 1986]. Формирование палеокриогенного микрорельефа связано с развитием в прошлом полигонально-жильных льдов, образованных в конце верхнего плейстоцена (сартанское время) при значительной аридизации климата на фоне похолодания. Полное вытаивание льда произошло в голоцене. Полигональные структуры, разбитые трещинами, трансформировались в бугры, а на месте вытаившего жильного льда возникли псевдоморфозы, или мерзлотные клинья, заполненные почвогрунтом [Воробьева, 2010]. Наиболее общие различия между почвами бугров и западин состоят в неодинаковой мощности гумусового горизонта, в разном содержании и составе гумуса. Из-за нарушения почвенного покрова в результате различных причин (дефляция, делювиальный снос) даже в естественных условиях не всегда оказывается возможной однозначная генетическая интерпретация почв.

Целью работы послужило изучение свойств целинных и пахотных дерново-карбонатных почв Приангарья и установление их зависимости от явления палеокриогенеза.

Объектами исследования явились целинные и распаханые дерново-карбонатные почвы района, развитые в условиях бугристо-западинного рельефа, более проявленного на целине, где микробугор диаметром 10 м возвышается над микрозападиной на 1 м, на пашне это превышение составило менее 50 см.

На микробугре почва представлена по Классификации-2004 буроземом остаточно-карбонатным с формулой профиля: АУса–ВМса–Сса, в микрозападине – буроземом темногомусовым остаточно-карбонатным с формулой профиля: АУ–ВМса–Сса.

Название пахотной почвы микроповышения соответствует агрозему структурно-метаморфическому остаточно-карбонатному с формулой профиля: Р–ВМса–Сса, микропонижения – агрозему структурно-метаморфическому темному остаточно-карбонатному с формулой профиля: РУ–ВМса–Сса.

Химический и физико-химический состав дерново-карбонатных почв во многом определяется литологическими особенностями почвообразующих пород. По своим физико-химическим свойствам они характеризуются хорошим потенциальным плодородием.

Установлено, что целинные почвы обладают более выраженной кислой реакцией среды по сравнению с пахотными, где подщелачивание пахотного горизонта может быть связано с

припахиванием нижних карбонатных горизонтов. Это коррелирует с содержанием карбонатов, где их количество несколько выше по сравнению с целиной. При меньшей мощности наблюдается наибольшее количество гумуса и валового азота в целинной почве микроповышения. При распахивании наблюдается резкое уменьшение содержания за счёт перемешивания горизонтов Ad, A и AB и усреднения его количество в пахотном горизонте, особенно на микроповышении.

Максимальное содержание обменного Са приурочено к верхним гумусированным и погребённым гумусированным горизонтом исследуемых целинных и пахотной почвы микропонижений, так как это элемент биофил. Содержание магния больше приурочено к почвообразующим породам. При этом отмечается его полное отсутствие в срединном горизонте почв западины, так как этот элемент легче вымывается в связи меньшим радиусом атома, а также это обусловлено особенностью строения почв микропонижений, являющимися палеокриогенными трещинами.

В исследуемых дерново-карбонатных почвах довольно высоким содержанием нитратов отличаются пахотные почвы, что связано с более благоприятным температурным и водным режимом, оказывающим влияние на деятельность микроорганизмов. Отмечено очень низкое содержание фосфора и высокое – калия. В целом, дерново-карбонатные почвы характеризуются высоким почвенным плодородием и благоприятны для произрастания растений. Однако ряд отрицательных свойств практически сводит на нет их положительные качества. Азот и фосфор в этих почвы сильно закреплены в органическом веществе и мало доступны растениям. Почвы очень подвержены водной эрозии, особенно на повышениях микрорельефа, усиливающуюся при распахивании. В ряде случаев почвы являются сильно каменистыми и содержат скелет в виде щебня.

Исследуемые почвы бугра и западины на целине и пашне заметно отличаются по мощности гумусового горизонта. На буграх, по сравнению с западинами она на 11 см на целине и на 21 см на пашне меньше. По содержанию гумуса целинные почвы отличаются незначительно, оно довольно высокое в дерновых горизонтах (5-7 %) и постепенно снижается вниз по профилю. В распаханых аналогах количество гумуса заметно ниже по сравнению с целиной и составляет 3 % в пахотном горизонте на бугре и около 6 % в западине. В обрабатываемых почвах гумус равномерно распределён в пахотном слое и поэтому средний процент его меньше, чем в почвах под лесом.

Что касается состава гумуса, то целинные почвы характеризуются гуматно-фульватным составом, за исключением горизонта A на бугре и AB в западине, где состав гумуса гуматный. Отношение Сгк:Сфк по профилю почвы бугра колеблется в пределах 0,3–1,6, в западине – 0,5–1,2. На пашне состав гумуса в почве микробугра полностью фульватный, отношение Сгк:Сфк меньше 1 по всему профилю. В микрозападине наоборот пахотный, подпахотный и погребенный горизонты имеют гуматный состав (отношение Сгк:Сфк = 1,3–1,4), в почвообразующей породе – фульватный.

В целом можно отметить, что целинные почвы, развитые на палеокриогенных элементах микрорельефа менее отличаются по морфологии и свойствам, содержат больше гумуса и обладают большей мощностью гумусового горизонта по сравнению с пахотными. Это может быть объяснено усилением эродированности почвенного профиля при распашке, приводящей к усложнению почвенного покрова.

Целинные почвы микробугра и микрозападины заметно отличаются по свойствам, особенно значениям актуальной кислотности, содержанию и составу гумуса, плотности и влажности.

При распахивании различия между почвой микроповышения и микропонижения усилились. При этом произошло заметное подщелачивание пахотных горизонтов, по сравнению с целиной. Наблюдалось резкое уменьшение содержания гумуса, особенно на микроповышении, в составе которого заметно увеличилось количество нерастворимого остатка, обнаружено присутствие Сгк 1-ой фракции. Пахотные почвы оказались более тяжелыми и плотными по сравнению с целиной.

Литература

1. *Воробьева Г.А.* Значение позднелейстоценовых отложений и процессов для современного почвенного покрова юга Восточной Сибири // Почвы территорий нового освоения, их режимы и рациональное использование. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО АН СССР, 1980. – С. 13-17.
2. *Воробьева Г.А.* Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 205 с.
3. *Кузьмин В.А.* Почвы Предбайкальского участка зоны БАМ // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования в зоне БАМ. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. – С. 11-98.
4. *Кузьмин В.А.* Геохимические особенности почв в условиях бугристо-западинного рельефа Иркутско-Черемховской равнины // Региональные ландшафтно-геохимические исследования. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО АН СССР, 1986. – С. 67-81.

Научный руководитель: Козлова А.А. – к.б.н., доцент кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА БОЛОТНЫХ ПОЧВ И ВЗАИМОСВЯЗЬ С БОТАНИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ТОРФА

Е.А. Заров

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск,
zarov.evgen@yandex.ru

В процессе функционирования болот растения поглощают необходимые для роста питательные вещества из воздуха, с осадками и грунтовым питанием. После отмирания в верхнем деятельном горизонте происходит частичное разложение (до 80-90 % потери вещества от сухой массы) и преобразование растительных останков [Слюто, 1984]. Неразложившаяся часть погребается под слоем свежей органической массы и практически полностью изымается из круговорота веществ. Таким образом, болото является глобальным пулом углерода, азота и водорода.

Актуальным вопросом является оценка запаса элементов болот в локальном и мировом масштабах. Так как болотная растительность имеет активный отклик на изменения условий окружающей среды и, как следствие, торфяная залежь характеризуется неоднородностью структуры, стратиграфическое строение и характеристика элементного состава различных видов торфа может дать полноценную и статистически достоверную информацию о количестве запасенных элементов. Например, в [Слюто, 1984] за усредненную концентрацию углерода принято значение 52 %. С учетом выраженной зональности болот Западной Сибири, наличием доминирующих видов торфа в торфяной залежи, характеризующихся различным элементным составом, а также значительной площадью болот исследуемой территории - 592 440 км² [Sheng, 2004], усредненные значения могут привести с серьезной неточности в расчетах. Целью данной работы является исследование различных видов торф и установление их точного элементного состава для болот лесной зоны Западной Сибири.

В ходе экспедиций 2009-2012 годов нами были отобраны образцы торфа с типичного для региона верхового выпуклого олиготрофного болота «Мухрино», расположенного на левобережной террасе Иртыша в 20 км к юго-западу от г. Ханты-Мансийска (международная полевая станция Югорского государственного университета, ХМАО-Югра), в лесной зоне средней тайги [Ильина, 1985]. Наиболее встречаемыми видами (встречаемость выше 2 %) являются фускум-торф (35,33 %), комплексный торф (14,5 %) и мочажинный (6,8 %) [Заров, 2013]. Преобладающими микроландшафтами являются грядово-мочажинные комплексы и рямы. Точки исследования расположены на геодезическом профиле, пересекающем болотный массив поперек и охватывающем все типичные элементы микроландшафта.

Отбор торфа в каждой точке осуществлялся торфяным буром каждые 50 см до глубины минерального ложа. Образцы были разделены по 10 см, упакованы в пластиковые пакеты и доставлены в лабораторию Югорского государственного университета.

Ботанический анализ проводился в соответствии с ГОСТ 28245-89, определение зольности - по ГОСТ 26801-86. Элементный анализ осуществлялся на элементном анализаторе EuroVector EA-3000 (Италия) путем сжигания высушенной до абсолютно сухого веса навески 1-2 мг при температуре 1020°C, разделением на хроматографической колонке при температуре 120°C и фиксированием сигнала детектором по теплопроводности. Калибровка была выполнена по веществу Acetanilide (C₈H₈NO). Концентрация элементов пересчитывалась на беззольную массу органического вещества. Результаты анализа представлены в таблице.

Содержание углерода и водорода возрастает в ряду моховая группа – травяная группа – древесная группа. Минимальная концентрация характерна для фускум- и ангустифолиум-торфа. Аналогичная тенденция прослеживается для концентраций азота с исключением для пушицевого торфа, где его содержание достигает максимума.

Таблица

Элементный состав различных видов торфа в пересчете на органическую массу, %

Вид торфа	N	C	H	O	C/N	n*
<i>Ангустифолиум</i>	<u>1.05</u> 0.24	<u>46.85</u> 1.12	<u>6.00</u> 0.11	46.10	44.62	5
<i>Сфагновый</i>	<u>1.47</u> 0.23	<u>48.74</u> 3.32	<u>6.23</u> 0.95	43.56	33.16	5
<i>Сфагновый мочажинный</i>	<u>1.05</u> 0.48	<u>48.95</u> 3.25	<u>6.19</u> 0.35	43.82	46.76	13
<i>Фускум</i>	<u>0.97</u> 0.35	<u>48.27</u> 3.02	<u>6.16</u> 0.33	44.59	49.59	47
<i>Комплексный</i>	<u>1.00</u> 0.30	<u>51.28</u> 3.21	<u>6.43</u> 0.34	41.30	51.46	6
<i>Пушицево- сфагновый</i>	<u>1.31</u> 0.26	<u>52.80</u> 2.51	<u>6.19</u> 0.22	39.71	40.38	12
<i>Шейхцеригово- сфагновый</i>	<u>1.55</u> 0.40	<u>51.33</u> 1.61	<u>6.24</u> 0.22	40.89	33.22	8
<i>Шейхцериговый</i>	1.52	53.57	6.43	38.48	35.17	1
<i>Пушицевый</i>	<u>1.95</u> 0.40	<u>56.31</u> 2.37	<u>6.43</u> 0.23	35.31	28.89	9
<i>Пушицево- сфагновый</i>	<u>1.31</u> 0.26	<u>52.79</u> 2.51	<u>6.19</u> 0.22	39.71	40.38	12
<i>Осоково-пушицевый</i>	<u>1.54</u> 0.25	<u>55.43</u> 1.00	<u>7.08</u> 0.46	35.96	36.09	3
<i>Папоротниковый</i>	<u>1.91</u> 0.22	<u>56.88</u> 17.40	<u>5.79</u> 1.57	35.43	29.86	2
<i>Древесно-травяной</i>	<u>1.72</u> 0.34	<u>51.62</u> 2.97	<u>5.64</u> 0.54	41.02	30.00	3
<i>Древесно-пушицевый</i>	<u>1.84</u> 0.35	<u>57.69</u> 2.46	<u>7.25</u> 1.04	33.23	31.40	4
<i>Древесный</i>	<u>1.81</u> 0.03	<u>59.07</u> 2.03	<u>7.10</u> 0.34	32.02	32.72	3

Примечание: в числителе – среднее значение показателя, в знаменателе – стандартное отклонение; n – количество образцов.

Полученные результаты сопоставимы с данными зарубежных ученых [Silamiéle, 2010; Chambers, 2011]. Интересно отметить расхождения с данными элементного состава, представленными в отечественных источниках [Тюремнон, 1976; Раковский, 1978; Архипов, 1998]. Расхождение по разным видам торфа составляет от 2 до 5 %.

Отношение концентрации углерода к азоту имеет тенденцию к уменьшению в группах моховой – травяной - древесный торф. Таким образом, в относительном процентном отношении в слоях мохового торфа запасается больше углерода, чем в слоях, представленных травянистыми и древесными останками, где запасается больше азота. Исключением из установленной тенденции является пушицевый торф, в котором обнаружены максимальные концентрации азота.

Таким образом, нами получены значения процентного содержания элементов для типичных для среднетаежной зоны видов торфа. Данная информация поможет произвести более точную оценку запасов основных элементов в болотах Западной Сибири, оценить динамику накопления этих элементов и более полно понять процесс торфонакопления.

Литература

1. *Архипов В.С., Маслов С.Г.* Состав и свойства типичных видов торфа центральной части Западной Сибири // *Химия растительного сырья*. – 1998. – № 4. – С. 9-16.
2. *Заров Е.А.* Виды торфа верховых болот и их физико-химические свойства (на примере болотного массива Мухрино, ХМАО-Югра) // *Сборник тезисов I региональной молодежной конференции им. В.И. Шпильмана «Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири» (25-26 марта 2013 г.)*, 2013. – С. 118-121.
3. *Ильина И.С., Лапшина Е.И., Лавренко Н.Н.* Растительный покров Западно-Сибирской равнины. – Новосибирск: Наука, 1985. – 251 с.
4. *Раковский В.Е., Пигулевская Л.В.* Химия и генезис торфа. – М.: Недра, 1978. – 231 с.
5. *Тюремнов С.Н.* Торфяные месторождения. – М.: Недра, 1976. – 488 с.
6. *Chambers F.M., Beilman D.W., Yu Z.* Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics / *Mires and Peat*, Volume 7 (2010/11), Article 07, 2011. – P. 1-10.
7. *Clymo R.S.* The limits to peat bog growth / *Proceedings of the Royal Society, London, Series B* 303, 1984. – P. 605-654.
8. *Sheng Yo., Smith L.C., MacDonald G.M., Kremenetski K.V., Frey K.E., Velichko A.A., Lee M., Beilman D.W., Dubinin P.* A high-resolution GIS-based inventory of the West Siberian peat carbon pool / *Global biogeochemical cycles*, vol. 18, GB3004, 2004. – P. 1-14.
9. *Silamiēle I., Nikodemus O., Kalniņa L., Purmalis O., Kīviņš M.* Peat humification character in two ombrotrophic bogs depending on peat properties / *Proceedings of the Latvian academy of sciences. Section B*, Vol. 64, 2010. – P. 159-166.

**ПРИЗНАКИ ВЕТРОВАЛЬНОГО МОРФОГЕНЕЗА В ФОНОВЫХ ПОЧВАХ
ЧЕРНЕВОЙ ТАЙГИ (НА ПРИМЕРЕ ТОМЬ-ЯЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ)***Г.И. Истигечев, С.В. Лойко*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
s.loiko@yandex.ru

Ветровальным почвенным комплексам и механизмам их формирования посвящена обширная литература. Установлено, что свойства почв при ветровалах и последующем восстановлении профиля меняются не только в пределах провернутого слоя, но и в залегающих по ним горизонтах [Samonil P. et al., 2010]. При зарастании и нивелировании ветровальных почвенных комплексов образованных глубокими вывалами часть ветровальных признаков сохраняется неопределенно долго, вплоть до следующего вывала, относясь к изменениям необратимого характера. В почвах подвергавшихся значительному воздействию ветровалов за голоцен «накопились» необратимые изменения, поэтому применение к ним моделей педогенеза предполагающих постепенное, последовательное протекание почвенных процессов будет неадекватно, так как они искажены турбационной моделью. Изучение масштабов этих искажений поможет прояснить многие вопросы, связанные с генезисом почв и почвенного покрова.

В Евразии изученность ветровалов очень неравномерна. Большинство работ выполнено на «свежих» ветровальных почвенных комплексах с выраженным микрорельефом в таежных экосистемах Восточно-Европейской равнины и широколиственных лесах горных территорий. Слабо разработаны вопросы, связанные с влиянием ветровалов на долговременную динамику почв. На обширных пространствах Сибири практически не изученными остаются даже «свежие» ветровалы.

Цель работы – изучение признаков ветровального морфогенеза для определения его роли в генезисе почв черневой тайги.

Выполненные работы позволили получить первые данные по двум научным вопросам: 1) описание морфогенетических эффектов ветровального морфогенеза в уникальных черневых экосистемах; 2) длительно-временное влияние ветровалов на строение сверхглубокоосветленных почв.

Объектом исследований выступили почвы и почвенный покров осиново-пихтовой высокотравной черневой тайги вершины Томь-Яйского междуречья, склоны которого заняты зональными подтаежными ландшафтами, где преобладающими почвами автономных местоположений являются темно-серые и серые почвы.

Методы исследований заключались в проведении морфогенетического анализа строения основных компонентов почвенного покрова черневой тайги с использованием двух почвенных траншей, а также фотографий и описаний более чем 70-ти почвенных разрезов в черневых экосистемах, в том числе с Салаирского кряжа и юга Кузнецкого Алатау. При морфогенетическом анализе широко использованы цифровые методы, которые позволили избежать многих ограничений, возникающих в полевых условиях из-за недостаточного освещения, малой контрастности (и т.д.) и более уверенно диагностировать ветровальные признаки.

Данные о строении почв полученные в полевых условиях дополнены лабораторными исследованиями микромонолитов. Для этого применен комплекс методов: детальное макрофотографирование, мезофотографирование, сканирующая-электронная микроскопия с одновременной детекцией элементного состава (приставка Quantax 70 к SEM Hitachi TM3000). Это позволило получить сведения о строении ветровальных признаков, уточнить их генезис. Также изучен гранулометрический состав различных морфологических элементов с использованием пипеточного метода Н.А. Качинского и

фотоседиментометрического метода, который позволяет проанализировать образцы малой массы (0,1 – 0,5 г).

Проведенный морфогенетический анализ почвенных морфологических элементов в черневой тайге показал широкое распространение признаков, которые не могут быть интерпретированы с позиций нормальной модели педогенеза и её латеральных модификаций, предполагающих формирование постепенных, градиентных границ, как в вертикальном, так и в горизонтальном простирании. На основании опубликованных работ (Бобровский, 2010; Пономаренко, 1999) был составлен диагностический список почвенных морфологических элементов черневой тайги, которые могут формироваться под воздействием ветровальных педотурбаций. Эти признаки выделяются на различных иерархических уровнях организации почвенных систем от морфонов, соответствующих порово-сегрегатно-агрегатному (обломки различных горизонтов в искореженной смеси бывших западин), до полиморфонов-котлов, являющихся предельными структурными элементами почвенного покрова (ветровальные «котлы») и относящиеся к уровню почвенных тел. Ниже приводим список изученных признаков.

1. Морфонно-горизонтный уровень

1.1. Полиморфонно-горизонтный тип строения элементарных почвенных структур.

1.2. Мозаичное морфемно-морфонное строение горизонтов.

1.3. Изменение гранулометрического состава в вывальных почвенных морфологических элементах (обнаруживается при сравнении гранулометрического состава ветровальных «полиморфонов-котлов» (бывшие, снивелированные ветровальные западины) с вмещающими горизонтами).

2. Морфонный уровень

2.1. «Плавающие» комки (включения в горизонт обломков горизонтов залегающих выше, либо ниже по профилю, либо вообще отсутствующих в данной почве).

2.2. BEL–BTel горизонты (отсыпка днища бывших ветровальных котлов, состоящая из «взрыхленного» текстурного горизонта, со значительным количеством скелетан, иногда достаточно мощных (до 1 см).

2.3. Корневые заклинки (морфоны на месте выдернутых корней из текстурного горизонта с налипшим материалом).

2.4. Ржаво-охристые (железистые кутаны, пропитка) и сизоватые пятна, разводы на границе с текстурным горизонтом в автоморфных почвах.

2.5. Ореховатая структура остаточно-гумусовых иллювиально-трансформированных горизонтов (вторых гумусовых горизонтов).

2.6. Монолитное строение гор. AEL (горизонт теряет структурное состояние, после прохождения вывала, в западине которого происходит дезагрегация и заплывание).

2.7. Форма верхней поверхности текстурного горизонта, на срезах и 3D изображениях которой прослеживаются следы воздействия выдерживавшихся при вывале корневых систем.

3. Морфемный уровень

3.1 Морфемная мозаика внутрипедной массы (состоит из мельчайших обломков различных горизонтов, формируется при постепенном заполнении ветровальной западины осыпающимся с ветровального кома и стенок западины материалом).

3.2 Древесные неокатанные угли.

3.3 Отмытый пылеватый белесый материал в порах (белесые «черточки» и пылеватые белесые «глазки»), скопления агрегатов в темно-серых почвах с обезыленной поверхностью и сохранившимся ядром.

3.4 Останцовый тип перехода от текстурных горизонтов к (гумусово-) элювиальным или остаточно-гумусовым иллювиально-трансформированным

горизонтам (останцы формируются на начальных стадиях зарастания вывала, когда с якорных и иных глубоких корней опадает материал иллювиального горизонта).

В морфогенезе почв черневой тайги значительная роль принадлежит ветровальным педотурбациям, вследствие которых в фоновых почвах формируется парагенетический комплекс ветровальных признаков. Перечисленные ветровальные признаки формируют часть почвенных свойств, которые традиционно описываются как специфические для почв черневых экосистем (глубокая оподзоленность, относительно ровная нижняя граница элювиальных горизонтов, останцовый тип субэлювиального горизонта, монотонность свойств в пределах ведущих компонентов почвенного покрова – дерново-подзолистых и светло-серых почв). Глубокие ветровалы усиливают контрастность границ между компонентами почвенного покрова, способствуют формированию спорадически-пятнистых элементарных почвенных ареалов, приводят к осветлению почвенной массы, углубляют верхнюю границу текстурного горизонта и приводят к усечению верхних границ остаточно-гумусовых горизонтов.

Литература

1. *Samonil P., Kamil K., Hort L.* The role of tree uprooting in soil formation: a critical literature review. *Geoderma*, 2010. DOI: 10.1016/j.geoderma.2010.03.018.
2. *Бобровский М.В.* Лесные почвы Европейской России. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 359 с.
3. *Пономаренко Е.В.* Методические подходы к анализу сукцессионных процессов в почвенном покрове // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. – СПб.: РБО, 1999. – С. 34-57.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-04-31514-мол_а).

ИНФОРМАТИВНОСТЬ ГЕОХИМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ГОЛОЦЕНОВЫХ ПАЛЕОПОЧВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ

П.И. Калинин, А.О. Алексеев

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино,
kalinin331@rambler.ru

Геохимический подход к исследованию разновозрастных отложений представляет собой одну из самых динамично развивающихся областей в четвертичной геологии и палеоклиматологии. В последнее время этот подход стал использоваться и при проведении палеогеографических реконструкций природной среды в голоцене. В частности, нами были отобраны показатели, которые могут быть применены для реконструкции природной среды в степной-сухостепной зоне. Это геохимические индикаторы процессов выветривания ($CI = [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)] \cdot 100$, $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O + MgO)$, Rb/Sr, W), выщелачивания (Ba/Sr), окисления ($(Fe_2O_3 + MnO) / Al_2O_3$), биологической активности и биопродуктивности (MnO / Al_2O_3 , MnO / Fe_2O_3 , $(Fe_2O_3 + MnO) / Fe_2O_3$), окарбонирования ($(CaO + MgO) / Al_2O_3$), засоления (Na_2O / K_2O , $(K_2O + Na_2O) / Al_2O_3$, Na_2O / Al_2O_3), степени однородности материала (TiO_2 / Al_2O_3 , Zr / TiO_2), а также показателей, позволяющих провести количественные реконструкции атмосферной увлажненности. Наши предыдущие исследования демонстрируют, что геохимические показатели могут быть использованы как самостоятельный инструмент при проведении палеогеографических и почвенных исследований [Калинин П.И., Алексеев А.О., 2009]. Однако не до конца изученными остаются как границы применения геохимических коэффициентов в палеопочвах различных природных зон, так и количественные значения показателей, характерных для той или иной степени преобразования почвенного материала.

Объектами изучения были фоновые каштановые почвы и голоценовые палеопочвы, погребенных под курганными насыпями на различных временных интервалах, охватывающих средний и поздний голоцен (6000 лет). Исследовано 2 курганных могильника: «Авилово», «Калмыкия». Они приурочены к различным природным районам Нижнего Поволжья (Приволжская, Ергенинская возвышенности). Другой группой объектов были серые лесные почвы лесостепной зоны Московской области.

Установлено, что основными процессами, оказывающими влияние на поведение химических элементов в почвах сухостепной зоны юго-востока Русской равнины в голоцене, являются: 1) биогенная мобилизация элементов местной растительностью; 2) миграция химических элементов в профиле почвы с солями и карбонатами и дальнейшее осаждение на испарительном барьере; 3) структурная дифференциация почвенного профиля, связанная с процессом солонцеобразования. Показано, что даже на коротких временных интервалах существуют значительные вариации концентраций химических элементов, а также различных геохимических параметров. Это обусловлено биоклиматическими факторами, которые, в свою очередь, зависят от динамики климата в регионе. Незначительные климатические колебания, произошедшие в течение 50 - 100 лет, по-видимому, оказывают большее влияние на миграцию и накопление химических элементов, чем фактор времени.

Выявлено циклическое изменение степени засоленности, карбонатности, выщелачивания почв и выветривания почвообразующего материала, обусловленное вековой динамикой климата. Наиболее засушливыми этапами на исследуемом хроноинтервале были эпохи, существовавшие в районе исследований ~ 4000 и 1750 лет назад со среднегодовым уровнем атмосферных осадков ~ 330 и 350 мм/год соответственно. Наибольшим увлажнением характеризовались эпохи, существовавшие ~ 5100 (390 мм/год), 1900 (370 мм/год), 700 (390 мм/год) лет назад, а также современный период (~ 370 мм/год).

Для общей фракции почв установлены пороговые значения наиболее показательных геохимических коэффициентов, определяющие границу невыветрелых/выветрелых

отложений, а именно между сильновыветрелыми верхними горизонтами палеопочв (горизонты А и В) и слабывыветрелыми нижележащими горизонтами. Эта граница для коэффициента Rb/Sr составляет порядка 0,3 единиц, для коэффициента $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O+MgO)$ порядка 1. Чем больше значения коэффициентов, тем более интенсивному выветриванию подвергались почвы. Однако процессы текстурной дифференциации почвенного профиля (солонцеобразование), характерные для зоны сухих степей, могут вносить существенную погрешность в распределение некоторых значений, в частности, распределения значений коэффициентов $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O+MgO)$ и CIA, которые нельзя использовать для однозначной трактовки интенсивности выветривания в более гумидные периоды.

Во многих литературных источниках указывается, что изучение илистой фракции (<2 мкм) различных отложений позволяет получить точные реконструкции условий осадконакопления на той или иной территории. Однако результаты наших исследований показывают, что изучение химического состава одной лишь илистой фракции не дает положительного результата применительно к голоценовым палеопочвам степной зоны.

Чтобы определить в каких еще почвенных фракциях происходит интенсивная миграция химических элементов, нами были изучены серые лесные почвы Московской области. Разрезы взяты на опытном поле в лесной экосистеме, на лугу и пашне. Почвы сформировались на одной и той же породе. Из образцов почв различных горизонтов были выделены илистая фракция (<2 мкм), а также фракции пыли: (2-5 мкм), (5-10 мкм), (10-100 мкм) и (>100 мкм).

Результаты показали, что максимальный выход имеет фракция крупной пыли (10-100 мкм), а также илистая фракция (<2 мкм). Значения геохимических показателей значительно разнятся в почвах, сформированных в различных экосистемах. Максимальные значения коэффициента выветривания (Rb/Sr) фиксируются во фракциях (<2 мкм) и (10-100 мкм) в лесной почве, причем эти значения намного выше, чем в валовом образце, в котором значения коэффициента для изученных почв существенно не отличаются.

Значения коэффициента окисления ($(Fe_2O_3+MnO)/Al_2O_3$) наиболее интенсивно варьируются во фракции (10-100 мкм), с максимальным значением в пахотной почве. В остальных фракциях нет значительных изменений.

Таким образом, значения геохимических показателей и концентрация химических элементов в илистой фракции (<2 мкм) и фракции крупной пыли (10-100 мкм) зависят от экосистемы, в которой развивался почвенный профиль. Фракция крупной пыли является наиболее распространенной фракцией в серой лесной почве лесостепной зоны, в которой фиксируются, наряду с илистой фракцией, максимальные концентрации элементов и их наибольшая дифференциация по профилю почвы.

Таким образом, наиболее предпочтительной для палеореконструкций с помощью геохимических параметров является валовые образцы почв. Перспективной для изучения является фракция крупной пыли (10-100 мкм) и илистая фракция (<2 мкм).

Литература

1. Калинин П.И., Алексеев А.О., Савко А.Д. Лёссы, палеопочвы и палеогеография квартала юго-востока Русской равнины // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. Вып. 58. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2009. – 140 с.: ил. 106, табл. 14, библиогр. назв. 125.

РОЛЬ Al В ФОРМИРОВАНИИ КИСЛОТНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЮЖНО-ТАЕЖНО ПОДЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.Г. Лим

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
lim_artiom@mail.ru

Изучение вопроса о роли алюминия в формировании кислотности почв началось в первой половине прошлого столетия. Однако, к мнению о том, что алюминий является причиной кислотности почв пришли не сразу. Изначально полагали, что кислотность вызвана ионами водорода, продуцируемыми органическими веществами. Такую точку зрения высказал К.К. Гедройц. Его гипотеза заключалась в том, что в почвах с промывным типом водного режима и непрерывного образования органических кислот – источника протонов, именно H^+ должен входить в состав ППК, обеспечивая формирование обменной кислотности [цит. по: Зонн, 1992]. Вторая гипотеза, сформулированная американским исследователем Вейтчем и японским исследователем Дайкухара, гласит о том, что носителем обменной почвенной кислотности является обменный алюминий [цит. по: Соколова и др., 2007]. Эту же гипотезу в своих работах поддерживали В.А. Чернов [1947, 1955] и С.Н. Алешин и др. [1975].

Объектами исследования послужили дерново-подзолистые почвы южно-таежной подзоны Западной Сибири. Территория густо пронизана гидрографической сетью как мелких, так и средних таежных рек, которые осуществляют дренаж большого Васюганского болота. Поэтому автоморфное почвообразование, вследствие плохой дренированности территории и повышенного увлажнения, приурочено к узким приречным пространствам. В условиях промывного типа водного режима, в результате деятельности почвообразовательных процессов в почвах происходит формирование светлых кислых горизонтов – подзолистого и элювиального. По поводу генезиса этих горизонтов имеется достаточно много фундаментальных работ и предложено несколько теорий, но их противоречивость оставляет этот вопрос открытым и весьма дискуссионным. Однако вне зависимости от теории происхождения этих горизонтов, все они имеют общую черту – кислую реакцию почвенного раствора. Нами будет рассмотрена обменная кислотность и роль алюминия в ее формировании.

В большинстве случаев кислая реакция почвенного раствора является неблагоприятным фактором. В первую очередь это касается земель сельскохозяйственного назначения: препятствует получению высоких урожаев за счет резкого снижения поступления питательных элементов в катионной форме, способствует снижению активности микроорганизмов и развитию грибной микрофлоры, замедлению разложения органических остатков.

Определение обменных ионов водорода и алюминия, рН солевой вытяжки проводилось по общепринятым в почвоведении методикам [Аринушкина, 1970]. Степень ненасыщенности основаниями рассчитывалась по формуле: $Q=100-(S/(S+H))*100$, где S – сумма обменных оснований, H – гидролитическая кислотность.

Как показывают исследования, обменный водород в минеральных почвенных горизонтах, как правило, либо отсутствует, либо содержится в небольших количествах (таблица). Мнение о том, что обменная кислотность обусловлена ионами водорода, может быть вполне справедливой, поскольку промывной тип водного режима способствует выносу оснований из верхних элювиальных горизонтов на фоне непрерывного образования кислотных продуктов в процессе функционирования биоты и грибной микрофлоры. Как указывает Т.А. Соколова и др. [2007], утверждать о том, что главная роль почвенной кислотности принадлежит H^+ однозначно нельзя, поскольку измерить продуцируемые

протоны образующихся за счет диссоциации органических кислот можно только на основании косвенных признаков.

Таблица

Характеристики исследуемых почв

Горизонт/ глубина, см	рН _К Cl	H ⁺	Al ³⁺	Q*	Горизонт/ глубина, см	рН _К Cl	H ⁺	Al ³⁺	Q*
		мг*экв/100		%			мг*экв/100		%
Дерново-мелкоподзолистая остаточно-карбонатная со вторым гумусовым горизонтом супесчанная					Неглубокоподзолистая остаточно-карбонатная глубинно-глееватая легкосуглинистая				
A ₀ 0-0,5	-	-	-	-	A ₀ 0-0,5	-	-	-	-
A _д 0,5-10	-	-	-	-	A ₀ A ₁ 0.5-13	5,3	0,40	8,44	51
A ₂ 10-25	4,0	0,08	5,11	44	A ₂ 15-25	5,2	0,23	6,46	35
A ₂ B 30 40	4,1	0,25	5,45	38	A ₂ B 35-45	5,5	0,25	4,03	24
B ₁ 50-60	4,2	0,13	2,64	25	B ₁ Fe 55-65	5,5	1,24	0,25	13
B ₂ 75-85	5,3	0,03	0,02	0	B ₂ Fe,g 86-96	7,4	0,39	0,05	3
BC _{Ca} 90-120	-	-	-	-	BC _{Ca} 110-120	-	-	-	-
BC _{Ca} 130-160	-	-	-	-	BC _{Ca} 130-150	-	-	-	-
Слабодерново-неглубокоподзолистая остаточно-карбонатная со вторым гумусовым горизонтом легкосуглинистая					Дерново- мелкоподзолистая остаточно-карбонатная легкосуглинистая				
A ₀ 0-7	-	-	-	-	A ₀ 0-10	-	-	-	-
A ₁ A ₂ 7-17	5,4	0,49	10,75	47	A ₁ A ₂ 17-27	3,5	0,05	5,17	53
A ₂ 20-30	6,3	1,26	6,93	34	A ₂ B 27-40	3,5	0,08	6,31	52
A ₂ B 33-43	6,4	0,19	7,79	34	B ₁ 40-80	3,7	0,09	1,84	25
A _{2h} 45-55	5,3	0,56	4,22	31	B ₂ 80-120	4,2	0,05	0,07	10
B _{1g,Fe} 70-80	7,4	0,28	0,44	8	B ₃ Ca 120-140	-	-	-	-
B _{2g,Fe} 90-100	7,6	0,26	0,18	5	BC _{Ca} 140-160	-	-	-	-
BC _{Ca} 110-140	-	-	-						
BC _{Ca} 140-180	-	-	-						

* - степень насыщенности основаниями

Наибольшее содержание обменного алюминия в дерново-подзолистых почвах приурочено к горизонтам с низкими значениями рН, и наоборот, при изменении рН в сторону нейтральной реакции среды параллельно уменьшается содержание Al³⁺. Снижение рН_{КCl} и содержания обменного алюминия по профилю можно объяснить тем, что в исследуемых почвах с глубины 90-100 см отмечается наличие карбонатов кальция, которые, в свою очередь, создают геохимический барьер, препятствуя образованию кислой реакции среды, насыщая ППК Ca²⁺. Т.А. Соколова и др. [2007], указывают, что алюминий в растворе может содержаться в виде алюмоорганических соединений, представленных комплексами с анионами органических низкомолекулярных кислот и комплексами с гуминовыми и фульвокислотами. Низкомолекулярные органические соединения способствуют растворению алюмосодержащих минералов и образуют с алюминием растворимые комплексы, что способствует удержанию алюминия в почвенном растворе. Большая часть низкомолекулярных соединений находится частично в диссоциированной форме, что делает возможным образование комплексов алюминия (являясь центральным атомом) с анионами

органических кислот. В высокомолекулярных соединениях центральной группой принято считать органическую молекулу, с которой, как правило, взаимодействуют несколько ионов алюминия.

Величина степени ненасыщенности почв основаниями подобна профильному распределению обменного алюминия: максимальные показатели ее отмечены в верхних горизонтах и с глубиной профиля они уменьшаются.

Проведенные исследования и анализ литературного материала показали приоритетную роль Al^{3+} в формировании обменной кислотности дерново-подзолистых почв южно-таежной подзоны Западной Сибири.

Литература

1. Алешин С.Н., Сингх Р.Н., Курбатов А.И. О кислотности красноземных и подзолистых почв // Докл. ТСХА. – 1975. – № 243. – С. 75-82.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 483 с.
3. Зонн С.В. Алюминий. Роль в почвообразовании и влияние на растения. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1992. – 224 с.
4. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе: учебное пособие по некоторым главам курса химии почв. – Тула: Гриф и К, 2007. – 96 с.
5. Чернов В.А. О природе почвенной кислотности. – М.-Л., Изд-во АН СССР, 1947. – 185 с.
6. Чернов В.А., Кислицина Н.П. О механизме замены в почвах адсорбированных ионов водорода ионами алюминия // Почвоведение. – 1955. – № 3. – С. 7-16.

Научный руководитель: Середина В.П. – д.б.н, профессор.

МОДИФИКАЦИИ НОРМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПЕДОГЕНЕЗА В ЧЕРНЕВОЙ ТАЙГЕ*С.В. Лойко, Г.И. Истигечев, Т.А. Новокрещенных*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
s.loyko@yandex.ru

В почвоведении методология и научный язык традиционно развивались как профильно-ориентированные, определяющие взгляды исследователя на почву, как продукт протекающих в радиальном направлении процессов. Однако уже на первых порах были известны почвы, формирующиеся в результате привноса вещества и энергии с потоками извне, с параметрами отдельных горизонтов (или слоев) обусловленными процессами, протекающими в области формирования этих потоков. Постепенное накопление данных о воздействиях осложняющих поступательный рост почвы вглубь за счет радиального почвообразования привело к возникновению понятия о моделях почвообразования. Одним из последних крупных обобщений в этой области почвоведения стала работа С.В. Горячкина [2010], где предложено понятие о латерально-радиальных модификациях педогенеза. Почвообразование, протекающее путем постепенного углубления и усиления выраженности остаточных продуктов педогенеза, не осложненное боковым привносом вещества и межгоризонтными педотурбациями, отнесено к нормальной латерально-радиальной модификации педогенеза. Иные модификации систематизированы согласно осложняющему нормальный педогенез процессу. Систематизация проводится по данным сопряженного морфогенетического анализа компонентов почвенного покрова. С.В. Горячкин установил, что 80% от общего числа компонентов почвенного покрова бореально-арктических областей ЕТР имеют признаки проявления латерального приноса и уноса вещества, причем в 40% случаев они относятся к ведущим и сопряженным элементарным почвообразовательным процессам. При движении на юг значение латеральных модификаций педогенеза ослабевает, однако не исчезает совсем, увеличиваясь по мере роста количества осадков, расчлененности рельефа и уменьшения водопроницаемости почвообразующих пород. По этой причине в данной работе предпринята попытка оценить и реинтерпретировать ряд особенностей в строении почв черневой тайги с позиции реализации процессов модифицирующих нормальный педогенез. Исследования проводились в пределах северной оконечности ареала черневых экосистем вершины Томь-Яйского междуречья, компонентный состав почвенного покрова которой описан ранее [Гаджиев, Дюкарев, 1984; Лойко, Герасько, 2009].

Почвенные процессы в черневых экосистемах, составляющие нормальную модификацию педогенеза, подробно изучены В.М. Корсуновым под руководством Р.В. Ковалева [Ковалев и др., 1981]. Авторами отмечена роль внутрпочвенного стока в формировании глубокоподзоленного профиля, что свидетельствует о значительной роли латеральных процессов. В почвах черневой тайги Томь-Яйского междуречья нами также отмечен ряд педоособенностей, происхождение которых сложно объяснить, привлекая лишь нормальную модель. Рассмотрим их ниже на примере модального почвенного микросопряжения, состоящего из дерново-подзолистой сверхглубокоосветленной почвы (Пд) на выпуклом элементе микрорельефа (AY[0-9]–AY/EL[9-20]–EL(pal,a)[20-30]–ELi,ct/EL(a),i,ct[30-60]–BEL[60-67/72]–(BTel[67/72-90])–BT1[90-107]–BT2[107-121]–BC[121-165]–BCsa[165-175+]) и темно-серой остаточно-гумусовой иллювиально-трансформированной глееватой почвы (Ст) (AU[0-20]–AU/HH[20-40]–HH([el],ct,g)[40-66]–HH/BTcn,g[66-68/72]–BT1cn,g[68/72-100]–BT2cn,g[100-130]–BCg[130-220]–BCsa[220-240+]) в ложбине [Лойко, 2012]. Дистанция сопряжения по склону ложбины – 12 м. Для объяснения особенности будем привлекать «не нормальные» модели педогенеза.

Л/1. Несмотря на увеличение площади водосбора при переходе от Пд почвы к Ст, а, следовательно, количества промывающей почву воды, в профиле Ст почвы возрастает содержание илистой фракции и гумуса в надтекстурных горизонтах (рисунок). В этом же

направлении увеличивается и сумма поглощенных оснований, гидролитическая кислотность, причем вторая растет относительно быстрее первого параметра, из-за чего степень насыщенности основаниями падает. То есть при значительном увеличении объема промывающих профиль вод (основной агент оподзоливания, так как не бывает почв с педогенной текстурной дифференциацией при непромывном водном режиме) коэффициент текстурной дифференциации уменьшается с 10,2 в Пд почве, до 1,9 в Ст. Отметим, что это сопряжение автоморфное, почвы не испытывают подпора грунтовыми водами, как это предполагается при тормозящем лессиваж грунтово-водном механизме Ф.Р. Зайделя [2007].

Л/2. В Ст почве количество кутан и их мощность в ВТсн горизонте больше, чем в Пд, из этого следует, что степень обезыливания в надтекстурной толще Ст почвы должна быть выше, чем в Пд. Однако имеет место быть обратная ситуация (см. рисунок). В тоже время выраженность иллювиального максимума по илу согласуется с величиной обезыливания элювиальных горизонтов. Текстурный горизонт Пд почвы лучше просыхает, отчего поступающий ил проникает в самые мелкие трещины и поры, в то же время крупные кутаны не формируются. В Ст текстурный горизонт просыхает меньше и медленнее, отчего миграция суспензии осуществляется по крупным трещинам, формируются мощные кутаны на крупных призматических агрегатах.

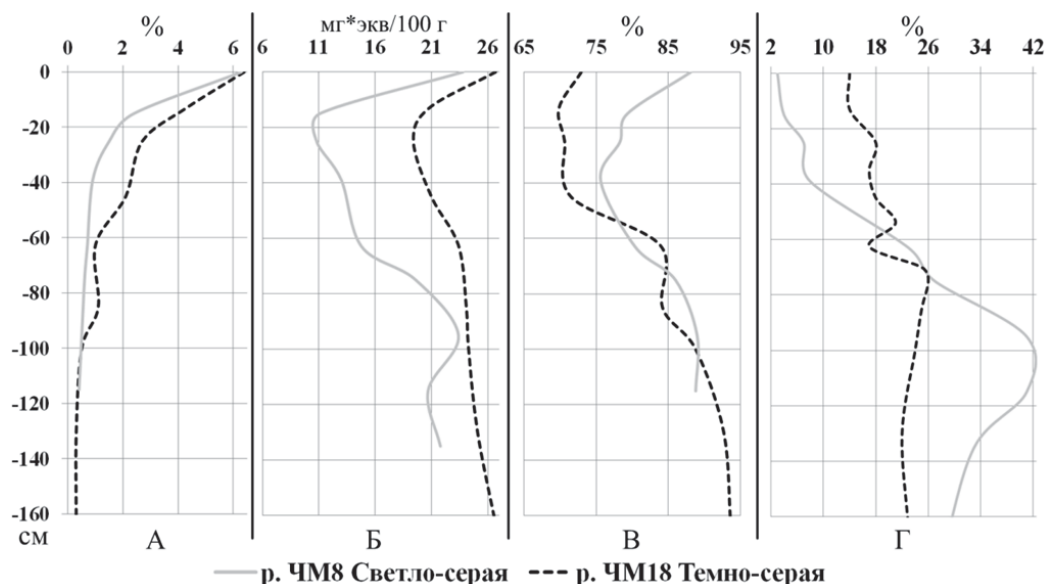


Рисунок. Свойства почв модального сопряжения по ложбине в черневой тайге Томь-Яйского междуречья. Обозначения: А – содержание гумуса; Б – сумма обменных оснований; В – степень насыщенности основаниями; Г – содержание илистой фракции.

Указанные особенности объясняются тем, что перемещение воды в микроландшафте осуществляется через внутрипочвенный сток по поверхности текстурного горизонта. В результате стадии лессиважа (мобилизация, транслокация и осаждение) получают не только радиальное, но и латеральное разобщение. Так в Пд почве преобладают стадии мобилизации и транслокации, а в Ст стадия аккумуляции, интенсивно протекающая в остаточно-гумусовом иллювиально-трансформированном (НН) и текстурном (ВТсн) горизонтах. Встречены почвы, в которых пик содержания ила приходится не на гор. ВТсн, а на НН. Гумусово-глинистые кутаны появляются уже в верхних 10–20 см профиля, в гор. НН они видны невооруженным глазом, для агрегатов характерна цветовая дифференциация внутрипедной массы и поверхностей. В рассматриваемом микросопряжении радиальная составляющая педогенеза существенно модифицируется латеральной, а элювиально-аккумулятивный профиль тип распределения почвенных свойств имеет как радиальное простираие, так и латеральное, можно образно сказать, что латеральный перенос поворачивает элювиально-иллювиальный тип распределения ила и гумуса на $\approx 90^\circ$. Такие

модификации нормального педогенеза можно назвать для Пд почвы инситно-латеральной тонкодисперсно-элювиальной, а для Ст инситно-латеральной тонкодисперсно-аккумулятивной, что является дополнением к модификациям С.В. Горячкина [2010].

Т/1. На рис. видно, что содержание илистой фракции в надтекстурной толще двух почв различается в верхней части в 4,5 раза, сравниваясь книзу. Элювиальный тип распределения илистой фракции в надтекстурных горизонтах Пд почвы имеет различную степень регрессивности, так в приведенном примере содержание ила постепенно нарастает с 40 см. Глубина же верхней границы текстурных горизонтов в Пд и Ст почвах обычно практически совпадает, будучи в Ст обычно несколько глубже (на 5–10 см). Это выглядит странно, ведь логично, что если на поверхности интенсивность осветления (по остаточным признакам – содержанию ила) в Пд почве в 4,5 раза выше, то и глубина его проникновения должна иметь большую величину, чего не наблюдается.

Т/2. Между рассматриваемыми почвами в пространстве наблюдаются «скачкообразные» границы. На склоне ложбины с ровным геоморфологическим профилем описаны переходы от светло-серой почвы к серой и от серой почвы к темно-серой на расстоянии около 1 м, что не соответствует континуальному характеру латеральных процессов, связанных с внутрпочвенной верховодкой.

Первое несоответствие (Т/1) сложно объяснить, если считать, что за *интенсивность осветления* и *глубину его проникновения* отвечает один процесс. Однако если принять, что за эти параметры отвечают разные процессы, то картина изменится, что хорошо согласуется с предложением М.В. Бобровского [2013] различать генезис формы и содержания. Процессы осветления отвечают за «содержание» и наиболее интенсивно протекают в приповерхностной части почв, в то время как турбационные процессы (зоотурбации и ветровальные фитотурбации) приводят к углублению обезыленного материала, отвечая за глубину соответствующих горизонтов. Формирование резких границ между ЭПА (Т/2) также связано с вывалами, которые из-за увеличения степени осветления материала в пределах котла усиливают на его боковых границах резкость перехода. Нормальный педогенез почв черновой тайги искажен турбационной моделью в толще глубиной 50–80 см.

Таким образом, нормальная модель педогенеза в черновой тайге модифицируется благодаря латеральной и турбационной составляющим, что отражается в строении горизонтов, залегающих выше текстурного. В наиболее «чистом виде» радиальные процессы действуют в текстурном горизонте, однако их параметры контролируются латеральной и турбационной (активизация иллювиирования при вывале) составляющими.

Литература

1. Бобровский М.В. Биотические и антропогенные факторы долговременной динамики лесных почв Европейской России. Автореф. дисс....д-р. биол. наук. – Владимир, 2013. – 48 с.
2. Гаджиев И.М., Дюкарев А.Г. О своеобразии почв черновой тайги Томь-Яйского водораздела // География, плодородие, бонитировка почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 56-79.
3. Горячкин С.В. Почвенный покров Севера. – М.: ГЕОС, 2010. – 414 с.
4. Зайдельман Ф.Р. Лессиваж и его с гидрологическим режимом почв // Почвоведение. – 2007. – № 2. – С. 133-144.
5. Ковалев Р.В., Корсунов В.М., Шоба В.Н. Процессы и продукты почвообразования в темнохвойных лесах. – Новосибирск: Наука, 1981. – 153 с.
6. Лойко С.В., Герасько Л.И. Факторы дифференциации и компонентный состав почвенного покрова таежных экосистем Томь-Яйского междуречья // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2009. – № 1. – С. 63-70.
7. Лойко С.В. Закономерности формирования почвенного покрова предгорных ландшафтов Томь-Яйского междуречья. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Томск, 2012. – 22 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-04-31514-мол_а).

БОНИТИРОВОЧНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИСАЛАИРЬЯ

Г.Ф. Миллер

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, mhfl981@mail.ru

Изучение почвенного покрова и его трансформации под влиянием сельскохозяйственного использования и эрозионных процессов проводилось на ключевом участке площадью 427,84 га, относящемся к Предалтайской почвенной провинции черноземов выщелоченных и оподзоленных и серых лесных почв лесостепной зоны Западной Сибири.

Объектом нашего исследования является почвенный покров, основной фон которого представлен серыми лесными почвами всех трех подтипов, которые вовлечены в пахотное земледелие (распаханность территории 46%) на протяжении более ста лет. Исследуемые почвы в трансэлювиальных позициях зачастую являются в разной степени смытыми или эрозионноопасными. Абсолютная высота исследуемой территории составляет 290–310 м. Местный базис эрозии (долина ручья) находится на высоте 250 м. Таким образом, перепады высот по заложенному геоморфологическому профилю составляют 40–60 м, что свидетельствует о высокой степени эрозионной расчлененности. Были выделены участки с крутизной склонов 0–1°, 1–3°, 3–5°, 5–7° и более. Склоновые земли (в структуре сельскохозяйственных угодий) занимают 27,8%, в том числе с крутизной более 3° – 21,6%. Доля эрозионноопасных сельскохозяйственных угодий составляет 31,1%. При проведении исследований были использованы такие методы, как химико-аналитический, метод бонитировочной оценки почв.

В полевых условиях был заложен ряд почвенных разрезов и проведен отбор образцов в трехкратной повторности. Почвенный покров ключевого участка был отнесен к трем типам ландшафтов: элювиальным, трансэлювиальным и трансаккумулятивным. Однако бонитировочной оценке подвергнуты почвы лишь первых двух типов ландшафтов, поскольку они относятся к пахотному фонду.

В соответствии с данной методикой нами была использована бонитировка на почвенно-агроэкологической основе, в которой диагностическими критериями являются показатели, характеризующие уровень почвенного плодородия. К таким показателям относятся мощность гумусового горизонта, содержание гумуса в пахотном слое, рН водной вытяжки, содержание физической глины и питательных элементов (подвижных форм фосфора и обменных форм калия).

В качестве оценочных критериев привлекаются не только свойства почвы, но и экологические условия территории, которые оказывают влияние на хозяйственную ценность сельскохозяйственных угодий – рельеф, и эродированность. Следовательно, данный метод бонитировки почв может рассматриваться как агроэкологический.

Под агроэкологическими свойствами почв понимают совокупность физико-химических, биологических и водно-воздушных их свойств, влияющих на питательный, водный, термический режимы, рост и развитие сельскохозяйственных растений [Тайчинов, 1968; Тюменцев, Попов, 1975].

При проведении почвенно-бонитировочного обследования следует учитывать то, что почвы склоновых местоположений под пашней подвержены эрозионным процессам, что резко снижает их качество как средства сельскохозяйственного производства. Данные неблагоприятные свойства могут оцениваться с помощью специально разработанных поправочных коэффициентов (коэффициент эрозии). Влияние процессов эрозии на показатели бальной оценки учитывались с помощью поправочного коэффициента эродированности (смытости). Согласно Методическим указаниям [1979], при расчете балла бонитета для слабосмытых почв был применен коэффициент 0,70, для среднесмытых – 0,50.

Бонитировочная оценка почв исследуемой территории проводилась по данным вычисления среднего балла бонитета почвы по её свойствам.

Расчет баллов бонитета по свойствам почв проводился по формуле:

$$B = \frac{Pf \times 100}{Pэ} \quad (1), \text{ где}$$

Б – балл оценки, Pf – фактическое значение оцениваемого показателя; Pэ – значение того же показателя почвы, принятой за эталон.

Общий балл бонитета почвы по её свойствам был рассчитан по формуле:

$$Бобщ = \frac{\sum B \times K}{n} \quad (2), \text{ где}$$

Бобщ. – общий средний балл бонитета почвы; $\sum B$ – сумма средних баллов по оценочным показателям; K – поправочный коэффициент; n – количество показателей.

Данные вычислений представлены в таблице.

Таблица

Расчет баллов бонитета исследуемых почв

Название почвы	Показатели					Коэффициент эрозии	Средний балл бонитета
	Мощность гумусового горизонта, см	Содержание гумуса в $A_{пах}$, %	Содержание частиц менее 0,01 мм, %	Содержание вал. N, %	Содержание подвиж. P_2O_5 , мг/100 г		
Темно-серые лесные мощные (эталон)	50	7,0	52	0,38	20,0	1,00	100
Темно-серые лесные мощные	45,8/91*	5,5/79	38,1/73	0,2/68	15,9/80	1,00	78
Темно-серые лесные среднемощные	33,8/67	6,2/88	36,1/70	0,3/79	15,3/75	1,00	76
Серые лесные среднемощные	33,0/66	4,3/61	35,7/68	0,2/66	15,3/75	1,00	67
Серые лесные среднемощные слабосмытые	24,3/48	4,0/57	37,5/72	0,2/50	15,2/75	0,70	47
Серые лесные маломощные слабосмытые	18,3/36	3,9/56	34,2/66	0,2/58	9,2/45	0,70	41
Серые лесные маломощные среднесмытые	15/30	3,3/47	31,4/60	0,12/34	10,9/55	0,50	23
Светло-серые лесные среднемощные слабосмытые	22/44	2,3/33	33,0/63	0,12/31	12,0/60	0,70	36
Серые лесные мощные намытые	45/90	4,6/66	32,8/63	0,25/66	9,0/45	1,00	66

* – в числителе среднее значение показателя, в знаменателе – значение балла бонитета показателя.

За эталон (100 баллов) были взяты свойства темно-серых лесных тяжелосуглинистых почв: мощность гумусового горизонта 50 см, содержание гумуса в пахотном горизонте 7%, содержание физической глины 52%, содержание валового азота 0,38%, содержание подвижного фосфора 0,20 мг/100г почвы.

На основании проведенных расчетов среднего балла бонитета исследуемых почв была выявлена следующая закономерность изменения его за счет положения почв в ландшафте. Наибольшие значения баллов бонитета характерны для темно-серых лесных мощных и среднемощных среднесуглинистых почв (76–78) и серых лесных среднемощных среднесуглинистых почв (67), расположенных по вершинам и верхним частям склонов увалов.

При проведении сравнительного анализа полученных данных и литературных данных, было выявлено, что полученные баллы бонитета соответствуют данным межтиповой оценочной шкалы пахотных почв Новосибирской области. Среднее значение бонитета темно-серых лесных почв Предсалаирской дренированной равнины составляет 70 баллов, а серых лесных – 62 балла [Бонитировка почв..., 1982]. Согласно исследованиям по определению агрохозяйственной пригодности почв административных районов Новосибирской области, в среднем бонитет серых лесных почв без разделения на подтипы составляет 75 баллов [Хмелев, Миллер, 2005]. Почвы склоновых положений, которые подвержены разной степени смывости, характеризуются низким показателем общего балла бонитета. Для серых лесных мало- и среднемощных слабосмытых почв средний балл бонитета составляет 47 и 41 соответственно, для светло-серых лесных слабосмытых почв – 36. Серые лесные маломощные среднесмытые почвы характеризуются самым низким показателем, который составляет 23 балла. Серые лесные намытые почвы, которые расположены небольшими контурами в нижних частях склонов, имеют высокий балл бонитета – 66 за счет увеличения мощности гумусового горизонта.

Таким образом, средний выявленный балл бонитета для серых лесных почв, вовлеченных в пашню на исследуемой территории, оказывается ниже, чем он значится по литературным данным – за исключением почв элювиальных ландшафтов. Причиной этого явления следует считать вовлеченность в пашню изначально не вполне подходящие для этого почв (серые лесные) склоновых позиций различной крутизны, на протяжении десятков лет подверженные эрозионным процессам.

Литература

1. Бонитировка почв на генетико-производственной основе / *Хмелев В.А., Щербинин В.И., Тюменцев Н.Ф., Гончаренко А.В., Медведева Г.С., Сулева О.Н., Попов А.А., Цыцарева Л.К., Абрамова М.Д., Дедисова М.В.* – Новосибирск: Наука Сиб. отд-ние, 1982. – 216 с.
2. Методические указания по бонитировке почв Сибири на генетико-производственной основе. – Новосибирск: СО АН СССР, 1979. – 42 с.
3. *Тайчинов С.Н.* Бонитировка почвы и качественная оценка земель. – М.: Колос, 1968. – 318 с.
4. *Тюменцев Н.Ф., Попов А.А.* Бонитет почвенного покрова административных районов Новосибирской области // Бонитировка почв в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – С. 48-116.
5. *Хмелев В.А., Миллер Г.Ф.* Оценка сельскохозяйственной пригодности земель Новосибирской области // Сибирский экологический журнал. – Новосибирск, 2005. – № 5. – С. 835-843.

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ СЕРЫХ ПОЧВ БУГРИСТО-ЗАПАДИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

В.В. Нечаева

Иркутский государственный университет, varya_nechaeva12.10@mail.ru

Согласно физико-географическому районированию Верхнее Приангарье – относится к Южно-Сибирской горной области, верхнеприангарской провинции с лиственничными и сосновыми лесами на приподнятых равнинах и плато, и осиново-березовыми травяными лесами на пологих склонах. В почвенном покрове преобладают серые почвы, сформированные на продуктах выветривания юрских песчаников [Кузьмин, 1980]. Для почвенного покрова региона характерна неоднородность, связанная с посткриогенными явлениями в виде бугров и западин овальной формы, имеющих диаметр 10-20 м и высотой до 2-3 м. Начало его формирования относят к позднему плейстоцену, когда в результате резкого похолодания произошло образование полигонов, разделенных трещинами, заполненных жильным льдом. В дальнейшем, при потеплении климата, многолетняя мерзлота деградировала, а при вытаивании жильного льда на месте мерзлотных трещин образовались пустоты, заполненные обрушенным с бортов полигонов материалом, так появились западины. На месте полигонов в результате обрушения их бортов, а также выпирания грунта, образовались бугры [Кузьмин, 1980; Воробьева, 2010]. При распаивании такие почвы образуют различные комбинации либо в виде комплексов, либо пятнистостей, деградированных на повышениях и аккумулятивных в западинах [Кузьмин, 1986].

Объектами исследования стали две сопряженные пары разрезов заложенные по элементам микрорельефа на целине и залежи. Согласно нивелирному ходу превышение бугра над западиной на целине составила 3,5 м, его диаметр – 22 м, на залежи – превышение составляет 50 см, диаметр около 35 м. По классификации почв России-2004 почва в лесу на бугре относится к постлитогенному стволу, отделу текстурно-дифференцированных почв, типу серых типичных, с формулой профиля: АУ–АЕL–BEL–BT–Cca, в западине – к синлитогенному стволу, отделу стратоземов, типу стратозем серогумусовый на погребенной почве, с формулой профиля: АУ–RY–[A–B–C]–C. Такое резкое различие в морфологии обусловлено, тем, что почвы бугров формируются в ненарушенной массе грунта палеокриогенного блока. В западинах почвообразование идет в переотложенном материале. На залежи в результате освоения данных почв произошла нивелировка поверхности, что привело к формированию антропогенной поверхности выравнивания и сближению морфологии залежных почв микроповышения и микропонижения, в отличие от целины. Они относятся к одному типу агросерых почв, отдела текстурно-дифференцированных почв, постлитогенного ствола, различие проявилось только на подтиповом уровне. На микроповышении почву отнесли к глееватым: P–AY–AEL–BEL–BTg–Cg, в микропонижении – со вторым гумусовым горизонтом: P–AY–AEL–BELhh–BEL–BT–Cg.

Наряду с морфологией в исследуемых почвах наблюдаются существенные различия в свойства почв на целине и менее заметные в почвах на залежи по элементам микрорельефа. Однако в исследуемых целинных почвах резкого изменения показателя pH как водной так и солевой суспензии по профилю не выявлено. Реакция среды в гумусовых горизонтах – слабокислая, в том числе и погребенных горизонтах западины, а в почвообразующей породе почвы бугра – слабощелочная от присутствия в ней карбонатов. На залежи изменения реакции среды также не претерпели существенных изменений. Реакция среды оказалась слабокислой по всему профилю почв микропонижения и микроповышения.

Содержание гумуса максимально в гумусово-аккумулятивном горизонте почвы на бугре, с глубиной количество его быстро снижается. В западине распределение гумуса бимодальное с двумя максимумами – в горизонте АУ и [A], причем его количество в 1,8 больше чем на бугре. В почве микроповышения залежи наблюдается заметное увеличение

гумусового горизонта и содержания гумуса, по сравнению с целинной почвой бугра, по-видимому, за счет предшествующей механической обработки. На микропонижении количество гумуса снизилось по сравнению с целиной, но все-таки остается более высоким, чем на микроповышении.

Максимальное содержание обменных катионов традиционно приурочено к гумусовым горизонтам, за исключением целинной почвы на бугре. Здесь их количество невелико и 3 раза ниже, чем в остальных почвах, что объясняется низким содержанием гумуса, легким гранулометрическим составом. Среди обменных катионов доминирует Са, поскольку обладает высокой биофильностью. Низкое содержания магния вызвано его большей подвижностью и меньшей биофильностью по сравнению кальцием. Значения гидролитической кислотности максимальны в целинной почве западины за счет повышенного содержания гумуса и миграции легкорастворимых солей по профилю в связи с ее большей рыхлостью и влажностью по сравнению с почвой бугра. В почвах залежи гидролитическая кислотность обнаружена по всему профилю на микроповышении и микропонижении с примерно одинаковыми значениями.

Все исследуемые почвы имеют легко и среднесуглинистый гранулометрический состав. В целинных почвах присутствует около 10 % крупного и среднего песка, в отличие от залежных почв, где его почти нет. Вниз по профилю количество крупных фракций увеличивается и только в горизонте ВТ почвы на бугре наблюдается увеличение содержания ила ($KD = 1,45$) вследствие лессиважа. На залежи преобладает мелкий песок, максимум содержания которого приходится на срединные горизонты, с глубиной количество его снижается, особенно заметно в микропонижении. Наблюдается небольшой вынос ила из элювиальной толщи и вымывание его в горизонт ВТ, что говорит об слабом проявлении процесса лессиважа.

Как уже указывалось выше, целинная почва в западине оказалась рыхлой по всему профилю, значения плотности колебались от $0,7 \text{ г/см}^3$ в дернине до $1,1 \text{ г/см}^3$ в погребенном гумусовом горизонте. Плотность почвы на бугре оказалась значительно выше, чем в западине, и еще больше выросла книзу профиля. Залежные почвы оказались более плотными по сравнению с целиной, значения плотности составили $1,2\text{--}1,3 \text{ г/см}^3$ в гумусовых горизонтах и около $1,5 \text{ г/см}^3$ в середине профиля.

Почвы бугров и западин заметно отличаются по увлажнению. Так, максимум влаги приходится на гумусовый горизонт целинной почвы западины, с глубиной ее количество резко уменьшилось. На бугре увлажненность почвы оказались в 5 раз ниже, чем в западине и составила менее 10 %, вниз по профилю почва стала еще суше. На залежи влажность почв оказалось заметно выше, чем на целине. Ее значения были примерно одинаковыми (около 20 %) на микроповышении и в микропонижении, по профилю заметных колебаний влаги не наблюдалось.

Изучение элементного состава исследуемых почв, выполненного в аналитическом центре Института географии СО РАН им. В.Б. Сочавы, выявило некоторую дифференциацию железа и кальция по профилю почв повышений целины и залежи. Наблюдаемый вынос железа из горизонта ВЕЛ и сегрегации его в нижней части горизонта ВТ в виде псевдофибры связано с проявлением процесса оподзоливания. Высокое содержание Са в почвообразующей породе целинной почвы на бугре обусловлено наличием в ней карбонатов. Остальные элементы более равномерно распределены по профилю почв повышений и их содержание близко к кларку литосферы. В почвах понижений микрорельефа, как на целине, так и на залежи элементный состав равномерно распределен по профилю. При этом следует отметить выявленное низкое содержание Мп в погребенных гумусовых горизонтах западины, несмотря на его высокую биофильность, что обусловлено иными биоклиматическими условиями их образования.

Исследования состава гумуса проводилось в современных и погребенных гумусовых горизонтах исследуемых почв, для которых характерен гуматный или фульватно-гуматный тип гумуса. Согласно, полученным данным состав гумуса целинных почв бугра и западины

заметно отличается. Так, на бугре состав гумуса гумусовых горизонтов достаточно однороден и характеризуется повышенной его растворимостью, гуматностью. Среди гуминовых кислот преобладают, связанные с Са, при этом наблюдается увеличение фульвокислот 1а и снижение количества Сфк третьей фракции в горизонте АЕL в сравнении с горизонтом АУ. В западине немного увеличивается содержание 1-ой фракции гуминовых кислот, при этом растворимость гумуса немного снижается. Погребенный гумусовый горизонт выделяется заметным превалированием гуминовой кислоты 2-ой фракции, связанной с кальцием и более высоко растворимостью гумуса по сравнению с верхними горизонтами. В освоенных почвах наблюдается увеличение гуматности и снижение растворимости гумуса в пахотных горизонтах, а в подпахотных и погребенных горизонтах преобладают гуминовые кислоты 2-ой фракции, заметно увеличивается растворимость гумуса, особенно в почве микропонижения. В целом, особенности состава гумуса погребенных горизонтов почв понижений, а именно высокое содержание гуминовых кислот и низкое – нерастворимого остатка, могут служить подтверждением существования в прошлом иных, возможно более благоприятных климатических условий.

В результате проведенных исследований установлено, что залежные почвы обладают оптимальными плодородными свойствами, легки в обработке, так как при распахивании произошла выравнивание и нивелировка рельефа, а близость к городу (всего 20 км) делает привлекательным возобновление на них сельскохозяйственной деятельности. Однако следует учитывать, что повторное распахивание может привести к усилению дифференциации почвенного покрова и ухудшению свойств почв. Поэтому нам представляется наиболее целесообразным рекомендовать применение на землях с неоднородным почвенным покровом, технологии так называемого прецизионного или точного земледелия, в основе научной концепции, которого лежит представления о неоднородности (комплексности) почвенного плодородия в пределах одного поля, что часто связано с неоднородностью мезо- и микрорельефа. При данной системе земледелия происходит дифференцированное внесение удобрений на тех участках поля, которые идентифицированы с помощью GPS-приёмников и где потребность в определённой дозе удобрений выявлена при помощи картограмм агрохимического обследования и урожайности, тем самым, оптимизируется внесение удобрений. Для выявления и этих неоднородностей и детальной агроэкологической оценки почв сельскохозяйственных земель используются системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАС), специальные датчики, аэрофотоснимки и снимки со спутников, а также специальные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем (ГИС). Главным сдерживающим фактором внедрения точных систем земледелия в практику вообще и в регионе в частности является высокая стоимость работ по прецизионному (точному) агрохимическому обследованию почв.

Литература

1. Бычков В.И. Микрокомплексность почв в Южном Прибайкалье // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. – М., 1973. – С. 126-133.
2. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 205 с.
3. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкальского участка зоны БАМ // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования в зоне БАМ. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. – С. 11-98.
4. Кузьмин В.А. Геохимические особенности почв в условиях бугристо-западинного рельефа Иркутско-Черемховской равнины // Региональные ландшафтно-геохимические исследования. – Иркутск: Изд-во ин-та географии СО АН СССР, 1986. – С. 67-81.

Научный руководитель: Козлова А. А. – к.б.н., доцент кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ.

ГУМУСОВЫЕ ПРОФИЛИ ПОЧВ ЧЕРНЕВЫХ ЛЕСОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ***П.А. Никитич***Национальный исследовательский Томский государственный университет,
polinkanick@mail.ru

Познание истории формирования почв и построение модели их эволюции является одной из основных проблем генетического почвоведения, решение которой направлено на усовершенствование прогнозов поведения почв и ландшафтов в меняющейся природной обстановке. И.В. Ивановым и А.Л. Александровским [1987] составлен детальный перечень методов изучения эволюции почв, одним из которых является генетический анализ профиля. Сущность его заключается в том, что свойства почв сопоставляются с современными условиями почвообразования, на основе чего делается заключение о соответствии их современной природной обстановке. При наличии признаков, не соответствующих физико-географической среде, строятся гипотезы об их происхождении, развитии почвы на более ранних стадиях. Далеко не все реликтовые признаки почв могут быть выражены в морфологическом облике почв, однако химические исследования позволяют выявить те или иные свойства, сохраняющиеся в диагенезе почв и отражающие былые стадии почвообразования. Одним из таких свойств является состав гумуса. Как показано М.И. Дергачевой [1984, 1997], система гумусовых веществ отражает, кодирует и запоминает изменения условий формирования почвы как природного тела на протяжении истории ее формирования, что фиксируется в особенностях строения гумусового профиля, поскольку соотношение и свойства компонентов системы гумусовых веществ обусловлены гидротермическим режимом, в котором происходило образование гумусовых кислот и их органоминеральных производных. Согласно И.А. Соколову [2004], гумус рефлекторен и сенсореен по отношению к природной среде, прежде всего, к климату. М.И. Дергачевой и Н.Н. Рябовой [2005] выявлены количественные связи гумус–климат: ГК имеют достоверные корреляции с температурными условиями, а фульвокислоты – с количеством атмосферных осадков.

Объектами исследований явились гумусовые профили дерново-подзолистых сверхглубокоосветленных почв Салаира и серых лесных почв подтаежной зоны Томь-Яйского междуречья, развитых в условиях черневых лесов. В целом исследованные почвы характеризуются типичным для почв соответствующих типов и подтипов строением почвенного профиля. Особенностью серых лесных почв является наличие морфологически выраженных вторых гумусовых горизонтов, а дерново-подзолистых – большая мощность оподзоленного горизонта и отсутствие или малая мощность лесной подстилки, связанные со спецификой климатических условий их формирования, высокой биологической активностью и характером почвообразующих пород. Почвы изучались с помощью полевого, морфологического, сравнительно-географического и сравнительно-исторического методов. Использовались общепринятые методики исследования.

Исследованные почвы характеризуются унаследованным от почвообразующих пород средне- и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, преобладанием пылеватых фракций, увеличением содержания тонких частиц в иллювиальных частях профилей, обусловленным процессами оподзоливания и лессиважа.

Особенностью химических свойств почв является высокая гумусированность верхних слоев, что свидетельствует об интенсивных дерновом процессе и гумусообразовании под высокотравным наземным покровом, что связано с большим количеством поступающей биомассы, высокой емкостью и скоростью биологического круговорота, численностью микроорганизмов и активными микробиологическими процессами. Физико-химические свойства и характер их изменения по профилю соответствуют типовой и подтиповой принадлежности исследованных почв.

Дерново-подзолистые почвы имеют гумусовый профиль, сочетающий признаки, как современного почвообразования, так и более раннего. Первое выражается в групповом составе гумуса и в направленности распределения гуминовых и фульвокислот, а также доминировании бурых ГК над гуматами кальция в поверхностных горизонтах. Информацию о почвообразовании в прошлом несут повышенные для почв подзолистого типа доли гуматов кальция и невысокие – свободных фульвокислот, а также флуктуации в распределении по профилю ФК, свидетельствующие об изменении в увлажнении на протяжении педогенеза.

Почвы Салаирского края могут быть отнесены к условно моногенетичным, поскольку проведенные аналитические исследования не позволили выявить явные признаки почвообразования, протекавшего в иных условиях природной среды со сменой типа почвообразования (например, аккумуляция гумуса в иных слоях, кроме поверхностных, расширение $C_{гк}:C_{фк}$ до величин, характеризующих гуматный тип гумуса, и др.). Выявляется одна лесная стадия почвообразования, поскольку максимумы $C_{гк}:C_{фк}$ незначительно превышают 1 и связаны с уменьшением доли ФК при неизменном уровне накопления ГК. Характер изменения ФК по профилю отражает колебания влагообеспеченности территории на протяжении периода формирования почв, не приводящих к смене типа почвообразования, и свидетельствует об их полифазности.

Иной характер имеют гумусовые профили серых лесных почв Томь-Яйского междуречья, что обусловлено более сложной моделью их формирования, связанной со смещением в голоцене ландшафтных границ в подтаежной зоне, представляющей своеобразный экотон тайга–лесостепь. Образующиеся здесь почвы часто несут в своем морфологическом облике морфологически выраженные реликтовые признаки в виде вторых гумусовых горизонтов, происхождение которых до настоящего времени остается дискуссионным, но большинство авторов склоняются к климатогенному его происхождению.

В зависимости от степени сохранности второго гумусового горизонта, определяемой гранулометрическим составом, дренированностью территории, положением в рельефе, он может быть сильно деградированным, представленным лишь морфонами более темной окраски, а может быть хорошо выражен в виде сплошной темно-серой или серой полосы в нижней части гумусово-элювиального или иллювиального горизонта. В некоторых случаях (при хорошем дренаже, легком гранулометрическом составе, положении почвы в элювиальной позиции рельефа) признаки второго гумусового горизонта не фиксируются в морфологическом строении профиля, однако четко проявляются при аналитическом исследовании почв. Так, в серых лесных почвах, исследованных Е.В. Каллас [2009] на Томь-Яйском и Обь-Томском междуречьях, нет морфологически выраженных вторых гумусовых горизонтов, однако на глубинах 25-40 или 40-55 см фиксируются наиболее широкие отношения $C_{гк}:C_{фк}$, обусловленные аккумуляцией в этих слоях гуматов кальция и маркирующие иной тип почвообразования – степной или луговой, поскольку этот компонент гумуса образуется при гумификации в среде, насыщенной биогенным кальцием, что возможно под богатой основаниями травянистой растительностью, при отсутствии выщелачивания оснований и практически невозможно или слабо проявляется в условиях промывного или периодически промывного типа водного режима под хвойным лесом, опад которого обеднен зольными элементами.

В серых лесных глееватых почвах, являющихся объектом настоящего исследования, вторые гумусовые горизонты довольно хорошо выражены в морфологическом облике почв на глубине 30-60 см в виде более темных слоев. Хорошая сохранность вторых гумусовых горизонтов обусловлена в данном случае тяжелым гранулометрическим составом и повышенным гидроморфизмом, с чем связаны замедленные темпы процессов деградации темноцветного горизонта, сформированного на более ранних этапах эволюции.

Анализ гумусового профиля серой лесной глееватой почвы со вторым гумусовым горизонтом (разрез 1-38), развитой на Томь-Яйском междуречье, свидетельствует об ее полигенетичности, обусловленной формированием в условиях меняющейся климатической

обстановки. Информация о смене типа почвообразования (степного (лугового) на лесное) зафиксирована в гумусовом профиле в характере распределения гуматов кальция и гуминовых кислот в целом, а также в особенностях изменения по профилю ФК и их свободных фракций. Второй гумусовый горизонт отличается максимальным накоплением ГК и в их составе черных фракций, минимальным содержанием ФК, а также гуматным типом гумуса, что свидетельствует в пользу того, что процесс гумусообразования в период формирования этой части профиля протекал в более теплых и менее влажных по сравнению с современными условиями почвообразования под растительностью, обогащенной основаниями, в насыщенной биогенным кальцием среде, что способствовало прочному закреплению образующихся гумусовых веществ в форме стабильных компонентов – гуматов кальция.

Итак, анализ гумусовых профилей исследованных почв показал, что они несут информацию о стадиях и фазах почвообразования, эволюции почв, а также этапах развития природной среды на протяжении периода, равного времени формирования почвенного тела. Относительно простым строением гумусового профиля отличаются дерново-подзолистые почвы Салаирского кряжа, которые можно отнести к условно моногенетичным полифазным. Серые лесные глееватые почвы Томь-Яйского междуречья, развитые в экотоне тайга-лесостепь, испытавшем неоднократное смещение ландшафтных границ в голоцене, характеризуются сложным гумусовым профилем, отражающим контрастную эволюцию, и являются полигенетичными.

Литература

1. *Дергачева М.И.* Органическое вещество почв: статика и динамика. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. – 155 с.
2. *Дергачева М.И.* Археологическое почвоведение. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. – 227 с.
3. *Дергачева М.И., Рябова Н.Н.* Коррелятивные связи состава гумуса и климатических показателей в условиях горных территорий юга Сибири // Вестник Томского государственного университета. – 2005. – № 15. – С. 68-71.
4. *Иванов И.В., Александровский А.Л.* Методы изучения эволюции почв // Почвоведение. – 1987. – № 1. – С. 112-121.
5. *Каллас Е.В.* Гумусовые профили почв подтайги Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. – Вып. 4. – 2009. – С. 30-36.
6. *Соколов И.А.* Теоретические проблемы генетического почвоведения. – Новосибирск: «Гуманитарные технологии», 2004. – 288 с.

Научный руководитель: Каллас Е.В. – к.б.н, доцент кафедры почвоведения и экологии почв Биологического института ТГУ.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ЧЕРНОЗЕМНО-СОЛОНЦОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЮГА ИШИМСКОЙ РАВНИНЫ

В.В. Попов, А.А. Сеньков

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, vik632288@yandex.ru

Объектами исследования являлись почвы и почвенный покров юго-восточной части Ишимской равнины в пределах Омской области. Основу почвенного покрова составляют двучленные лугово-степные комплексы, образованные черноземными почвами разной степени гидро и галоморфности. Господствующее положение занимают маломощные глубоко солончаковатые южные черноземы, формирующиеся на автономных (плакорных) позициях рельефа. В замкнутых микропонижениях формируются выщелоченные от карбонатов на глубину 60-120 см незасоленные луговато-черноземные почвы. На их долю приходится от 5 до 20% площади почвенного покрова. Площадь солонцовых почв не велика. Солонцы формируются в виде единичных или группы пятен на преобладающем фоне черноземов.

На основе структурно-функционального анализа и балансовых расчетов установлена ведущая роль солей атмосферных осадков в формировании солевых профилей почв и пород зоны аэрации [Сеньков, 2004]. Легкорастворимые соли, содержащиеся в материнских породах в небольшом количестве, в процессе почвообразования были заменены солями атмосферных осадков. Глубина, степень и химизм засоления почв определяются интенсивностью внутрисочвенного стока, величина которого зависит от условий поверхностного увлажнения элементов микрорельефа и влагоемкости почвообразующих пород.

Солевые профили всех автономных почв независимо от глубины залегания грунтовых вод имеют однотипное строение. В них четко выделяются три зоны: выщелачивания (транзита) легкорастворимых солей с незасоленной верхней и слабо засоленной (до 2-4 мг-экв/100 г) нижней половиной; гипсово-аккумулятивная с повышенным содержанием сульфатов кальция и магния в водной вытяжке; безгипсовая с равномерным распределением солей до 4-6 м и увеличением с глубиной хлоридно-сульфатного коэффициента.

Во всех исследуемых почвах наблюдается элювиально-иллювиальное распределение карбонатов. В элювиально-иллювиальной зоне южных черноземов запасы карбоната кальция на 20-25 кг/м² превышают его предполагаемое содержание в почвообразующей породе. Единственным реальным источником для накопления избыточных карбонатов в почвах являются атмосферные осадки с которыми по имеющимся данным ежегодно поступает 2,0-3,5 г/м² карбоната кальция.

В южных черноземах ниже зоны аккумуляции карбонатов аналитически и морфологически всегда выделяется гипсово-аккумулятивная зона. Эти зоны строго локализованы, всегда вплотную примыкают друг к другу, никогда не перекрываются и не разобщаются. Это свидетельствует об устойчивости миграционной и функциональной структуры ионно-солевой системы почв и относительной стабильности климатических факторов в голоцене. Основная масса гипса сосредоточена в иллювиальном горизонте мощностью 15-30 см, расположенном в самой верхней части зоны.

В южных черноземах незасоленными являются почвенные растворы самого верхнего слоя мощностью 40-70 см. Нижняя граница этого слоя, как правило, совпадает с максимумом содержания карбонатов в профиле почв. Концентрация основных солеобразующих ионов обычно не превышает 3,0 мг-экв/л. Ниже максимума карбонатов содержание солей увеличивается и достигает номинальных значений (20-30 г/л) в зоне аккумуляции гипса.

В верхних слоях почв наблюдается четкая взаимосвязь состава обменных катионов с распределением в профиле карбонатов. В зоне выщелачивания карбонатов почвы имеют типичный для черноземов состав обменных оснований. На долю кальция приходится 70-80

%, магния – 15-20 % от суммы поглощенных катионов. Содержание обменного натрия невелико и обычно не превышает 0,2 мг-экв/100 г. Увеличение содержания магния и натрия в поглощающем комплексе происходит в слоях ниже максимума карбонатов и связано с ростом концентрации легко растворимых солей в почвенных растворах. Максимальная насыщенность поглощающего комплекса магнием (45-50 %) и натрием (15-20 %) в южных черноземах наблюдается в зоне аккумуляции гипса, обычно на глубине 1-2 метра.

Солонцы, при аналогичном распределении карбонатов и гипса (если он имеется) как и в рядом расположенных и формирующихся в одинаковых условиях несолонцеватых почвах, отличаются повышенной засоленностью солонцового и особенно подсолонцового горизонта, наличием второго гипсового горизонта в зоне аккумуляции карбонатов. Солонцовый горизонт всегда формируется в выщелоченной от карбонатов части профиля почв. Можно с уверенностью предполагать, что солонцовый горизонт формировался в незасоленной, не содержащей поглощенного натрия, части профиля почв. Это тем более очевидно в случае формирования солонцов в замкнутых микропонижениях, где почвы обычно глубоко выщелочены от карбонатов и во всем профиле не содержат легкорастворимых солей. На основании этого нами предложена концепция негаломорфного происхождения солонцов [Сеньков, 2005].

На предсолонцовой стадии эволюции почв на месте будущего солонцового горизонта в выщелоченной от карбонатов и незасоленной части профиля в результате биогеохимического выветривания происходит иллювиальное накопление и синтез гидрофильных коллоидов и высокомолекулярных соединений. Параллельно протекают и усиливаются во времени в лишенном карбонатного цемента горизонте процессы дезагрегирования многопорядковой исходной структуры, уплотнения и слитизации в результате набухания и усадки. Вследствие уменьшения фильтрационной способности образующегося иллювиального горизонта изменяется миграционная, а вместе с этим и функциональная структура ионно-солевой системы почв, ухудшается солевая вентиляция, в верхних горизонтах увеличивается степень испарительного концентрирования солей, поступающих с атмосферными осадками. Это приводит к преобразованию типичного для незасоленных почв состава поглощенных катионов в специфический солонцовый в иллювиальном горизонте, увеличению степени засоления подсолонцовых горизонтов, смещению зоны аккумуляции гипса в иллювиально-карбонатный горизонт.

Литература

1. Сеньков А.А. Галогенез степных почв (на примере Ишимской равнины). – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2004. – 152 с.
2. Сеньков А.А. Генезис степных солонцов. // Вестник Томского государственного университета. – 2005. – № 15. – С. 123.

Научный руководитель: Сеньков А.А. – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории географии и генезиса почв ИПА СО РАН.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РАН 4.13 «Структурные и динамические изменения экосистем Южной Сибири и комплексная индикация процессов опустынивания, прогнозные модели и системы мониторинга».

**МОРФОХРОМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ СТЕПНОГО БИОМА
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ*****О.И. Сапрыкин¹, Е.Н. Смоленцева²***¹Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Oleg_S_2008@mail.ru²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, smolentsva@issa.ncs.ru

Согласно новой классификации почв России [Классификация..., 2004; Полевой..., 2008], морфохроматические признаки имеют важное значение для диагностики почв. Например, они позволяют различать поверхностные гумусовые горизонты, которые являются типодиагностическими для почв некоторых отделов (текстурно-дифференцированные, аккумулятивно-гумусовые, органо-аккумулятивные и др.). Цветовая характеристика лежит в основе разделения солонцового и тёмносолонцового горизонтов, а также ряда срединных горизонтов [Полевой ..., 2008]. Между тем, морфохроматические признаки большинства почв в южной части Западной Сибири (ЗС) слабо изучены с помощью рекомендуемого метода стандартных шкал почвенного цвета [Полевой ..., 2008], что не позволяет с необходимой степенью достоверности определить их классификационную принадлежность.

Целью нашей работы было определение цвета некоторых типодиагностических почвенных горизонтов по шкале цвета почв Манселла [Munsell, 1994] и уточнение на их основе классификационной принадлежности почв, диагностированных ранее в полевых условиях.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были почвы автономных и подчинённых ландшафтов степного биомы (степной и лесостепной зон) Западно-Сибирской равнины (ЗСР). Исследования проводились на территории двух крупных регионов в таких как Северная Кулунда и Бараба. Геоморфологически оба региона являются озёрно-аккумулятивными слаборасчленёнными равнинами с абсолютной высотой 100-130 м н.у.м. Положительные элементы рельефа представлены многочисленным гривами и гривовыми понижениями, относительное превышение которых над местными понижениями составляет 5-12 м. Такие относительно высокие позиции рельефа характеризуются глубоким залеганием грунтовых вод. Речная сеть здесь развита слабо или вообще отсутствует. Зато имеется большое количество неглубоких солёных озёр и низинных болот, которые расположены в понижениях между гривами. Причиной избыточного увлажнения почв и грунтов этих местоположений является ослабленный из-за плоского рельефа сток поверхностных и грунтовых вод. Почвообразующие породы представлены седиментами четвертичного возраста: субэвральными лессовидными суглинками и озёрно-аллювиальными осадками различного гранулометрического состава. Основная пространственная закономерность распределения этих седиментов состоит в том, что лёссы залегают на положительных элементах рельефа (гривах), озёрно-аллювиальные – в межгрядных понижениях. Эти озёрно-аккумулятивные равнины в настоящее время являются областью, где развиваются процессы континентального соленакопления. Поэтому здесь поверхностные озёрные и грунтовые воды содержат водорастворимые соли, под влиянием которых формируются засоленные почвы. Специфические биоклиматические и геохимические условия отражаются на формировании почвенного покрова, который имеет здесь большое разнообразие почвенных единиц.

Нами были изучены целинные автоморфные почвы под естественной растительностью, агрозоны, солонцы и солоды. Всего из 25 разрезов было отобрано 50 образцов из 32 горизонтов. Для морфохроматической характеристики были выбраны, прежде всего, горизонты, цветовые признаки которых являются значимыми для диагностики почв. Это поверхностные гумусовые горизонты, солонцовые горизонты, а также элювиальные

горизонты. Из гумусовых горизонтов образцы отбирались непрерывной колонкой по 10 см, для исследования изменения окраски горизонта с глубиной. Определение цвета проводилась в камеральных условиях на сухом образце, растёртом и просеянном через сито 1 мм, как для общего анализа почв [Аринушкина, 1970]. Определение цвета почвенного образца проводилось путём сравнения его с цветовыми картами шкалы Манселла [Mansell, 1994].

Результаты и обсуждения. В таблице 1 представлены обобщённые результаты определения цвета различных почвенных горизонтов. Установлено, что большинство изученных поверхностных гумусовых горизонтов являются тёмногумусовыми (AU). Основной их цвет варьирует в географическом пространстве. Так, тёмногумусовые горизонты целинных почв Северной Кулунды имеют основной цвет (hue) 10YR, Барабы – 2,5Y. При этом такие показатели как светлота (value) и насыщенность (chroma) тоже варьируют, однако в пределах допустимых диагностическими критериями [Полевой..., 2008]. Самую тёмную окраску имел верхний десятисантиметровый слой тёмногумусового горизонта целинных почв Северной Кулунды (10YR 2/1, чёрный). Нижние слои (10-20 см, 20-30 см), как правило, имеют большее значение светлоты и насыщенности (3/0, 3/1 или 3/2, очень тёмный серый или очень тёмный серовато-коричневый), что, конечно же, связано с более низким содержанием гумуса. Такие же значения характерны для агротёмногумусового горизонта (таблица). Посветление окраски тёмногумусового горизонта при распашке обусловлено перемешиванием с нижними более светлыми слоями гумусового горизонта.

На территории Северной Кулунды были обнаружены также почвы со светлогумусовым AJ, и серогумусовым AY горизонтами. Почвы со светлогумусовым горизонтом сформированы на песчано-супесчаном субстрате. Данный горизонт характеризуется малой мощностью (15-20 см), бледно-жёлтой окраской (2,5Y 7/3). Серогумусовый горизонт – серый или коричневатый-серый. На территории Северной Кулунды чаще встречается более светлая окраска этого горизонта (10YR 5/2 и 6/2).

Таблица

Морфохромотические признаки некоторых типодиагностических горизонтов степного биота Западной Сибири

Горизонт	Индекс горизонта	Глубина, см	Окраска горизонтов	
			Северная Кулунда	Бараба
Тёмногумусовый	AU	0-10	10YR 2/1	2,5Y 3/0
Тёмногумусовый	AU	10-20	10YR 2/1 или 3/1	2,5Y 3/0
Тёмногумусовый	AU	20-30	10YR 3/2	2,5Y 3/2
Агротёмногумусовый	PU	0-20	10YR 3/2 или 4/2	2,5Y 3/2
Светлогумусовый	AJ	0-10	2,5Y 7/3	нет
Серогумусовый	AY	0-10	10YR 5/1, 5/2, 6/2	10YR 5/1
Элювиальный	EL	различна	10YR 7/2	10YR 7/2
Солонцово-элювиальный	SEL	0-2 (2-4)	10YR 6/1	2,5Y 5/0
Тёмносолонцовый	ASN	различна	10YR 3/2	2,5Y 3/2
Солонцовый	BSN	различна	10YR 4/2	2,5Y 4/2

Элювиальный горизонт EL – наиболее светлый и гомогенный по окраске. Все исследованные образцы этого горизонта имеют показатель цвета 10YR 7/2 (светло-серый), независимо от региональной принадлежности. Это связано с преобладанием в этом горизонте кварца, светлая окраска которого обуславливает такие морфохромотические признаки. Солонцово-элювиальный горизонт SEL, представляющий собой небольшую, мощностью 1-2 см, прослойку между гумусовым и солонцовым горизонтом имеет серый или светло-серый цвет. Однако по морфохромотическим свойствам он заметно отличается от элювиального горизонта, который имеет более высокое значение светлоты.

Тёмносолонцовый горизонт ASN характеризуется как очень тёмный серовато-коричневый и по этому признаку имеет несомненное сходство со слоем 20-30 см в

тёмногумусовом горизонте почв обоих регионов. Окраска солонцового горизонта BSN также тёмная серовато-коричневая. Таким образом, солонцовый и тёмносолонцовый горизонты, образцы которых исследованы нами, отличаются между собой по светлоте окраски.

Выводы. На основании морфохроматических признаков нами были выделены следующие типодиагностические горизонты: тёмногумусовый, агротёмногумусовый, светлогумусовый, серогумусовый, элювиальный, солонцово-элювиальный, тёмносолонцовый.

Самый распространённый поверхностный горизонт – это тёмногумусовый. Он является типодиагностическим горизонтом для чернозёмов глинисто-иллювиальных и криогенно-мицеллярных, формирующихся в Барабе и чернозёмов дисперсно-карбонатных, характерных для Северной Кулунды. Кроме того, он диагностирует тёмногумусовые почвы, относящиеся к отделу органо-аккумулятивных. Они формируются на песчано-супесчаных субстратах и являются постоянным компонентом почвенного покрова Северной Кулунды, но отсутствуют в Барабе. Светлогумусовый горизонт характерен для каштановых почв, распространение которых ограничено наиболее сухими условиями Северной Кулунды, где они приурочены к супесчаным отложениям. Серогумусовый горизонт встречается только в почвах под лесной растительностью – в солодах.

Тёмногумусовый горизонт является типодиагностическим также для солонцов тёмногумусовых. При его отсутствии почвы изученной территории диагностируются как солонцы тёмные, так как во всех солонцах этой территории формируется тёмносолонцовый горизонт. Собственно солонцовый горизонт часто встречается в профиле сразу под тёмногумусовым.

Агрогенными аналогами чернозёмов на изученной территории являются агрозёмы тёмные глинисто-иллювиальные и агрозёмы тёмные аккумулятивно-карбонатные, которые относятся к отделу агрозёмов. Для них диагностическим горизонтом является агротёмногумусовый.

Выявлены региональные особенности окраски типодиагностических горизонтов Северной Кулунды и Барабы. При этом собственно наименования окраски (в словесном описании) практически идентичны.

Литература

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск. Изд-во Ойкумена, 2004. – 342 с.
3. Полевой определитель почв России. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.
4. Munsell soil color charts. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation 405 Little Britan Road, New Windsor, NY 12553

Научный руководитель: Смоленцев Б.А. – к.б.н., заведующий лабораторией географии и генезиса почв ИПА СО РАН.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта 4.6 программы президиума РАН № 4.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КАК ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА ЛАНДШАФТА

Н.А.Соколова, Б.А.Смоленцев

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, nasokolova30@yandex.ru

Исследование почвенного покрова, как компонента ландшафтно-геохимической системы, обладающего пространственной неоднородностью, предполагает анализ, с одной стороны, свойств его компонентов (почвы, их разнообразие, количественная и качественная характеристика), с другой – морфометрических особенностей элементарных почвенных ареалов (ЭПА) и образованных ими почвенных комбинаций (ПК) [Смоленцев, 2004; Фридланд, 1972]. Работы, посвященные изучению структуры почвенного покрова (СПП), всегда отражают совокупное воздействие всех компонентов ландшафта (растительность, рельеф, поверхностные и почвенно-грунтовые воды) на формирование и развитие почв, показывают взаимное расположение и форму компонентов почвенного покрова в зависимости от факторов дифференциации, а также определяют характер геохимической связи между компонентами, образующими ту или иную СПП. Таким образом, имея достоверную информацию о структуре почвенного покрова определенной территории, можно получить представление об эколого-географической обстановке территории в целом, в том числе на определенных этапах ее формирования.

Целью данной работы явилось изучение пространственной неоднородности почвенного покрова Каргат-Чулымского междуречья, а также её количественная оценка на основе методологических подходов концепции СПП.

Оценка неоднородности почвенного покрова (ПП) проводилась с использованием стандартных показателей, таких как контурность территории (т.е. количество контуров на единицу площади), средняя площадь контуров почв, степень дифференциации величины площади почвенных контуров (ДПК) и почвенных периметров (ДПП), средний коэффициент расчленения (КР) элементарных почвенных ареалов (ЭПА). Морфогенетические особенности структуры ПП района исследований характеризуются коэффициентами сложности (КС), контрастности (КК) и неоднородности (КН) [Юодис, 1967; Фридланд, 1972; Смоленцев, 2002].

Согласно почвенному районированию Новосибирской области, исследованная территория относится к Северному Каргат-Чулымскому району лугово-черноземных и луговых солонцеватых почв северной лесостепи Барабинской равнины [Ковалев, 1966].

Проведенные исследования показали, что почвенный покров территории характеризуется широким развитием мелкоконтурности и комплексности. Это в большой степени обусловлено значительным распространением полугидроморфных и гидроморфных почв различной степени засоленности и солонцеватости. Основными дифференцирующими факторами почвенного покрова являются уровень грунтовых вод, степень их минерализации и микрорельеф.

Полугидроморфные почвы представлены лугово-черноземными и черноземно-луговыми почвами, которые развиваются на слабоприподнятых равнинных участках рельефа. Лугово-черноземные почвы занимают менее 1 % площади исследуемой территории (табл.1). Они развиваются на вершинах плоских приподнятых элементов рельефа и в связи с этим имеют малый коэффициент расчленения ЭПА – 1,58 и наибольшую среди изученных почв среднюю площадь ЭПА – 40,0 га. Встречаются комплексы лугово-черноземных осолоделых почв с солодами луговыми, развивающимися в микропонижениях. Низкий коэффициент дифференциации величины почвенных контуров (ДПК) свидетельствует о незначительной вариабельности размеров ЭПА – 0,30. Коэффициент дифференциации почвенных периметров (ДПП) также является самым низким – 0,29 (табл.2).

Таблица 1

Компоненты почвенного покрова Каргат-Чулымского междуречья и контрастность почв

Почвы	% от общей площади	Степень контрастности
Лугово-черноземные осолоделые	0,27	4
Лугово-черноземные солонцеватые	0,67	3
Черноземно-луговые осолоделые	1,23	4
Черноземно-луговые солонцеватые	3,80	2
Черноземно-луговые солончаковатые	12,23	4
Черноземно-луговые солончаковые	0,72	5
Луговые солонцеватые	26,40	1
Луговые солончаковатые	16,46	2
Луговые солончаковые	25,60	4
Лугово-болотные	16,42	5
Лугово-болотные солончаковые	0,29	6
Солонцы	4,46	4
Солонцы солончаковые	2,72	6
Солоди луговые	7,17	4
Солоди лугово-болотные	7,96	6

Черноземно-луговые почвы формируются на пологих склонах приподнятых участков и плоских повышениях, там, где есть подпитка грунтовыми водами нижних горизонтов. Средняя величина ЭПА этих почв меньше, чем лугово-черноземных – 28,1 га. Для ЭПА черноземно-луговых почв также характерна слабая расчлененность контуров – средний КР равен 1,82 (табл.2). ЭПА имеют вытянутую лентовидную или кольцевую формы, что связано с положением этих почв вдоль склонов микроповышений. Черноземно-луговые осолоделые почвы приурочены к плоским повышенным элементам рельефа и, в связи с этим, имеют большую среднюю площадь ЭПА (39 га) и небольшой коэффициент дифференциации почвенных контуров (ДПК равен 0,47, ДПП – 0,41). Черноземно-луговые солонцеватые, солончаковатые и солончаковые почвы залегают на слабопологих склонах. ДПК и ДПП этих почв выше (0,75 и 0,55 соответственно), что обусловлено дифференциацией их размеров в связи с различной степенью влияния минерализованных грунтовых вод.

Площадь, занимаемая полугидроморфными почвами на исследованной территории, составляет 18,9% (табл.1), тогда как количество контуров ЭПА – только 5,4%.

Луговые почвы занимают 68,5% всей площади (табл.1). Формируются они по понижениям рельефа на недренированных равнинах и увлажняются пресными водами поверхностного стока, а также залегающими на глубине 1-3 м почвенно-грунтовыми водами разной степени минерализации. Значительное распространение имеют комплексы луговых солонцеватых почв с лугово-болотными и солодами лугово-болотными, луговых солонцеватых и луговых солончаковатых почв с солонцами черноземно-луговыми, луговых солончаковых с луговыми солончаковатыми. Луговые солонцеватые почвы доминируют на исследованной территории. Их контрастность была принята за единицу. Степень контрастности остальных почв рассчитывалась как суммарный балл отличий от доминирующей почвы. Контрастность почв определялась с учетом степени их глееватости, солонцеватости, засоленности, кислотности, гранулометрического состава, содержания гумуса и мощности гумусового горизонта. Коэффициенты контрастности всех почв представлены в табл. 1.

Средняя площадь ЭПА луговых почв почти в 3 раза больше средней площади ареалов всех почв исследованной территории – 26,8 га. Около 5% от общего их числа представляют собой очень крупные, массивные (более 100 га) ЭПА. Вместе с тем около 40% ЭПА луговых почв имеют мелкие и очень мелкие размеры (менее 1 га). Такое разнообразие ареалов почв

по площади и периметру отразилось на величине коэффициентов ДПК и ДПП: они намного выше, чем у полугидроморфных почв – 1,12 и 1,00 соответственно. Формы контуров очень разнообразны: округлые, вытянутые, лентовидные, дырчатые. Средний КР ЭПА луговых почв самый высокий из рассмотренных – 2,33 (табл.2).

Лугово-болотные перегнойные почвы распространены в плоских понижениях и формируются в условиях длительного поверхностного и грунтового увлажнения с постоянной капиллярной каймой на их поверхности и периодическим длительным затоплением (более 30 дней). Они занимают 16,7% площади рассматриваемой территории (табл.1), в то же время на их долю приходится около 22,7% всех ЭПА почв. В основном это ЭПА размером менее 10 га, изоморфной (округлой) и вытянутой формы, имеющие слабоволнистые границы. Ареалы лугово-болотных почв характеризуются слабой расчлененностью (средний КР – 1,77), высокими значениями коэффициентов ДПК и ДПП (1,08 и 0,98 соответственно) (табл.2).

Солонцы черноземно-луговые формируются в условиях повышенного увлажнения, с преобладанием в годичном цикле режима капиллярного насыщения влагой всего профиля. Распространены они в местах с близким залеганием (1 – 3 м) грунтовых вод разной степени минерализации. ЭПА солонцов имеют вытянутую слаборасчлененную форму, средний КР 1,71. Большинство ЭПА небольших размеров – не превышают 10 га, но эта величина колеблется в широких пределах – от 1 до 67 га, что обуславливает более высокие значения ДПК по сравнению с полугидроморфными почвами – 0,62 (табл.2).

Таблица 2

Морфометрические характеристики ЭПА основных компонентов почвенного покрова

Почвы	Средняя величина ЭПА, га	Контурность, на 10 тыс. га	ДПК	Средний коэффициент расчленения	Периметр, м	ДПП
Лугово-черноземные	40,0	2	0,30	1,58	3457	0,29
Черноземно-луговые	28,1	64	0,68	1,82	3215	0,52
Луговые	26,8	259	1,12	2,33	4804	1,00
Лугово-болотные	7,8	281	1,08	1,77	1990	0,98
Солонцы	10,1	71	0,62	1,71	1883	0,48
Солоди луговые	5,14	278	0,43	1,35	1485	0,31
Солоди лугово-болотные	2,81	282	0,83	1,41	818	0,62
Средние (общие) показатели	10,8	1239	0,72	1,71	2522	0,60

Солоди, развивающиеся в замкнутых микрозападинах, на исследуемой территории занимают около 15% почвенного покрова (табл.1). Количество ЭПА солодей на единицу площади наибольшее среди компонентов почвенного покрова – 56 контуров на 1 тыс. га. Средняя площадь ЭПА солодей луговых – 5,14 га, что в 2 раза меньше средней площади всех ЭПА, составляющих почвенный покров. Размеры контуров лугово-болотных солодей почти вдвое меньше ЭПА солодей луговых – 2,81 га. Округлость или небольшая вытянутость формы ЭПА при их небольших размерах обуславливают их слабую расчлененность. Средний КР для солодей самый низкий для рассмотренных почв: для луговых – 1,35, для лугово-болотных – 1,41 (табл.2).

Коэффициент генетической контрастности (КК) исследованной территории составил 14,1, что свидетельствует о небольшом классификационном разнообразии почв. Коэффициент сложности равен 0,15. Коэффициент неоднородности ПП изученной территории составил 2,05. В соответствии с величиной КН, почвенный покров изученной территории следует характеризовать как монотонно-гомогенный.

В целом структура почвенного покрова Каргат-Чулымского междуречья характеризуется как сложная монокхронная полужамкнутая, состоящая из микроструктур

(комплексов, например, комплексов луговых солонцеватых почв с солонцами, комплексов черноземно-луговых почв с солодами луговыми) и простых ЭПА. В то же время, контрастность компонентов структуры ПП относительно мала (табл. 1), их дифференциация происходит, в основном, под влиянием различной глубины залегания грунтовых вод, обусловленной особенностями микрорельефа. При этом четко прослеживается генетическая взаимосвязь между компонентами СПП. Геометрически структуру почвенного покрова можно охарактеризовать как сочетание пятнистых и неупорядоченных микроструктур.

Выводы

1. Почвенные комбинации на территории Каргат-Чулымского междуречья представлены в основном почвенными комплексами, которые являются микроструктурами и относятся к подчиненно-гидроморфному геохимическому разряду.

2. Почвенный покров характеризуется невысокой генетической контрастностью ($KK = 14,1$) с преобладанием гидроморфных почв: луговых и лугово-болотных. Геометрическая сложность почвенного покрова невысока ($KC = 0,15$) и, в основном, обусловлена высокой контурностью ($123,9$ ЭПА на 1 тыс. га), а также широким распространением комплексов почв. В то же время большинство контуров имеют нерасчлененную или слаборасчлененную, округлую, вытянутую или линейную форму (средний $KP = 1,71$).

3. Почвенный покров территории характеризуется как монотонно-гомогенный ($Kн = 2,05$).

Литература

1. Ковалев. Р.В. Почвы Новосибирской области. – Новосибирск: Наука, 1966. – 421 с.
2. Смоленцев Б.А. Структура почвенного покрова Сибирских увалов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 118 с.
3. Смоленцев Б.А., Вологжина О.В. Пространственная и функционально-генетическая характеристика почвенных комбинаций Барабинской равнины.// Сибирский экологический журнал. – Новосибирск: Наука, 2004, №3 – С.355-366.
4. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. – М.: Мысль, 1972. – 425 с.
5. Юодис Ю.К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР // Почвоведение. – 1967. – № 11. – С. 50-55.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РАН 4.13 «Структурные и динамические изменения экосистем Южной Сибири и комплексная индикация процессов опустынивания, прогнозные модели и системы мониторинга».

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (ЕТР) И ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Д.А. Ушаков

Иркутский государственный университет, venom9494@bk.ru

Чернозёмы – это тип темноокрашенных и сильно гумусированных почв, формирующихся под степной и лесостепной растительностью суббореального пояса. Для них характерна слабая дифференциация по гранулометрическому и валовому составу по профилю, имеющим обычно карбонаты в почвенном профиле, горизонт В не является аккумулятивным, а лишь переходным по гумусированности от горизонта А к горизонту С [Козлова, 2011; Почвоведение, 1989].

Они образуются в основном на карбонатных материнских породах – лёссах, лёссовидных глинах и суглинках, иногда на более древних известняках, песчаниках, мергелистых глинах в условиях непромывного или периодически промывного водного режима. Для черноземов характерно накопление органических веществ в гумусово-аккумулятивном горизонте, высокое содержание в нём гумуса, хорошо выраженная комковато-зернистая структура, высокое потенциальное плодородие [Агропочвоведение, 2004; Почвоведение, 1988; Почвоведение, 1989].

Чернозёмообразование наиболее интенсивно протекает в лесостепной зоне, где лучшее увлажнение способствует более мощному развитию травянистой растительности, активной гумификации её остатков. В степной зоне недостаточное увлажнение определяет меньшую глубину проникновения корней, снижение количества поступающего в почву опада и более полное его разложение [Агропочвоведение, 2004; Добровольский, Урусевская, 2004].

Травянистая растительность ежегодно оставляет в почве большое количество опада – растительных остатков, 70–80 % которых составляют корни. Гидротермические условия степной и лесостепной зон благоприятствуют процессу гумификации, в результате которого образуются сложные гумусовые соединения (в основном гуминовые кислоты), придающие почвенному профилю тёмную окраску [Козлова, 2011; Почвоведение, 1989].

Наилучшие условия для процесса гумификации создаются весной и в начале лета. В это время в почве достаточный запас влаги от осенне-зимних осадков и снеготаяния, благоприятный температурный режим. В период летнего иссушения микробиологические процессы заметно ослабевают, что предохраняет гумусовые вещества от быстрой минерализации [Добровольский, Урусевская, 2004].

При разложении растительных остатков, богатых зольными элементами и азотом, образуются основания (особенно много кальция), которыми насыщаются гумусовые вещества. Это способствует закреплению их в почве в виде гуматов и сохранению в верхних горизонтах чернозёмов нейтральной или близкой к ней реакции. Вместе с гумусом в почве закрепляются элементы питания растений (азот, фосфор, сера, железо и др.) в форме сложных органо-минеральных соединений, образующихся в результате взаимодействия гумусовых кислот с зольными элементами растительных остатков и минеральной частью почвы [Почвоведение, 1988; Почвоведение, 1989].

Чернозёмообразование наиболее интенсивно протекает в лесостепной зоне, где лучшее увлажнение способствует более мощному развитию травянистой растительности, активной гумификации её остатков. В степной зоне недостаточное увлажнение определяет меньшую глубину проникновения корней, снижение количества поступающего в почву опада и более полное его разложение [Добровольский, Урусевская, 2004; Почвоведение, 1988; Почвоведение, 1989].

Природный процесс почвообразования существенно изменяется при вовлечении чернозёмных почв в сельскохозяйственный оборот. Возделывание сельскохозяйственных растений заметно изменяет характер биологического круговорота веществ и условия

формирования водного и теплового режима. С урожаем ежегодно отчуждается большая часть создаваемой биомассы, а, следовательно, и значительное количество питательных веществ, сокращается срок активного взаимодействия корневых систем растений с почвой. Кроме того, почва длительное время остаётся без растительного покрова, что уменьшает поглощение ею зимних осадков [Агропочвоведение, 2004].

При распашке целинных черноземов частично разрушается структура и снижается содержание гумуса и азота в пахотном слое, особенно в первые годы сельскохозяйственного использования почв. В последующие годы этот процесс замедляется. Вместе с тем активизация микробиологических процессов при освоении черноземов способствует мобилизации азота и фосфора, поэтому распашанные черноземы отличаются повышенным содержанием доступных растениям питательных веществ. Для сохранения высокого плодородия на освоенных и интенсивно эксплуатируемых черноземах необходимо вводить севообороты, вносить органические и минеральные удобрения, применять правильную систему обработки почвы [Агропочвоведение, 2004].

В профиле черноземов выделяют следующие генетические горизонты: А (гумусово-аккумулятивный) – наиболее интенсивно окрашенная верхняя часть гумусового слоя; В1 (гумусовый переходный) – нижняя, менее окрашенная часть гумусового слоя; мощность горизонтов А и В1 40–120 см, содержание гумуса 4–12 %; В2 (горизонт гумусовых затёков) – наблюдается не во всех типах Ч.; Вк (иллювиально-карбонатный горизонт) – часто совмещается с горизонтом В2; С – материнская порода [Почвоведение, 1988; Почвоведение, 1989].

Тип черноземов подразделяют на подтипы: оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные. Почвенный профиль каждого подтипа имеет свои особенности: неодинаковые мощности гумусовых горизонтов, содержание гумуса в них, глубина залегания карбонатов и др., что определяется условиями их развития [Почвоведение, 1988; Почвоведение, 1989].

Черноземные почвы расположены южнее серых лесных почв и простираются широкой полосой по линии Кишинев – Харьков – Саратов – Куйбышев – Кустанай – Барнаул и далее отдельными пятнами распространены в Прибайкалье и Забайкалье [Добровольский, Урусевская, 2004].

В географическом распределении подтипов черноземов наблюдается чёткая закономерность. Зона чернозёмных почв с севера на юг подразделяется на подзоны оподзоленных, выщелоченных черноземов, типичных черноземов, обыкновенных и южных. Наиболее четко подзоны выражены в Европейской части России [Добровольский, Урусевская, 2004].

Выделяют также мицелярно-карбонатные черноземы (приазовские и предкавказские), которые формируются в районах с тёплой зимой (почва не промерзает), и черноземы криогенно-мицелярные и дисперстно-карбонатные, развивающиеся в условиях зимнего промерзания (сибирские черноземы) [Воробьева, 2010].

В зависимости от засоленности выделяют обычные, карбонатные, солонцеватые, солонцевато-солончаковатые и другие черноземы. В зависимости от мощности гумусового слоя (А и В1) они делятся на – маломощные (менее 40 см), среднемощные (40 – 80 см), мощные (80 – 120 см) и сверхмощные (более 120 см); по степени гумусонакопления – малогумусные (менее 6 %), среднегумусные (6 – 9 %) и высокогумусные, или тучные (более 9 %). Среди черноземов преобладают глинистые и суглинистые разновидности. Они характеризуются благоприятными физическими и физико-химическими свойствами: влагоёмки, обладают высокой ёмкостью поглощения катионов (30 – 70 мг/экв на 100 г почвы) и др. [Почвоведение, 1988; Почвоведение, 1989].

Цель исследования провести сравнение свойств черноземов европейской территории России и Предбайкалья.

Объектами исследования стали по классификации–2004 чернозем миграционно-мицелярный постлитогенного ствола, отдела аккумулятивно-гумусовых почв Воронежской

области, описание приводится по данным В.М. Алифанова и др. [2010] и чернозем глинисто-иллювиальный типичный постлитогенного ствола, отдела аккумулятивно-гумусовых почв, описание дается по данным А.А. Козловой [2011] .

В результате проведенного сравнения установлено, что черноземы ЕТР и Предбайкалья наряду со сходством, так как следуют черноземному типу почвообразования, имеют существенные различия.

Мощность гумусового горизонта в черноземе Предбайкалья в 2 раза меньше, чем ЕТР. Сосредоточенность основных запасов органического вещества наблюдается в верхней части гумусового горизонта, что отличает от европейского аналога. Что связано с особенностью термического режима, черноземы Предбайкалья в отличие от европейских черноземов обладают большими запасами холода в весенне-летний период. Специфичность биохимии черноземов Предбайкалья – это не пониженный уровень ферментативной активности, а краткость его периода.

Реакция среды была нейтральной или близкой к ней в гумусовом горизонте и слабощелочной в карбонатном. Подкисление в срединной части выщелоченного чернозёма Предбайкалья и наличие карбонатов в нижней вызвано литогенной неоднородностью, а не почвообразованием. Отмечено высокое содержание обменных Са и Mg в исследуемых почвах, при этом в выщелоченном черноземе Предбайкалья их количество было в 1,5–2 раза меньше по сравнению с европейским аналогом.

По содержанию подвижного фосфора оба рассматриваемых чернозема были отнесены к низкообеспеченным, при этом его количество в выщелоченном черноземе Предбайкалья оказалось в 1,5 раза меньше, чем в европейском аналоге, что может быть связано более низким содержанием в нем гумуса и водорастворимого органического вещества. По содержанию обменного калия оба чернозема были отнесены к высокообеспеченным, при этом в выщелоченном черноземе Предбайкалья его содержание примерно в 2 раза меньше, чем в почве европейской части, что может быть связано с заторможенностью процессов выветривания почвообразующих пород.

В целом для повышения плодородия черноземов первостепенное значение имеет накопление влаги и рациональное её использование, особенно в степных районах зоны, где в большей степени наблюдается дефицит атмосферного увлажнения. Для улучшения водного режима черноземов проводят орошение, создают полевые защитные лесные полосы [Агропочвоведение, 2004]. Особую роль играют мероприятия по предотвращению эрозии почвы, загрязнения её пестицидами, засоления, возможного при орошении.

Литература

1. Агропочвоведение / Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2004. – 528 с.
2. Алифанов В.М., Гугалинская Л.А., Овчинников А.Ю. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины – М.: ГЕОС, 2010. – 157 с.
3. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв: монография. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 205 с.
4. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во ИГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 460 с.
5. Козлова А.А. Почвы бугристо-западинных ландшафтов Южного Предбайкалья. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. – 124 с.
6. Почвоведение. Ч. 1 и 2 / Под ред. В.А. Ковды и Б.Г. Розанова. – М.: Высшая школа, 1988. – 405 с.
7. Почвоведение / Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 410 с.

Научный руководитель: Козлова А.А. – к.б.н., доцент кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ.

Секция II

ПОЧВЫ АНТРОПОГЕННО- ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАСТАНИЕ ОТВАЛОВ ФОСФОРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

***М.Б. Абдрешева, М. Токтар, М.Б. Атагельдиев, И.В. Сартин, Б. Алибеков,
Д. Сулейменова***

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У. Успанова, Алматы, Республика Казахстан, beiseeva2009@mail.ru,
marjanjarkent@mail.ru

Добыча полезных ископаемых открытым способом в Казахстане ведется давно, при этом возникают огромные по площади нарушения земельных угодий, образуются карьерно-отвалыные комплексы различного типа, на которых полностью уничтожаются растительный и почвенный покровы. Отвалы и карьеры представляют собой источник загрязнения почвы, атмосферы и водоемов, отрицательные формы рельефа придают неприглядный вид окрестностям населенных пунктов и искажают природный ландшафт. Кроме того, доказано, что каждый участок земли, нарушенный при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, оказывает вредное влияние на участок примерно такой же площади прилегающей территории. В связи с этим возникает проблема рекультивации нарушенных земель. Основная задача работ по восстановлению нарушенных промышленностью земель - устранить вредоносное, загрязняющее воздействие этих земель на прилегающие территории, вернуть им утраченную биологическую и социально-экономическую ценность. Практически все природные экосистемы в той или иной степени подвержены отрицательному воздействию разнообразных антропогенных и техногенных факторов.

Темпы разрушения естественных экосистем, и в первую очередь их автотрофной части (фитоценозов), намного опережают накопление знаний о структуре растительного покрова и его ценоотическом разнообразии. Однако, прогнозирование тенденций природопользования в районах интенсивного промышленного освоения возможно только на основе знания поведения растительного вещества в экосистемах различного динамического состояния.

В связи с отторжением больших территорий при открытых разработках руды и выводу их из-под сельскохозяйственного использования, встает проблема восстановления нарушенных земель. Они могут восстанавливаться разными способами: как при естественном зарастании, так и при создании искусственных экосистем. Несмотря на то, что много работ посвящено восстановлению экосистем техногенно-нарушенных территорий, имеются такие аспекты, которые требуют своего изучения. К ним относятся, в частности, выявление особенностей первичных и вторичных сукцессии растительности и динамики растительного вещества, обусловленные зонально-климатическими и техногенно-ландшафтными особенностями конкретных территорий. Изучение естественной растительности, формирование растительных сообществ, представляет и теоретический интерес, так как здесь мы имеем дело с первичной сукцессией в специфических эдафических условиях. Большое значение при этом имеет изучение процесса восстановления разнообразия флоры и растительности данных нарушенных территорий, формирование фитоценозов, а также создание научно обоснованной системы мероприятий по сохранению и поддержанию биологического разнообразия на нарушенных промышленностью землях при их самозарастании [Глазырина, 2002].

Карьеры и отвалы, возникающие после разработки фосфоритовых руд, являются одной из часто встречаемых форм техногенного ландшафта. После выработки на карьерах и отвалах начинаются процессы естественного зарастания, в ходе которого возникают фитоценозы, отличающиеся от окружающих естественных растительных сообществ. Прогноз естественного зарастания необходимо учитывать при проведении восстановительных работ на нарушенных ландшафтах [Капелькина, 1997; Месяц и др.,

1997]. Восстановление растительности обуславливает развитие почвенных процессов. Изучение восстановления почвенного покрова в ходе первичной сукцессии важно, поскольку знание закономерностей почвообразования в техногенных ландшафтах позволяет разрабатывать способы рекультивации нарушенных земель. Как отмечают многие исследователи, техногенный ландшафт, на котором идут процессы первичной сукцессии, - это идеальная модель для исследования скорости и направления почвообразовательных процессов, стадий сукцессии, влияния на почвообразование сукцессии и биологической продуктивности [Шенников, 1964; Миронычева-Токарева, 1998; Сукачев, 1966]. Сукцессия - это необратимое и направленное изменение отдельных компонентов, всей экосистемы и биоценологических процессов во времени [Узбек, 1981]. Причиной сукцессии является изменение среды под действием внешних и внутренних факторов. Сукцессия характеризуется направленностью, стадийностью, скоростью и продолжительностью, изменением структуры сообщества, соотношением автохтонных и аллохтонных процессов и др. Сукцессии бывают первичными (при заселении растительностью субстратов, лишенных почвы) и вторичными (при возобновлении нарушенного растительного покрова на сохранившейся почве). Первичная сукцессия происходит различно на скальных и рыхлых породах. На рыхлых породах на начальной стадии обычно отсутствует развитие мохово-лишайникового покрова, но поселяются водоросли, которые способствуют накоплению органического вещества и азота.

Объектом исследования являются отвалы фосфоритового месторождения «Кокджон» Южно-Казахстанской области. Биопродуктивность надземной фитомассы травянистых растений учитывалась методом укосных площадок ($1 \times 1 \text{ м}^2$ в 4-х кратной повторности). Корневая система отбиралась методом монолитов (25×25) с последующей отмывкой через сито диаметром 1 мм, в 4-х кратной повторности.

Отвалы расположены на волнисто-увалистой равнине с северо-западной, южной и юго-восточной стороны окаймлены горными хребтами. Преобладает злаково-полынная растительность

На всей поверхности отвала имеются разной формы западинки небольшие понижения, где из-за ветровой и водной эрозии происходит отсортировка породного элювия и накопление тонких фракций по западинкам. В микропонижениях, где происходит аккумуляция мелкозема, естественное самозаращение достигает 70%. Нижняя часть ярусов, имеющая крутой уклон практически без растительности. На отвалах большая часть поверхности хаотично завалена отвальными породами. Местами имеются выровненные площадки с уклоном до $3-6^\circ$, практически не заросшие, встречаются небольшие куртинки растений по краю площадок или отдельные кустики таусагыза, эфедры, ковыля или полыни. Отвалы местами состоят из смешанных пород и ППС (потенциальный плодородный слой) из суглинков и глины. Отвесные стенки отвалов крутые до 70° , высота их достигает 20- 70 м. Из-за чередования положительных и отрицательных элементов рельефа заращение происходит пятнами.

В травянистых экосистемах степи масса корневого опада может достигать 415 г/м^2 . Деятельность корневых систем оказывает огромное воздействие на начальное почвообразование. В нарушенных экосистемах с преобладанием корневого опада (травянистые растения) до 85% всех корней содержится в слое 0-40 см, при этом бедность субстрата питательными веществами приводит к увеличению длины и поверхности корней, а наиболее активной и максимальной по площади взаимодействия с почвой является фракция меньше 0,5 мм.

Наши исследования показали, что на отвалах растительность в основном представлена сорным разнотравьем из семейства сложноцветных, злаковых и бобовых, относящихся обычно к однолетним сегетальным и рудеральным растениям. Отдельными группировками встречаются полынь, верблюжья колючка, эфедра, сафлор, таусагыз. Эти растения обладают огромной семенной продуктивностью. Они в большинстве анемохоры, семена их не имеют периода покоя и при наличии благоприятных условий способны прорасти на поверхности

субстрата без заделки. Пионерные растения очень быстро заселяют новые свободные экотопы, обладают быстрым ростом, способностью произрастать на бедных элементами минерального питания субстратах, но при отсутствии конкуренции. Соотношение надземных и подземных органов зависит от продуктивности травостоя и массы подземных органов, что связано с биологическими особенностями видов, условиями произрастания, возрастом растений. М.В. Пасынкова [1981] отмечает, что в большинстве случаев в естественных ценозах масса подземных органов в 3-5 и более раза превосходит массу надземных органов, так как учитываются живые и отмершие корни. Наши исследования отвалов показали, что в верхней части отвалов почти нет растительности, только встречаются отдельные кустики эфедры, таусагыза, василька, ковыля, жантака, софлора, полыни, низкорослые злаки. Встречаются высохшие остатки растений (в основном полыни, мхи, злаки). Заращение идет в основном по краю выровненной поверхности отвала.

На отвале 2, Р-9 и Р 10 подземная корневая масса превосходит массу надземных органов. Такое соотношение массы надземных и подземных органов растений согласуются с данными С.В. Зонн [1969], чем неблагоприятнее условия жизнедеятельности, тем растения относительно больше развивают подземную часть. Как показали определения надземной и подземной продуктивности фитоценозов основная корневая масса в молодых почвах сосредоточена в 0-10 см слое субстрата. Статистический анализ позволил выявить значительную пестроту надземной и подземной растительности, что в общей сложности характеризует неравномерность (мозаичность) растительного покрова. Коэффициент вариации биомассы корней колеблется в пределах 17-94%, достигая своего максимума на разрезе 10, отвала 2. На зональной почве (Р-1) коэффициент вариации биомассы корней в пределах 20,45-38,15%, на зональной почве (Р-7) - 17,9-34,6%. Результаты биологической продуктивности растений техногенно-нарушенных земель очень ярко иллюстрируют степень их естественного зарастания и роль растительности в освоении нарушенных экосистем. Одним из главных результатов освоения является инициальный процесс почвообразования.

Литература

1. Глазырина М.А. Особенности формирования флоры и растительности в условиях отвалов и карьеров открытых угольных разработок: На примере Челябинского бурогоугольного бассейна. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Челябинск, 2002. – 25 с.
2. Капелькина Л.П. Условия и особенности восстановления нарушенных ландшафтов Севера // Освоение севера и проблемы рекультивации / Докл. III междунар. конф. 27-31 мая 1997 г. – Сыктывкар, 1997. – С. 13-16.
3. Месяц С.П., Кириллова А.А. Восстановление нарушенных земель при разработке месторождений в условиях Севера // Освоение севера и проблемы рекультивации / Докл. III междунар. конф. 27-31 мая 1997 г. – Сыктывкар, 1997. – С. 303-304.
4. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 430 с.
5. Миронычева-Токарева Н.П. Динамика растительности и растительного вещества при зарастании отвалов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1998. – 170 с.
6. Сукачев, В.Н. Программа и методика биогеоэкологических исследований. – М.: Наука, 1966. – 333 с.
7. Узбек И.Х. Особенности развития корневых систем люцерны и эспарцета, возделываемых на рекультивируемых почвах // Почвоведение. – 1981. – № 1. – С.101-107.
8. Пасынкова М.В. Продуктивность агроценозов на золоотвалах // В сб. Почвообразование в антропогенных условиях. – Свердловск. – 1981. – С. 5-39.
9. Зонн С.В. О некоторых итогах и перспективах изучения производительности лесных биоценозов / В кн.: Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. – Л. 1969. – С. 39.

Научный руководитель: Бейсеева Г.Б. – д.с.-х.н., заведующая отделом экологии почв КазНИИПиА им. У.У. Успанова.

МИКРОАРТРОПОДЫ – БИОИНДИКАТОРЫ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ**М. Атагельдиев, М.Б. Абдрешева, М.Токтар, Ч.Ф.Мураталиев, З.Н.Талуенко**Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У.Успанова, Алматы, Республика Казахстан, farida_kozybaeva@mail.ru

Животный мир почв многообразен по видовому составу, а его биомасса намного превышает массу всего животного населения Земли. Наиболее многочисленна группа членистоногих, среди которых постоянно открываются все новые и новые виды, ранее неизвестные науке. В сообществе с разнообразными группами всех живых организмов они способны обеспечивать устойчивое равновесие биологических процессов в почве, обуславливающих ее плодородие [Гиляров, 1969]. Именно деятельности животных почва часто бывает обязана своей зернистой структурой. Начало изучения вопроса участия животных в формировании почвенного плодородия относится к концу 70-х началу 80-х годов XIX века. Особого внимания заслуживают исследования деятельности дождевых червей и их роли в образовании плодородного слоя почвы, результаты которых практически одновременно были опубликованы В. Гензеном [Hansen, 1877], Ч. Дарвином [1882]. Именно Ч. Дарвин [1936] впервые оценил деятельность почвообитающих беспозвоночных, как один из важнейших факторов формирования почвенного покрова Земли. В этой связи следует отметить, что в почвообразовательных процессах немаловажную роль, кроме дождевых червей, играют другие беспозвоночные, например мокрицы и многие виды насекомых. Почвенный покров вместе с его обитателями играет роль универсального биологического сорбента и нейтрализатора загрязнений, минерализатора различных органических веществ [Ковда, 2002]. Мелкие членистоногие являются хорошей индикаторной группой для решения задач экологического мониторинга на рекультивируемых отвалах, загрязненных выбросами цементного производства.

Объектом исследования является техногенно-нарушенные ландшафты Восточно-Казахстанской области (отвалы месторождения Тишинка). Пробы почвы на микрофауну брались стандартной методикой [Гиляров, 1969] по слоям 0-5 см и 5-10 см. Экстракция представителей микрофауны производили в полевых условиях в термоэлектрореакторе Тулгрена.

В пробах пл. 3 разреза 4 обнаружены панцирные клещи из 15 родов, относящихся к 12 семействам, составляя 100% всех исследованных панцирных клещей. Доминируют представители родов: *Nothus*, *Oppia*, *Scheloribates*, *Galumna*, *Bdella*. Средняя численность орибатид в июле здесь составляет 46.200 экз. 1 м² или 52,4% от числа клещей и коллембол данной пробы. В пробах пл.3 разреза 4А найдены представители 14 родов, относящихся к 12 семействам, составляя 93,3% всех исследованных панцирных клещей. Доминируют представители родов: *Bdella*, *Galumna*, *Scheloribates*, *Nothus*. Численность орибатид в июле здесь составило 28 400 или 71,7% от числа клещей и коллембол данной пробы. В пробах пл.5 разреза 7А панцирные клещи малочисленны (5200 экз. 1 м²). Это в основном представители родов *Trhypochthonius*, *Acaris*, *Bdella* и личинка клещей. Такая же картина наблюдается и на пл.9 разреза 9. Эта *Parabelba*, *Scheloribates*, *Acaris*, *Bdella* (6 400 экз. 1 м²). Не обнаружены орибатида в образцах собранных с участков цинкового завода и в образцах отобранном в самом хвостохранилище, на остальных участках малочисленны. В пробах собранных с зональной почвы обнаружены представители 10 родов орибатид, относящихся к 9 семействам, составляющие 66,6% всех исследованных клещей. Отсутствуют представители родов: *Trhypochthonius*, *Subbelba*, *Parabelba*, *Suctobelba*, *Belba*. Доминирующее положение занимают *Nothus*, *Scheloribates*, *Acaris*, *Oppia*, *Zygoribatula*, *Punctoribates*. Численность орибатид составило 49200 экз. 1 м² или 54,6% от числа орибатид и коллембол данной пробы. Коллемболы (*Collembola*) – широко распространенная и многообразная группа мелких почвенных членистоногих, активно участвующих в регуляции жизни почвенных сообществ, минерализации и гумификации органического вещества. Основные места обитания –

скопления органического вещества на поверхности почвы (лесная подстилка, степная ветошь, дерновины растений, прибрежные выбросы). Вертикальные миграции коллембол определяются в первую очередь условиями влажности. Исследования численности коллембол по площадкам показало, что наибольшая численность коллембол обнаружена на пл.3 разрез 4, где они составили 42 000 экз. 1 м² или 47,6% от числа орибатид и коллембол данной пробы. Доминировали представители родов: *Anurida*, *Folsomia*, *Wellelmia* и *Proisotoma*. Обнаружены представители 10 родов, относящихся к 5 семействам, что составляет 100% всех исследованных коллембол. Пробу пл.3 разреза 4А составляют представители 8 родов, относящихся в 5 семействам. Доминируют *Anurida*, *Entomobrya*. Численность коллембол составляет 11 200 экз. 1 м² или 28,2% от числа орибатид и коллембол данной пробы. Состав и численность коллембол в остальных пробах, кроме зональной почвы, сравнительно обеднен и составляют численность от 1600 до 5600 экз. 1 м². Так же как и у орибатид, коллемболы отсутствуют на площадках цинкового завода и пробах отобранных на хвостохранилище. Зональная черноземная выщелоченная почва представлена 9 родами коллембол, относящиеся к 5 семействам, составляя 90% всех исследованных коллембол. Доминируют представители: *Onychiurus*, *Neanura*, *Isotoma*, *Folsoia*, *Entomobrya*. Численность коллембол 40800 экз. 1 м² или 45,3% от числа клещей и коллембол данной пробы. Пл.3 разрез 4 наиболее равномерно заселена орибатидами и коллемболами, составляя 52,4% (46200 экз. на 1 м²) и 47,6% (42000 экз. на 1 м²) соответственно. Зональная черноземная выщелоченная почва также показывает незначительную разницу в численности орибатид и коллембол. Они составляют 54,6% (49200 экз. на 1 м²) и 45,3% (40800 экз. на 1 м²) соответственно. Заметное сокращение численности коллембол наблюдается в пробах пл.3 разрез 4А; пл.9 разрез 9, так они составляют 28,2% (11200 экз. на 1 м²) по сравнению с орибатидами 71,7% (28400 экз. на 1 м²) и 20% (1600 экз. на 1 м²) по сравнению с орибатидами 80% (6400 экз. на 1 м²) соответственно. Таким образом, анализ полученных данных показывает, что почвенные микроартроподы концентрируются главным образом в верхнем 5 см слое почвы, это, видимо, связано с высоким содержанием органических веществ в данном слое, большой порозностью, влагоемкостью, гигроскопичностью почвогрунтов и обилием травянистой растительности. Однотипность в таксономическом отношении групп, видимо, связана с ограниченностью источников заселения субстратов и в связи с неблагоприятными условиями существования. Во всех пробах доминирующее положение занимали орибатиды - *Nothus*, *Scheloribates*, *Galumna*, *Bdella*, *Acaris*, *Oppia*; коллемболы - *Onychiurus*, *Anurida*, *Folsoia*, *Entomobrya* – обладающие широкой экологической пластичностью. В образцах с цинкового и свинцового заводов, а также с хвостохранилища не обнаружены представители почвенной микрофауны. Это, в первую очередь, говорит о неблагоприятных условиях среды, в связи с загрязнением почвы и субстратов выбросами токсичных веществ заводами и содержанием тяжелых металлов в хвостохранилище.

Литература

1. Гиляров А.М. Индекс разнообразия и экологическая сукцессия // Журнал общей биологии. – 1969. – Т. 30. – № 6. – С. 652-657.
2. Дарвин Ч. Образование растительного слоя земли деятельностью дождевых червей и наблюдения над их образом жизни. Перевод М.А. Мензбира // Публикуется Введение и Глава 1 по тексту Собрания сочинений Ч. Дарвина. Т.2. – Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – 306 с.
3. Ковда В.А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса в 2-х кн. – 1973. – 240 с.
4. Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1969. – 68 с.

Научный руководитель: Куляш А.Д. – к.б.н., главный научный отдела экологии почв КазНИИПиА им. У.У. Успанова.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ПРИ КЛАССИЧЕСКОЙ И НУЛЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

А.Г. Башук

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, bashuk2011@yandex.ru

Физиологические процессы, происходящие в растении, жизнедеятельность микроорганизмов и почвенной фауны, химические процессы превращения веществ в значительной степени зависят от температуры окружающей среды. Поэтому температурный режим почвы оказывает существенное влияние на среду произрастания растений и соответственно на их продуктивность.

В настоящее время большое распространение в сельскохозяйственной практике получили минимальные технологии обработки почвы. Особенностью данных технологий является оставление на поверхности почвы более 30 % растительных остатков. Это может привести к снижению прогревания почвы ранней весной и ухудшению условий развития растений при минимизации обработки почвы.

Для изучения температурного режима почвы в классической и нулевой технологии в 2012 году на опытном поле ООО «Рубин» Краснозерского района Новосибирской области на черноземе обыкновенном маломощном, слабогумусном был поставлен эксперимент. В посевах пшеницы в почву были закопаны автоматические регистраторы температуры фирмы iButton на глубину 5, 10, 20 см. Периодичность измерения температуры почвы составила 240 минут. Варианты опыта – чистый пар, пшеница после пара (традиционная технология) и пшеница после сои (технология No-till).

Температура почвы в посевах пшеницы по технологии No-till на протяжении всего вегетационного периода на несколько градусов была ниже в сравнении с традиционной (табл. 1).

Таблица 1

Температурный режим почвы при различных технологиях
возделывания пшеницы в 2012 году

Вариант технологии	Среднесуточная температура почвы на глубине, °С		
	5 см	10 см	20 см
В период с 13 по 19 мая 2012 года			
Чистый пар	15,5	14,4	14,1
Пшеница после чистого пара (классическая технология)	15,3	15,0	14,2
Пшеница после сои (нулевая технология)	12,3	11,4	11,2
В период с 13 по 19 июня 2012 года			
Чистый пар	22,8	22,0	21,8
Пшеница после чистого пара (классическая технология)	22,5	21,6	20,9
Пшеница после сои (нулевая технология)	-	20,2	19,9
В период с 13 по 19 июля 2012 года			
Чистый пар	28,5	27,5	26,8
Пшеница после чистого пара (классическая технология)	28,7	26,5	25,5
Пшеница после сои (нулевая технология)	-	25,5	25,0

При этом максимальные различия температуры почвы между классической технологией и технологией No-till были зарегистрированы в весенний период. Этот показатель составил 3–3,5 °С. В середине вегетационного периода пшеницы температура почвы при технологии No-till была на 1–0,5 °С ниже относительно классической.

В результате вышеописанных различий, сумма активных температур почвы выше 10 °С на глубине 10 и 20 см при нулевой технологии была соответственно на 134 и 96 °С ниже в сравнении с классической.

Таблица 2

Влияние технологии возделывания пшеницы на сумму активных температур выше 10 °С в 2012 году

Вариант технологии	Сумма активных температур почвы выше 10 °С с 13 мая по 19 августа по слоям, °С		
	5 см	10 см	20см
Чистый пар	2265	2171	2156
Пшеница после чистого пара (классическая технология)	2252	2129	2061
Пшеница после сои (нулевая технология)	-	1995	1965

Таким образом, при нулевой технологии возделывания зерновых снижается прогревание почвы в начальный период развития растений относительно классической. В результате сумма активных температур почвы выше 10 °С при нулевой технологии на глубине 10 см была на 134 °С ниже, чем при классической.

ОЦЕНКА СВОЙСТВ РЕСУРСОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ В РАЙОНЕ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «БУНГУРСКИЙ»

И.П. Беланов

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, bel_ivan@rambler.ru

Угольная промышленность в Кузбассе оказывает существенное влияние на формирование экологической ситуации в регионе. Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом приводит к разрушению всей экосистемы в целом. При этом наиболее значимые изменения происходят с земельным фондом. Почвенный покров практически уничтожается, формируется новый рельеф, изменяется гидрология рек, загрязняется атмосфера и т.п. [Семина и др., 2013].

Объекты и методы исследований. Целью данной работы является комплексное изучение свойств плодородного слоя почв (ПСП), потенциально-плодородных пород (ППП) и свойств горных пород с точки пригодности их для рекультивации техногенно-нарушенных территорий, а так же оценки самовосстановления старовозрастных отвалов в районе проведения исследований. В качестве объектов исследования выбраны техногенно-нарушенные земли в лесостепной зоне Кузбасса, в районе ведения добычи каменного угля Угольным разрезом «Бунгурский».

Для выполнения поставленной цели необходимо изучить свойства ПСП, PPP и вскрышных горных пород с оценкой пригодности их для развития растительного покрова.

В ходе полевых экспедиционных работ были отобраны образцы PPP и ПСП основных типов почв представленных на данной территории. Определение физических, агрохимических свойств почвенных образцов проводилось общепринятыми методами [Агрохимические методы..., 1975; Вадюнина, Корчанина, 1986].

Результаты исследований и обсуждение. На перспективных участках ведения открытых горных работ Угольного разреза «Бунгурский» распространены черноземы оподзоленные, лугово-черноземные, черноземно-луговые и лугово-болотные, а так же темно-серые и серые лесные почвы. Мощность гумусового горизонта в пригодных для рекультивации черноземов оподзоленных а так же черноземно-луговых изменяется в пределах 30-40 см и 30-60 см соответственно, мощность у темно-серых составляет от 20 до 35 см. Поэтому покрытие техногенно-нарушенной территории слоем ПСП мощностью 30-40 см в общем, будет соответствовать естественным природным условиям на 50 - 60 %, что позволит создать на поверхности отвала травянистые насаждения сельскохозяйственного (луга, сенокосы) и санитарно-защитного назначения. Снятие ПСП с луговых, лугово-болотных и серых лесных почв считается не рентабельным, как с точки зрения экономических затрат, так и достаточно низкого плодородия данных типов почв. Во-первых это связано с тяжелым гранулометрическим составом луговых почв, что приводит к их заплыванию и слеживанию с дальнейшим переуплотнением [Агрофизическая характеристик..., 1976]. Во-вторых данные типы почв характеризуются грубыми формами гумуса и низким содержанием доступных для растений форм элементов питания, которые при отсутствии подпитки грунтовыми водами трансформируются в труднодоступные. Серые лесные почвы характеризуются малой мощностью ПСП, где он достигает в среднем 8-12 см с содержанием органического углерода 2-3 %, а так же облегченным грансоставом, что приводит при складировании к вымыванию и так низкого содержания доступных для растений элементов питания.

Нами были проведены исследования по оценке элементов плодородия ПСП черноземов оподзоленных, черноземно-луговых и темно-серых лесных почв, а также материала ПСП, снятого ранее с естественных почв и складированного рядом на участках открытых горных работ. В таблицах 1 и 2 представлены результаты исследований.

Таблица 1

Агрофизические свойства ПСП

Образец	Плотность, г/см ³	Плотность сложения г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц в % <0,01 мм	Содержание частиц в % <1 мм
ПСП черноземов оподзоленных	2,58	1,15	55,4	57,6	97,8
ПСП черноземно- луговых	2,63	1,22	53,6	62,3	98,2
ПСП темно- серых лесных	2,46	1,16	52,8	48,0	95,4
Складированный ПСП	2,69	1,21	55,0	58,8	96,8

В целом агрофизические свойства ПСП благоприятны для создания насыпного почвенно-растительного слоя. Характеристики плотности верхних слоев черноземов в естественном состоянии показывают, что пахотный слой хорошо окультурен и обладает хорошей структурой, позволяющей обеспечивать оптимальную порозность пахотного слоя.

Гранулометрический состав ПСП в естественном состоянии характеризуется как средний или тяжелый суглинок, что является для данного района почвенно-экологической нормой. При снятии ПСП, в результате перемешивания почвенных слоев различного гранулометрического состава, происходит некоторое утяжеления гранулометрического состава, а также разрушение почвенных агрегатов. При складировании ПСП в буртах происходит уплотнение ПСП. Однако в поверхностных слоях в при хранении ПСП происходит разуплотнение почвенного материала, и ПСП становится более рыхлым и имеет более высокую порозность [Андроханов и др., 2000].

Агрохимические свойства ПСП в целом благоприятны и в естественных условиях характеризуются достаточным содержанием гумусовых веществ, азота, фосфора и калия. В результате снятия ПСП и перемешивания слоев с различным содержанием гумуса, происходит значительное снижение содержания гумусовых веществ и валового азота. Такие изменения в содержании основных показателей плодородия в материале ПСП показывают несовершенство технологии снятия ПСП с естественных почв. В первую очередь это связано с глубиной снятия ПСП. Так как мощность ПСП в естественных условиях варьирует в достаточно широких пределах, то при снятии ПСП происходит смешивание ПСП и малоплодородных слоев, что и приводит к снижению содержания основных элементов питания.

Таблица 2

Агрохимические свойства ПСП

Образец	рН водн.	Сорг, %	Валовое содержание, %		
			азот	фосфор	калий
ПСП черноземов оподзоленных	6,95	6,12	0,38	0,28	2,15
ПСП черноземно- луговых	6,82	7,23	0,41	0,24	2,10
ПСП темно- серых лесных	7,1	5,62	0,26	0,23	1,98
Складированный ПСП	6,83	6,5	0,29	0,35	2,01

Тем не менее, материал ПСП характеризуется наиболее благоприятными агрохимическими и агрофизическими свойствами по сравнению с материалом вскрышных пород, складированных в отвале и ППП. Использование ПСП при создании корнеобитаемого слоя при рекультивации поверхности отвалов позволит создавать растительный покров практически любого назначения. Однако здесь также необходимо отметить, что длительное сохранение этого материала в больших буртах приводит к значительной потере благоприятных агрофизических и агрохимических свойств. Это связано с отсутствием биологического круговорота внутри бурта, а также сильному уплотнению ПСП в ходе формирования бурта тяжелой техникой [Андроханов и др., 2000]. Поэтому и использование этого материала в целях рекультивации после длительного хранения может не дать желаемого эффекта.

Основными потенциально плодородными породами (ППП) в районе мониторинга являются лессовидные суглинки и покровные глины, с различным уровнем содержания карбонатов. Лессовидные суглинки Кузнецкой котловины отличаются вертикальной столбчатостью, псевдомицелярной карбонатностью. По гранулометрическому составу они чаще всего рассматриваются как тяжелосуглинистые с преобладанием иловато-крупнопылеватой фракции. В воздушно-сухом состоянии эти суглинки обладают выраженной макро-агрегированностью, но у агрегатов низкая водопрочность. Однако наличие большого количества водопрочных микроагрегатов размером 0,25-0,01 мм создает удовлетворительные водно-воздушные условия в лессовых суглинках, и обеспечивает хорошую водопроницаемость при относительно высокой влагоемкости. Реакция среды суглинков щелочная, что связано с карбонатностью, емкость обмена катионов 19-25 мг-экв на 100 г сухой породы.

Минералогический состав их крупных фракций представлен кварцем, полевыми шпатами, слюдами, примесями ярко- и желто-зеленого хлорита, эпидота, роговой обманки и циркона. Из вторичных минералов преобладают минералы монтмориллонитовой группы и гидрослюд.

По физическому строению материал суглинков представляет собой в разной степени оструктуренную, рыхлую связанную массу. Основные физические показатели приведены в таблице 3.

Таблица 3

Агрофизические свойства ППП

Образец	Плотность, г/см ³	Плотность сложения г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц в % >0,01 мм	Содержание частиц в % > 1 мм
При складировании	2,38	1,54	35,3	58,86	100,0

Плотность сложения ППП в естественных условиях изменяется в пределах 1,40-1,60 г/см³. В нижней части почвенного профиля суглинистый материал характеризуется крупнокомковатой и глыбистой структурой. При транспортировке и отсыпке суглинков структура разрушается, а при планировке на поверхности отвала происходит сильное уплотнение ППП.

По гранулометрическому составу по классификации Качинского, материал суглинков, распространенных на территории разработки участков открытых горных работ в основном относится к средним и тяжелым суглинкам и может содержать до 55 % частиц крупнее 0,01 мм. Такой гранулометрический состав является наиболее благоприятным для развития почвообразования в лесостепной зоне. Поэтому размещение в поверхностных слоях отвала и формирование из этого материала корнеобитаемого слоя будет способствовать восстановлению растительного и почвенного покрова на нарушенных землях.

Агрохимические показатели ППП представлены в таблице 4.

Таблица 4

Агрохимические свойства ППП

Образец	Глубина, см	рН водн.	Сорг, %	Валовое содержание, %		
				азот	фосфор	калий
ППП	0-20	7,41	1,21	0,014	0,44	0,64
	40-60	7,80	0,72	0,010	0,52	0,62

По валовому содержанию основных элементов питания в ППП в 4-6 раз больше содержится азота и фосфора, чем во вскрышных породах, складированных в отвале. Содержание калия примерно одинаково. Содержание органического углерода оценивается как низкое.

Необходимо отметить почвенно-генетическую значимость этого материала. Подавляющее большинство естественных почв в Кузнецкой котловине образовались именно на этих породах. Материал ППП является ценным ресурсом рекультивации, так как позволяет сформировать благоприятный по агрофизическим и агрохимическим свойствам корнеобитаемый слой. Поэтому, если в процессе разработки месторождения отсыпать материал ППП в поверхностных слоях отвала, на склонах, на террасах, то создаются благоприятные почвенно-экологические условия, позволяющие в дальнейшем значительно сократить затраты на биологический этап рекультивации.

Основными вскрышными и вмещающими породами в районе ведения горных работ являются песчаники аргиллиты, алевролиты. В связи с тем, что отработка месторождения ведется не по селективной схеме, то субстрат с отвала представляет собой хаотичную смесь песчаника, алевролита, аргиллита, с некоторым количеством углистых частиц. Для характеристики этого субстрата были отобраны образцы материала с поверхности Внешнего отвала на участке горных работ.

По физическому строению субстрат представляет собой бесструктурную, каменистую массу. Основные физические показатели приведены в таблице 5. Плотность сложения изменяется достаточно в широких пределах. В поверхностных слоях плотность сложения составляет 1,4-1,8 г/см³, что делает этот субстрат непроницаемым для воды и корней растений. Высокая плотность субстрата отвала обусловлена каменистостью пород, а также сильным уплотнением при формировании отвала. В тоже время высокая плотность сложения необходима для обеспечения устойчивости отвала. При проведении рекультивационных работ необходимо проводить мероприятия по снижению плотности поверхностных слоев отвала, или специально формировать корнеобитаемый слой из ППП и ПСП.

Таблица 5

Агрофизические свойства материала отвала.

Глубина, см	Плотность, г/см ³	Плотность сложения г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц в % <0,01 мм	Содержание частиц в % <1 мм
0-10	2,59	1,46	43,6	9,1	16,1
20-40	2,49	1,50	39,8	8,8	12,4
60-80	2,68	1,76	34,3	6,3	8,3

По гранулометрическому составу по классификации Качинского, материал отвала в основном относится к легким суглинкам и супесям и содержит более 85 % частиц крупнее 1 мм. Фракции крупнее 1 мм относятся к крупнозему и неблагоприятно влияют на агрофизические свойства почвообразующего субстрата, препятствуя проведению агротехнических работ и формированию растительного покрова.

Другим фактором восстановления нарушенных ландшафтов является незначительное содержание основных элементов питания во вскрышных породах, размещенных во внешнем отвале.

Основные агрохимические показатели субстрата отвала приведены в таблице 6.

Таблица 6

Агрохимические показатели субстрата отвала

Глубина, см	рН водн.	Валовое содержание, %		
		азот	фосфор	калий
0-10	8,15	0,032	0,07	1,32
20-40	7,23	0,036	0,06	1,25
60-80	7,55	0,051	0,08	1,10

Материал отвала характеризуется щелочной и слабощелочной реакцией среды и очень малым содержанием валового азота и фосфора. Малое содержание этих элементов не способствует развитию почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов. Содержание валовых форм калия можно охарактеризовать как среднее.

На субстрате с такими агрофизическими и агрохимическими показателями может развиваться только очень ограниченный набор видов растений [Куприянов и др., 2010]. Со временем в результате выветривания вскрышных пород, свойства субстрата отвала будут изменяться. Однако для создания более-менее благоприятных почвенных условий на таком субстрате может потребоваться очень длительное время от 300 до 1000 лет. При этом все это время отвалы вскрышных пород могут негативно влиять на прилегающие ненарушенные ландшафты. Однако если подобрать устойчивые и не требовательные к питательному режиму виды растений (на пример облепиха) то возможно озеленить поверхность отвалов и снизить негативное влияние на прилегающие территории.

Выводы

Таким образом, применение в технологии рекультивации отвалов ППП и ПСП позволит надежно закрыть поверхность отвалов и предотвратить пыление. В тоже время искусственно созданный почвенный слой создаст благоприятные почвенно-экологические условия для произрастания растительности согласно выбранному направлению рекультивации. В целом, агрофизические и агрохимические свойства ППП вполне благоприятны для использования этого материала для отсыпки отвалов. Однако для создания почвенно-растительного слоя на поверхности отвала необходимо некоторое улучшение агрохимических свойств ППП. Для этого необходимо увеличить содержание основных элементов питания с путем применения минеральных или органических удобрений, или почвоулучшителей. Можно также рекомендовать для улучшения свойств ППП смешивать его с материалом ПСП при снятии с территорий, отведенных для разработки месторождения. Вскрышные и вмещающие породы, формирующие отвалы, на начальных этапах восстановления могут лимитировать развитие растительности на поверхности отвалов за счет своих свойств.

Литература

1. Семина И.С., Беланов И.П., Шипилова А.М., Андроханов В.А. Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 396.
2. Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири (отв. ред. Панфилов В.П.). – Новосибирск: Изд-во Наука, Сибирское отделение, 1976. – 544 с.
3. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. – Новосибирск: Наука. Сиб. издательская фирма РАН, 2000. – 200 с.
4. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Баранник Л.П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. – 160 с.

**ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ ПОЧВЕННО-
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ В РАЙОНЕ ИНТЕНСИВНОЙ ДОБЫЧИ
КАМЕННОГО УГЛЯ**

И.П. Беланов¹, Р.И. Мамедов²

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, bel_ivan@rambler.ru

²Новосибирский государственный аграрный университет

Угольная промышленность в Кузбассе оказывает существенное влияние на формирование экологической ситуации в регионе. С началом интенсивной эксплуатации месторождений полезных ископаемых в области нарушено открытым и подземным способами добычи угля по разным данным от 60 до 150 тысяч га, при этом общая площадь нарушений превышает 10 % территории Кузбасса. Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом приводит к разрушению всей экосистемы в целом [Потапов и др., 2005]. При этом наиболее значимые изменения происходят с земельным фондом. Почвенный покров практически уничтожается, формируется новый рельеф, изменяется гидрология рек, загрязняется атмосфера и т.п.

Таким образом, происходит формирование и изменение ландшафтов под воздействием производственной деятельности человека, а также преобразование основных компонентов биосферы, вызываемое совокупностью механических, геохимических и геофизических процессов во вновь сформированном почвенном покрове на техногенной территории. В свою очередь, данные территории с нарушенными экологическими функциями оказывают экогенное воздействие на прилегающие природные комплексы, почвенный и растительный покров, микроклиматические показатели. Исходя из этого, можно полагать, что влияние техногенных ландшафтов, на прилегающие естественные территории является многоплановым: термическое, геохимическое, гидрологическое и др. По этой причине сельскохозяйственные и иные угодья, прилегающие к техногенным ландшафтам, подвержены сильному преобразованию, которое не учитывается в настоящее время при экологическом мониторинге нарушенных территорий.

Целью данной работы является комплексное изучение свойств и режимов почв техногенно нарушенных территорий для проведения их оценки с почвенно-экологических позиций экогенетического воздействия со стороны техногенных ландшафтов. В качестве объектов исследования выбран почвенный покров естественных ландшафтов в районе ведения интенсивной добычи «Бунгурского» угольного разреза.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: рассмотреть структуру почвенного покрова в районе проведения исследования и определить основные свойства почв; провести почвенно-экологическую оценку на основании расчета почвенно-экологического индекса [Шишов и др., 1991].

Исследования были проведены в лесостепной зоне юго-восточной части Кузнецкой котловины. В качестве объекта исследования был выбран горный отвод «Бунгурского» угольного месторождения и прилегающие к ним территории естественных и сельскохозяйственных угодий.

На исследуемых территориях в ходе полевых работ были заложены почвенные разрезы на основных типах почв и отобраны почвенные образцы для проведения лабораторных исследований. В лаборатории определялись физико-химические и агрохимические свойства образцов общепринятыми методами. Расчет почвенно-экологического индекса производился по методике Шишова и др. [1991] с использованием рекомендованных авторами поправочных коэффициентов на свойства почв. Климатические среднесезонные данные для расчета коэффициента континентальности брались по данным метеостанции г. Новокузнецка.

Господствующее положение в почвенном покрове исследуемой территории занимают серые и темно серые лесные почвы, реже черноземы оподзоленные. Под хвойно-лиственными лесами встречаются дерново-подзолистые, на пониженных участках – луговые, на вершинах холмов – неразвитые черноземовидные каменистые почвы.

Наиболее благоприятными агрохимическими свойствами обладают черноземы оподзоленные, по сравнению с остальными типами почв представленными на данной территории. Тем не менее, в настоящее время они также подвержены деградации в результате нерационального использования, территории занимаемые данным типом почв являются старопашотными и находятся в залежи. Так, в различных точках отбора данного типа почвы содержание гумуса в горизонте А колеблется от 4 до 5 %, что характеризует их как малогумусные. Реакция почвенного раствора оценивается как кислая, либо сильно кислая, причиной этого являются генетические особенности данного типа почв, а так же внесение кислых минеральных удобрений во время использования пашни данных участков в сельскохозяйственном обороте в свое время (предположительно до 2005-2008 года). Содержание подвижных элементов питания растений (P_2O_5 и K_2O) характеризуется как среднее и высокое, что также подтверждает предполагаемое применение минеральных удобрений на данных территориях, так как при активном сельскохозяйственном использовании данные показатели должны снижаться, например, как содержание гумуса.

К почвам с благоприятными агрохимическими свойствами также относятся темно-серые лесные. Содержание гумуса в них колеблется от 3 до 5 %, что, как и в предыдущем случае, предопределяется их использованием под пашню в свое время. Реакция почвенного раствора характеризуется как кислая, что обусловлено их генетическими особенностями. Содержание доступного для растений калия оценивается как высокое. Содержание доступного P_2O_5 в зависимости от местоположения участка оценивается низкими, средними и высокими значениями. Причинами таких показателей является их нерациональное использование. Также к данному типу почв относятся серые лесные. Содержание гумуса в них изменяется от 3 до 4 %, характеризуются кислой реакцией почвенного раствора, а также низким содержанием P_2O_5 , особенно серой лесной глеевой, что связано с уровнем ее гидроморфизма.

Луговая почва характеризуется высоким накоплением гумуса до 11 %, который, как правило, представлен слабоминерализованными остатками растительного вещества (надземной и подземной мортмассой). Данный тип почвы характеризуется невысоким содержанием подвижного фосфора, накопление которого связано с его гидротермическими особенностями, тем не менее, содержание калия оценивается как высокое.

Дерново-подзолистые почвы расположены под хвойно-лиственными лесами. Для данных почв отмечается низкое содержание гумуса от 2 до 4 % верхней физико-химической зоны. При этом отмечается высокое содержание подвижного фосфора, что обусловлено содержанием в их минеральной части фосфорсодержащих пород по типу апатита. Реакция почвенного раствора кислая, либо слабокислая, подкисление происходит за счет листовного и хвойного опада, что, в общем, связано с генетическими свойствами данного типа почвы.

На основании приведенных агрохимических и физико-химических свойств почв рассчитан почвенно-экологический индекс (*ПЭи*) на территориях, прилегающих к техногенно-нарушенным участкам.

Показатели *ПЭи* соответствуют следующим значениям экологического состояния почвенного покрова территорий [Шипилова и др., 2011]: более 90 баллов - благополучное экологическое состояние; от 90 до 60 - хорошее; от 60 до 40 - удовлетворительное; от 40 до 20 - напряженное; менее 20 - близкое к критическому.

Почвенно-экологическая оценка природных ландшафтов на основании методики расчета *ПЭи* показала, что их состояние характеризуется как напряженное либо удовлетворительное. Напряженное состояние характерно для слаборазвитых горных почв (темно-серая лесная горная) или почв с развитым гидроморфизмом (лугово-болотная, серая лесная глеевая), а так же для почв с направленным подзолообразовательным процессом

(дерново-подзолистая, серая лесная). Удовлетворительным состоянием характеризуются почвы черноземного ряда (чернозем оподзоленный, темно-серая лесная, луговая).

Таблица

Значения *ПЭи* и характеристика состояния почвенного покрова.

Точка мониторинга	Почва	<i>ПЭи</i>	Характеристика состояния почвенного покрова
1	<i>Чернозем оподзоленный</i>	49	<i>Удовлетворительное</i>
2	<i>Темно-серая лесная</i>	52	<i>Удовлетворительное</i>
3	<i>Чернозем оподзоленный</i>	44	<i>Удовлетворительное</i>
4	<i>Дерново-подзолистая</i>	35	<i>Напряженное</i>
5	<i>Серая лесная</i>	40	<i>Напряженное</i>
6	<i>Луговая</i>	47	<i>Удовлетворительное</i>
7	<i>Луговая</i>	41	<i>Удовлетворительное</i>
8	<i>Лугово-болотная</i>	35	<i>Напряженное</i>
9	<i>Темно-серая лесная горная</i>	32	<i>Напряженное</i>
10	<i>Чернозем оподзоленный</i>	51	<i>Удовлетворительное</i>
11	<i>Темно-серая лесная</i>	45	<i>Удовлетворительное</i>
12	<i>Темно-серая лесная</i>	49	<i>Удовлетворительное</i>
13	<i>Дерново-подзолистая</i>	31	<i>Напряженное</i>
14	<i>Серая лесная глеевая</i>	25	<i>Напряженное</i>

Такое состояние почв на исследуемых территориях обусловлено, прежде всего, их генезисом, а также агрогенной нагрузкой в прошлом (чернозем оподзоленный, темно-серая лесная). Также снижение почвенно-экологического индекса на территориях расположенных у подножий отвалов связано с привнесом на их поверхность вскрышного материала, а также поступлением веществ с геохимическим стоком с поверхности отвалов и пылепереносом. В некоторых случаях, происходит перекрытие отвалами естественных надземных и внутрипочвенных водотоков, что приводит к поднятию грунтовых вод на одних локальных участках, и иссушению других. Тем не менее, максимальному воздействию подвержены территории, расположенные у подножий отвалов, по мере удаления от отвалов прессинг снижается. Следует также отметить, что исследуемая территория находится в зоне воздействия и перекрытия как ранее нарушенных территорий, так и активной разработки соседних участков, что не позволяет достаточно четко выделить границу и степень воздействия на окружающую среду в целом угольного разреза «Бунгурский».

Таким образом, влияние угольного разреза «Бунгурский» на почвенно-экологическое состояние в районе ведения горных работ и на прилегающих территориях оценивается в настоящий момент как удовлетворительное и предопределяется изначальными свойствами почвенного покрова данных ландшафтов, а также агрогенной нагрузкой в прошлом. Тем не менее, на данных территориях требуется постоянный мониторинг геоэкологического состояния для выявления нарушений свойств и режимов почвенного покрова в результате разработки угольного месторождения.

Литература

1. Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком. – М.: Наука, 1975. – 72 с.
2. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Наука, 1975. – 341 с.

3. *Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливцев Е.Л., Вашлаева Н.Ю.* Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. – Новосибирск: Наука, 2005. – 650 с.
4. *Шипилова А.М., Беланов И.П., Андроханов В.А.* Техногенез и экогенез почвенного покрова промышленно развитого региона. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 220 с.
5. *Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В.* Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 307 с.

УДК 591.4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ В КУЗБАССЕ

А.Н. Беспалов, И.Н. Госсен

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, A.Bespalov@bk.ru

По экспертным оценкам, в Кузбассе порядка 90 тыс. га нарушенных экосистем, из которых 55 тыс. га нарушено угольными разрезами и 35 тыс. га – шахтами [Мазикин, 2005]. Значительная часть этих территорий считается в Кузбассе рекультивированной. Однако в реальности рекультивированные площади находятся в неудовлетворительном состоянии.

Цель работы: выявить закономерности развития сообщества жужелиц в техногенных ландшафтах Кузбасса, а также сравнить эффективность различных технологий рекультивации, применяемых в данном регионе.

Задачи:

1. Проанализировать пространственно-временную структуру фауны и населения жужелиц нарушенных территорий в лесостепной зоне Кузбасса;
2. Оценить влияние различных способов рекультивации на скорость почвообразования и восстановления энтомоценоза на рекультивированных территориях.

В Кемеровской области для преобразования техногенных ландшафтов в настоящее время используется 4 основных направления рекультивации:

1. Самозаращение без предварительной подготовки поверхности или с планировкой (выравниванием) поверхности отвала.
2. Лесная рекультивация после полной или частичной планировки поверхности. Основными древесными породами являются сосна и облепиха.
3. Сельскохозяйственная рекультивация посредством распашки предварительно спланированной поверхности посевом различных трав, часто травосмесей.
4. Сельскохозяйственная рекультивация с отсыпкой спланированного отвала потенциально плодородной породой (ППП) и плодородным слоем почвы (ПСП). Используются они исключительно под посеvy трав.

На всех 7 модельных участках, которые мы использовали в своем исследовании, на горнотехническом этапе проводилась полная планировка поверхности.

Нами проведено детальное почвенное картографирование на техногенных ландшафтах Кузбасса, основанное на классификации почв техногенных ландшафтов, согласно которой, каждый почвенный тип определяется по наличию соответствующего типодиагностического горизонта. Так, на исследуемых территориях были выделены инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные эмбриоземы.

Инициальные эмбриоземы, не имеющие каких-либо морфологически выраженных генетических горизонтов, характеризуют первые стадии преобразования почвообразующего субстрата. Органо-аккумулятивный эмбриозем имеет ярко выраженный генетический горизонт биогенной аккумуляции, что выражается в накоплении органических остатков на поверхности почвы (подстилки). Дерновый эмбриозем, отличается протеканием дернового процесса и образованием мощной дернины. Гумусово-аккумулятивные эмбриоземы, помимо описанных выше горизонтов подстилки и дернины, имеют горизонт аккумуляции гумуса.

Общее почвенно-экологическое состояние техногенного ландшафта может быть количественно охарактеризовано соотношением площадей, занятых тем или иным типом эмбриоземов. Таким образом, диагностика почвенно-экологического состояния техногенного ландшафта должна осуществляться посредством картографирования почвенного покрова, а его оценка - генетической интерпретацией свойств и функций почв. В итоге мы предлагаем выделить пять категорий местообитаний по качеству условий почвообразования:

1 – неудовлетворительные – почвообразование не происходит и почвы остаются эмбриоземами инициальными.

2 – удовлетворительные, при которых процессы почвообразования идут медленно, и через двадцать лет формируются эмбриоземы органо-аккумулятивные.

3 – хорошие – за 20 лет формируются эмбриоземы гумусово-аккумулятивные.

4 – очень хорошие – эмбриоземы гумусово-аккумулятивные формируются за 10- 20 лет.

5 – отличные – эмбриозем гумусово-аккумулятивный формируется за период менее 10 лет.

Проведенное детальное почвенное картографирование позволило выделить четыре типа эмбриоземов и их распределение по полю рекультивации. Для каждого исследованного участка было рассчитано процентное соотношение всех типов эмбриоземов. На участке с естественным зарастанием эмбриозем инициальный составил 12%, органо-аккумулятивный - 25%, дерновый – 48% и гумусово-аккумулятивный 15%. По приведенной выше градации местообитаний данное поле рекультивации по качеству условий почвообразования является хорошим. На участке сельскохозяйственной рекультивации в результате проведения детальное почвенное картографирование были выделены следующие типы эмбриоземов: инициальный 11,5%, органо-аккумулятивный 40%, дерновый 48,5%. Почвенно-экологическое состояние данного участка – удовлетворительные. Участок с лесной рекультивацией расположен на отвале с посадкой сосны. Участок представлен эмбриоземом инициальным – 10 %, органо-аккумулятивным – 90%. Почвенно-экологические условия – неудовлетворительные.

Всего за время исследования нарушенных территорий собраны жуки-жужелицы 87 видов из 32 родов. Количество видов в крупных родах распределилось следующим образом: *Amara* – 15, *Harpalus* – 14 видов и *Pterostichus* – 8. К родам, представленным одним видом, относятся *Agonum*, *Broscus*, *Callistus*, *Microlestes*, *Sericoda* и *Syntomus*. Наибольший вклад в население нарушенных территорий Кемеровской области вносят роды *Calathus* (22,7%), *Poecilus* (22,3%) и *Harpalus* (14,5%) от общего числа пойманных экземпляров. В количественном отношении наиболее многочисленны виды: *Poecilus sericeus* F. W. (20%), *Calathus melanocephalus* (L.) (18,7%), *Harpalus rubripes* (Duft.) (9,5%). К фоновым видам с обилием от 1 до 5% можно отнести *Amara municipalis* (Duft.), *A. communis* (Pz.) и *Calathus erratus* (C.R. Sahlb.).

Если рассматривать участки в отдельности, то картина получается иная. На инициальном эмбриоземе без отсыпки (биотоп ЭИ5), собрано 13 экз. жужелиц 2 видов. Доминирующим видом является *Broscus cephalotes*. На инициальном эмбриоземе с ППП (биотоп ЛС5) собрано 734 экз. жужелиц 47 видов. Доминанты: *Amara municipalis*, *Harpalus rubripes*, *Poecilus cupreus*. Инициальный эмбриозем с отсыпкой ПСП (биотоп П5), собрано 795 экз. жужелиц 53 видов. Доминанты: *Poecilus versicolor*, *Harpalus rubripes*, *Synuchus congruus*, *Pterostichus niger*. На участке с сельскохозяйственной рекультивацией (биотоп СХ30), собрано 429 экз. жужелиц 32 видов. Доминанты: *Calathus melanocephalus*, *Amara communis*, *Agonum gracilipes*. На участке естественного зарастания (биотоп Ес30), собрано 623 экз. жужелиц 27 видов. Доминанты: *Calathus melanocephalus*, *Harpalus rubripes*, *Poecilus versicolor*. На участке с лесной рекультивацией (биотоп Ле30), собрано 244 экз. жужелиц 28 видов. Доминанты: *Calathus melanocephalus*, *Harpalus rubripes*, *Calathus erratus*. На естественном лугу (биотоп Лу30), собрано 737 экз. жужелиц 26 видов. Доминанты: *Poecilus versicolor*, *Calathus melanocephalus*, *Amara communis*.

Таким образом, сообщества молодых отвалов, на которых проводилась рекультивация, характеризуются небольшим количеством доминирующих видов и значительным числом видов с низким обилием. Самые обильные биотопы по количеству собранных экземпляров жужелиц – это молодые отвалы, на которых проводилась рекультивация (биотопы ЛС5 и П5). Почти такое же количество экз. было собрано на старом участке, который был оставлен под естественное зарастание (биотоп Ес30), но количество видов тут почти в два раза меньше - всего 27 видов.

Для более детального изучения сообщества жужелиц нарушенных территорий нами был проведен ареалогический анализ, позволяющий определить, насколько «аридной» или «гумидной» по происхождению является та или иная фауна локальной экосистемы в сравнении с соседними. Также ареалогический анализ показывает направление сукцессии, какой тип сообщества сформируется на данной территории: лесное, луговое или степное [Дудко, Любечанский, 2002]. В целом фауну жужелиц нарушенных территорий, в зоогеографическом плане, можно охарактеризовать как суббореальную гумидную, со значительной долей полизональных, и западнопалеарктическую. Население, которое определяется главным образом, доминирующими видами (*Poecilus versicolor*, *Calathus melanocephalus* и *Harpalus rubripes*), полизональное и западнопалеарктическое. Ареалогический анализ показывает высокую гумидность фауны жужелиц, несмотря на то, что отвалы испытывают недостаточное увлажнение, поэтому растительность на них развивается по ксерофитному типу, на открытых участках развиваются сообщества, близкие к сообществам ксерофитных лугов.

Фауну молодых отвалов, на которых проводилась рекультивация (биотоп ЛС5 и П5) можно охарактеризовать, как суббореальную гумидную со значительной долей полизональных, и западнопалеарктическую. Население – полизональное и западнопалеарктическое. Доминируют в этой группе отвалов *Harpalus rubripes*, *Poecilus versicolor* (который на самом гумидном участке ЛС5 заменяется на *Poecilus cupreus*), *Calathus erratus* и *Synuchus congruus*. Также в зоогеографическом плане к данной группе очень близок участок старого, хорошо восстановившегося отвала, оставленный под естественное зарастание (Ес30).

Ареалогический анализ группы старых отвалов (СХ30, Лу25) показал иную картину, фауна данных отвалов оказалась полизональной, с весомой долей суббореальной гумидной, и западнопалеарктической. Население - полизональное и западнопалеарктическое. Данное отличие возможно формируется за счет доминирующих в этой группе *Calathus melanocephalus* и *Amara communis*. Старый участок с лесной рекультивацией также попал в данную группу, так как бореальные виды здесь занимают только 20% в фауне и всего 14,5 % в населении, в основном за счет одного из доминантов *Pterostichus oblongopunctatus*.

Полученный материал позволяет заключить, что наиболее богатые сообщества жужелиц развиваются на отвалах с отсыпкой ППП и ПСП. Нанесение слоя ППП и ПСП позволяет значительно ускорить процессы возобновления энтомоценоза. На зарастающих отвалах, без отсыпки спустя 30 лет сообщества жужелиц восстанавливается, но не в полном составе. Развитие сообществ происходит сопряженно с зарастанием отвалов. Облесенные отвалы начинают заселяться лесными видами, однако при этом сохраняются и представители открытых пространств. Энтомоценоз в лесостепной зоне Кузбасса формируется по степному или луговому типу, даже в посадках сосны и облещи в лесостепной зоне полноценного лесного сообщества не сформировалось, что доказывает проведенный ареалогический анализ.

Литература

1. Мазикин В.П. Перспективы развития угольной отрасли в Кузбассе и состояние рекультивации нарушенных земель // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. – Кемерово, 2005. – Вып. 1. – С 7.

2. Дудко Р.Ю., Любечанский И.И. Фауна и зоогеографическая характеристика жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области // Евроазиатский энтомологический журнал. – 2002. – Т.1. – Вып. 1. – С. 30-45.

УДК 631.417.2: 631.95

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГУМАТОВ – СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

С.Л. Быкова¹, О.А. Буряк²

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, slb85@bk.ru

²Новосибирский государственный аграрный университет

В связи с увеличением интенсивности воздействия промышленной деятельности человека на природные комплексы возникла необходимость выделения особых новообразований в системе антропогенных комплексов, называемых «природно-техногенными или «техногенными» ландшафтами. При этом территория, испытывающая на себе негативные последствия, связанные с нарушением гидрологического режима, загрязнением прилегающих ландшафтов техногенными токсикантами, усилением эрозионных процессов и др., значительно превышает площади самих нарушенных участков. В связи с этим весьма актуальны работы, связанные с нейтрализацией загрязнений и восстановлением биологической продуктивности техногенных ландшафтов. Биологическая рекультивация включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных земель [ГОСТ 17.5.1.01-83]. Одним из направлений биологической рекультивации – сельскохозяйственная. Экспериментальные исследования, проводимые исследователями на протяжении более 40 лет, показывают, что полностью восстановить утраченные функции почвы в исторически обозримый период невозможно. Максимальный результат, полученный на экспериментальных площадках, составляет 90%, а среднее значение плодородия на рекультивированных землях - около 30% [Гаджиев и др., 2001]. Согласно другим исследованиям, продуктивность рекультивированных земель после посева многолетних трав выше естественных угодий [Ламанова, Доронькина, 2003].

В современном сельскохозяйственном производстве перспективным направлением является использование гуминовых препаратов (ГП) в целях стимуляции роста и развития растений. ГП улучшают усвоение растениями питательных элементов, повышают устойчивость растений к климатическим и биологическим стрессорам [Воронина и др., 2012]. К тому же гуминовые препараты определяют структуру и плодородие почв и являются эффективным средством решения экологических проблем в условиях техногенно нарушенных ландшафтов.

Цель наших исследований – изучить эффективность влияния различных гуматов в качестве стимуляторов роста и развития сельскохозяйственных культур на техногенно нарушенных землях Кузбасса.

Исследования проводились на отвалах Листвянского угольного разреза, расположенных в лесостепной зоне Кузнецкой котловины. В качестве субстратов для закладки экспериментальных площадок были выбраны инициальные эмбриоземы, представленные техногенным элювием углевмещающих пород и лессовидными суглинками вскрышных пород [Андроханов, Курачев, 2010]. Использование этих субстратов, благодаря незначительному содержанию в них гуминовых веществ педогенной природы (гумуса менее 1%), позволяет более достоверно оценить влияние гуминовых препаратов на растения.

Лабораторно-аналитические исследования выполняли по общепринятым в почвоведении методикам [Аринушкина, 1970, Вадюнина, Корчагина, 1973].

По физическим свойствам техногенный элювий уступает лессовидному суглинку: плотность выше на $0,61 \text{ г/см}^3$, порозность меньше на 7 %. По значению pH водной суспензии техногенный элювий имеет нейтральную реакцию среды, лессовидный суглинок – слабощелочную. По основным агрохимическим свойствам используемых субстратов обеспеченность их азотом по содержанию N-NO_3 очень низкая; фосфором по содержанию легкоподвижного P_2O_5 – низкая; обменным калием в техногенном элювии средняя, в лессовидном суглинке – высокая.

Применяемые в опыте гуматы калия и натрия, получены из бурого угля Кайчакского месторождения Канско-Ачинского бассейна и его естественно-окисленной формы – сажистого угля, являющегося отходом угледобычи. Сельскохозяйственные культуры были представлены пшеницей яровой и травосмесью, включающей кострец безостый (*Bromus inermis* Leyss.) и клевер розовый (*Trifolium pratense* L.). В первом варианте опыта семена замачивали в 0,02 % растворе гуматов калия и натрия, во втором вносили с поливом.

Результаты исследований показали, что всхожесть семян пшеницы после их замачивания в растворах гуматов на площадках с лессовидным суглинком по сравнению с вариантом без ГП (контроль) увеличилась в среднем на 12,5 %, на площадках с техногенным элювием – на 13,4 %. При внесении ГП с поливом всхожесть семян пшеницы на лессовидном суглинке и техногенном элювии превысила контрольные варианты на 12,4 и 14,2 % соответственно. Такие показатели свидетельствуют о том, что на субстратах с благоприятными физическими свойствами эффективность от применения гуминовых препаратов при проращивании семян выше. С другой стороны, использование препаратов с поливом эффективнее на субстратах с меньшей водоудерживающей способностью. Сажистые формы гуматов оказывают большее влияние на всхожесть растений, по сравнению с рядовыми. Следовательно, предпосевная обработка семян пшеницы растворами гуматов натрия и калия способствует увеличению их всхожести в результате более интенсивного поглощения воды и набухания зерновок при проращивании. Многолетний опыт применения гуматов в России показал, что их присутствие важно для всех стадий развития растений, но в особенности на ранних стадиях. В ранее опубликованных работах отмечено, что гуматы, ускоряя процессы водного обмена, физиологические процессы в клетке, участвуя в окислительных процессах на клеточном уровне, способствуют более полному усвоению элементов минерального питания растениями [Безуглова, 2000]. Наиболее эффективно отмечено влияние гуматов калия, что свидетельствует о дополнительном источнике калия при выращивании сельскохозяйственных культур.

Исследования по влиянию ГП на урожайность пшеницы показали, что наибольший эффект достигается при использовании сажистых гуматов натрия и калия как на лессовидном суглинке, так и на техногенном элювии. Сажистые формы ГП в среднем на 13-17 % эффективнее рядовых аналогов.

Всхожесть семян многолетних трав после их обработки ГП на исследуемых субстратах увеличилась незначительно. При внесении гуматов с поливом всхожесть семян трав на лессовидном суглинке и техногенном элювии превысила контрольные варианты на 5 и 3,7 %, что демонстрирует меньший запас семян многолетних трав питательными веществами по сравнению с пшеницей. Кроме того, применение гуминовых препаратов при посеве многолетних положительно сказывается на величине надземной фитомассы в последующие годы. Так, прибавка надземной фитомассы многолетних трав на второй год проведения опытов составила 24 % в вариантах с лессовидным суглинком и 95 % в вариантах с техногенным элювием. Наибольший прирост фитомассы многолетних трав отмечен в вариантах с сажистыми формами гуматов на техногенном элювии. В данном варианте на второй год жизни травосмеси с клевером розовым на отвалах разреза «Листвянский» вес надземной фитомассы клевера составил 185 г/м^2 . Этот же показатель на контрольном варианте достиг лишь 65 г/м^2 . Высота злаковой травосмеси на второй год жизни фитоценоза при использовании ГП достигла 54 см, основная масса травостоя сосредоточена на высоте $51,2 \pm 3,0$ см. В контрольном аналоге высота травосмеси максимально составила 38 см,

основная масса травостоя сосредоточена на высоте 31, 9 ±3,6 см. На наш взгляд, данные существенные различия обусловлены повышенным содержанием кислорода, азота и серы в структурной формуле исходных бурых углей (таблица).

Таблица

Характеристика исходных углей и гуминовых кислот, daf *, % масс

Образец	С	Н	О+N+S по разности
I	64,3	4,7	31,0
II	55,1	2,7	42,2

Примечание. I – бурый уголь, II – окисленный бурый уголь (сажистый). *daf – dry ash free – сухое беззольное состояние образца топлива.

Таким образом, использование гуматов натрия и калия активизируют рост и развитие сельскохозяйственных культур, повышают адаптогенную способность растений к условиям среды и улучшают экологическую обстановку техногенных ландшафтов, особенно при выращивании на них многолетних трав. Большее влияние на всхожесть семян и урожайность пшеницы яровой оказывают предпосевная обработка по сравнению с поливом и сажистые формы ГП по сравнению с рядовыми. В то время как всхожесть семян и продуктивность многолетних трав была выше при поливе и использовании рядовых форм ГП. Эффективность ГП на техногенном элювии выше, чем на лессовидном суглинке, несмотря на то, что лессовидный суглинок обладает более благоприятными физическими свойствами. Своего рода гуминовые препараты - эффективное средство биологической коррекции минерального питания сельскохозяйственных культур, их роста и развития, что необходимо учитывать при разработке концепции улучшения роста растений в условиях техногенных ландшафтов.

Литература

1. Ариунушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М: Изд-во МГУ, 1970. – 487с.
2. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
3. Безуглова О.С. Удобрения и стимуляторы роста. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 320 с.
4. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспектива решения проблем рекультивации нарушенных земель. – Новосибирск, 2001. – 36 с.
5. ГОСТ 17.5.1.01.83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
6. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов – М.: Высш. шк., 1973. – 399 с.
7. Воронина Л.П., Якименко О.С., Терехова В.А. Оценка биологической активности промышленных гуминовых препаратов // Агрохимия. – 2012. – № 6. – С. 45-52.
8. Ламанова Т.Г., Доронькина Н.В. Особенности разногодичной динамики агрофитоценозов на спланированных вскрышных отвалах Кузбасса // Биологическая рекультивация нарушенных земель (Материалы междунар. совещ., 3-7 июня 2002 г.). – Екатеринбург, 2003. – С. 247-256.

Научный руководитель: Сиухина М.С. – к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения и агрохимии НГАУ.

МОНИТОРИНГ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА

К.И. Васильева¹, О.И. Подурец²

¹Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровский государственный университет,
Kristik_pro@mail.ru

²Кузбасская государственная педагогическая академия, Новокузнецк,
Glebova-Podurets@mail.ru

Кемеровская область – регион с высоким уровнем индустриального развития, что определяет значительные масштабы и многообразие антропогенного воздействия на окружающую природную среду. Важным компонентом геосистемы является почва, которая в отличие от воздушной и водной сред, испытывает наиболее сильное влияние урбанистического пресса, быстро поглощает поллютанты и очень медленно их трансформирует. Современное экологическое состояние почв – это результат длительного воздействия разнообразных источников загрязнения городской среды.

Цель работы - оценить уровень загрязнения почв Центрального района г. Новокузнецка на основании анализа содержания тяжелых металлов и суммарного показателя загрязнения.

Задачи - анализ данных по мониторингу почв; оценка концентрации тяжелых металлов, суммарного показателя загрязнения почв.

Объектом исследования являются почвы Центрального района г. Новокузнецка.

Предметом исследования - содержание тяжелых металлов в почвах города.

Город Новокузнецк расположен на юге Кузнецкой котловины на территории Томь-Усть-Кондомского пойменно-террасового района, занимает пойменную часть долины реки Томи и ее притоков Абы и Кондомы. Наиболее распространенными являются пойменно-аллювиально-слоистые и аллювиально-луговые почвы на галечниках и супесях, по старицам и пересохшим озерам – торфяно-болотные почвы и торфяники. На возвышенных террасах – серые лесные суглинистые почвы и тяжелосуглинистые оподзоленные черноземы [Подурец, 2008].

На территории города расположено более десятка предприятий, на которых образуются отходы и производится выброс в атмосферу и воду загрязняющих веществ, что приводит к аккумуляции их в почве, к постепенному изменению ее химических и физических свойств, снижению численности живых организмов, ухудшению плодородия. Промышленное загрязнение почв распространяется далеко за пределы города, влияние просматривается в радиусе до 30 км по направлению господствующего ветра. Основные загрязнители Центрального района: «НКМК», Абагурская аглофабрика, «Кузнецкий цементный завод». Атмосфера Центрального района наиболее загрязнена оксидом углерода сернистым ангидридом, окислами азота, выбросами специфических веществ коксохимического производства предприятий бывшего «КМК». Доля выбросов предприятий составляет 12%.

К приоритетным загрязняющим веществам относятся тяжелые металлы, которые поступают на поверхность почвы, закрепляются в верхних гумусовых горизонтах. Элементы сорбируются на поверхности почвенных частиц, связываются с органическим веществом в виде элементарно-органических соединений, аккумулируются в гидроксидах железа, входят в состав кристаллических решеток глинистых минералов, дают собственные минералы в результате изоморфного замещения, находятся в растворимом состоянии в почвенной влаге и газообразном состоянии в почвенном воздухе.

К тяжелым металлам относят более 40 элементов, масса атомов которых составляет свыше 50 а.е.м. Элементы отличаются по атомной массе, плотности, токсичности, распространенности в природной среде, степенью вовлеченности в природные и техногенные циклы. В зависимости от условий среды они существуют в разных степенях окисления, входят в состав разнообразных растворенных или коллоидно-дисперсных

неорганических и металлоорганических соединений, могут входить в состав минеральных и органических взвесей [Алексеев, 1987; Ильин, 1995].

Для оценки содержания тяжелых металлов использовались методы: масс-спектрометрии, основанный на измерении интенсивности спектральной линии излучения атома определяемого элемента, что зависит от массовой концентрации элемента в растворе; атомно-эмиссионный метод - для определения содержания подвижных форм.

Оценка уровня химического загрязнения почв проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов, - это предельно допустимая концентрация (ПДК), коэффициент концентрации химического вещества и суммарный показатель химического загрязнения, по которому оценивается категория загрязнения почв на основе оценочной шкалы.

Проведенные исследования дали следующие результаты. Почвы на территории торгово-развлекательного центра по проспекту Metallургов характеризуются по валовому содержанию превышением ПДК по трем элементам: мышьяка от 4 до 7,5 раз; цинка для пробы №2-3 в 3 раза и меди для этих же проб 3-4 раза. Содержание остальных 4 элементов (кадмий, свинец, никель, ртуть) по всем 6 пробам ниже ПДК (таблица 1).

Таблица 1

Распространение тяжелых металлов в почвах проспекта Metallургов и Строителей (в мг/кг)

Вещество	Торгово-развлекательный центр по проспекту Металлургов (глубина 0,0 – 0,2м)						Проспект Строител ей	ПДКп (ОДКп)*, мг/кг
	Проба №1	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5	Проба №6		
ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ								
Кадмий	0,09	0,05	<0,05	0,08	0,17	<0,05	0,95	1,0*
Свинец	20,10	19,00	15,00	24,00	26,00	20,67	<0,1	32,0
Мышьяк	10,00	12,00	15,00	7,86	8,53	8,50	10,12	2,0
Цинк	71,68	188,00	123,00	54,69	77,03	55,75	68,70	110,0*
Никель	21,00	15,65	14,93	14,77	24,15	19,80	30,50	40,0*
Медь	54,83	197,00	224,00	46,00	40,93	24,83	23,50	66,0*
Ртуть	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,10	2,1
ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ								
Медь	1,25	1,88	8,48	3,10	<0,40	2,91	<0,40	3,0
Цинк	31,10	29,46	64,10	16,40	11,54	11,40	5,80	23,0
Свинец	4,10	1,79	1,20	5,63	2,96	2,74	<0,40	6,0
Никель	2,50	2,00	1,60	2,06	0,86	2,10	<0,40	4,0

Результаты испытаний проб почвы по проспекту Строителей, на территории торгового комплекса с трансформаторной подстанцией и котельной, показали повышенное содержание валовой формы мышьяка (в 5 раз). Валовое содержание других элементов и содержание подвижных форм металлов в почвах данной территории ниже ПДК.

Мониторинг концентрации тяжелых металлов в почвах промышленной зоны проводился на территории НКМК по 8 скважинам. Глубина отбора образцов преимущественно до 2 м, максимальная глубина – 6,5 м. Почвы характеризуется повышенным содержанием по двум элементам – марганец и мышьяк. Динамика распространения по мышьяку и марганцу с превышением ПДК в несколько раз сохраняется при расчете средней величины содержания элемента по всем пробам почв скважин.

Мышьяк и марганец накапливаются преимущественно в верхней части почвы, в почвах территории НКМК проводился превышение ПДК по этим элементам в 1-5 раз. Исключение составляет пробы скважины № 5, где валовое содержание мышьяка и марганца ниже ПДК. Повышение содержания отмечается на глубине 50см по обоим показателям, но самое высокое по марганцу до 20650,0 мг/кг (скважина № 6). Этот показатель самый высокий из всех проб почвы по всем скважинам. С глубиной количество мышьяка и марганца

постепенно уменьшается. На глубине около 2 метров содержание мышьяка выравнивается с ПДК, а марганца – ниже ПДК. Среднее валовое содержание марганца на территории НКМК 5010,25 мг/кг.

Оценка уровня химического загрязнения как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по коэффициенту концентрации тяжелых металлов, который показал высокий уровень концентрации кадмия для территорий жилой зоны ул. Строителей, свинца – пр. Metallургов и промышленная зона НКМК, марганца промышленная зона НКМК (таблица 2). Наибольшим спектром тяжелых металлов и различным уровнем их концентрации характеризуются почвы жилой зоны проспекта Metallургов, но суммарный показатель химического загрязнения (Z_c), показал, что почвы городской и промышленной зон города характеризуются допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16$).

Таблица 2

Коэффициент концентрации тяжелых металлов и показатель химического загрязнения почв

Территории г. Новокузнецка	ВАЛОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ (в мг/кг)							Z_c
	Марганец	Кадмий	Мышьяк	Свинец	Медь	Цинк	Никель	
Городская зона: пр. Metallургов	---	1,17	0,79	1,27	3,2	1,36	0,71	3,5
ул. Строителей	---	13,60	0,006	0,78	0,98	1,18	0,77	12,3
Промышленная зона (НКМК)	3,34	2,86	1,64	1,58	1,53	1,22	1,10	7,3

В ходе проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Почвы городской зоны подвергаются разным по интенсивности антропогенным воздействиям (загрязнение, захламление, снятие и уничтожение почвенного слоя, создание поверхностных образований из природного или искусственного материала) и представляют в системе таксономических единиц классификации антропогенно – преобразованные почвы.

2. Высокая плотность на территории города предприятий топливно-энергетического и металлургического комплексов, определила кризисную экологическую обстановку. Один из негативных моментов – это загрязнение почв тяжелыми металлами и токсическими окислами, что приводит к изменению биологической активности почв.

3. Наибольшим спектром тяжелых металлов и различным уровнем их концентрации характеризуются почвы жилой зоны проспекта Metallургов.

4. Опасный уровень загрязнения отмечен на территории промышленной зоны НКМК по марганцу с превышением ПДК в 10 раз и по мышьяку - 2-5 раз.

5. Суммарный показатель химического загрязнения характеризует допустимый уровень загрязнения почв городской и промышленной зон города.

В условиях города Новокузнецка особенное значение должен приобретать принцип рационального природопользования, позволяющий выполнять требования законодательства в сфере охраны окружающей среды. Составление прогнозов и математических моделей загрязнения почв, и дальнейшего генезиса в условиях антропогенного прессинга – это наиболее важные виды специфического почвенного экологического мониторинга.

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Издательство «Агропромиздат», 1987. – 137 с.
2. Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами. – М.: «Агрохимия», 1995. – 210 с.
3. Подурец О.И. Почвенные ресурсы // Кемеровская область. Часть 1. Природа и население. – Новокузнецк, 2008. – С.59-68.

Научный руководитель: Подурец О.И. – доцент кафедры биологии и МПБ КузГПА.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЗЕМОВ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКОМ ПАМЯТНИКЕ УСТЬ-УШАКОВКА

А.Н. Величко

Иркутский государственный университет, velalnik-1992@mail.ru

Объектом наших исследований явились техноземы г. Иркутска, расположенные на нижней набережной реки Ангары, в устье реки Ушаковка. Вскрытая толща техноземов имеет большое культурно-историческое значение, так как находится на месте заложения триумфальной арки «Московские ворота».

Закладка триумфальной арки произошла 9 июля 1811 года и, 15 сентября 1813 года состоялось торжественное открытие арки. Арка располагалась на выезде из Иркутска в сторону Европейской части России — на Московский тракт. Отсюда и было получено название «Московские ворота». «Московские ворота» представляли собой четырёхъярусное здание высотой 19 метров и шириной около 16,5 метров. На самом верху была чаепитная комната, а в других помещениях ворот находились смотрители московской заставы и станция общества спасения на водах. В 1890 году была проведена реставрация «Московских ворот» и там разместился архив. Но вскоре арке вновь была необходима основательная реконструкция, которая требовала значительной суммы. 13 мая 1911 года на заседании Городской думы было решено снести памятник, однако это вызвало череду негодований у общественных деятелей и горожан. Решение было отменено, но необходимой суммы для реконструкции не нашлось и уже к 1928 году «Московские ворота» вконец обветшали и арку разобрали. В итоге, памятник простоял 115 лет.

В 2011 году к 350-летию г. Иркутска триумфальные были воссозданы, но сейчас они находятся не на первоначальном месте их закладки, а на месте закладки предыдущей арки с 2004 года начались археологические работы, под руководством В.В. Краснощекова. В 2013 году к работе были привлечены почвоведы, для палеопедагогических исследований, целью которых является реконструкция истории г. Иркутска. Первые результаты этой работы представлены ниже.

На данном участке под толщей техногенных отложений, общей мощностью до 150 см., сохранились естественные ненарушенные отложения. Они представлены фрагментами гумусированного горизонта, местами со следами вспашки плугом. Четкая нижняя граница пахотного горизонта и резкое изменение цвета по его границе может говорить о небольшой мощности гумусового горизонта и припашке к нему нижнего горизонта. Ниже гумусированного горизонта находятся буровато-серые легкие суглинки мощностью 10-15 см с обилием кремнеземистой присыпки и плитчатой структуры. Наличие кремнеземистой присыпки и такой структуры указывает на развитие этих почв под лесной растительностью. Далее залегают ярко-бурые карбонатные легкосуглинистые — супесчаные отложения, с плитчатой непрочной структурой, мощностью около 20 см. Нижняя часть вскрытой толщи представлена супесчано-галечным материалом, с невыдержанным уровнем залегания. По морфологическим особенностям мы можем предположить, что это была серая лесная маломощная почва. Но уточнение типа почвы будет проведено после получения данных физико-химических свойств. Кроме пашни (огорода), на дневной поверхности этой почвы располагались деревянные постройки, частично сохранены бревна и разрушенные кирпичные кладки печей. Скорее всего, они были разрушены перед строительством «Московских ворот», об этом свидетельствуют и сохранившиеся планы города Иркутска.

Еще до «Московских ворот» существовала грунтовая дорога, шириной около 2 метров, включению большого количества углей (от перевозки угля с пристани), отложения под дорогой сильно переуплотнены с вогнутой верхней границей. После строительства арки дорога была расширена и отсыпана галечником с карбонатными негумусированными средними суглинками. Дорога проходила под аркой и была примерно перпендикулярна

руслу реки Ангары. В верхней части полотна этой дороги, помимо большого количества угля, встречаются включения битого кирпича и кусков штукатурки, которые могли попасть сюда уже после разрушения «Московских ворот».

В 1939 году была построена каменная мостовая, которая в основном использовалась для перевозки угля. Мостовая дорога положена непосредственно на уже существовавшую дорогу и сложена из неокатанных булыжников, высотой 15-17 см. Дорога была расширена до 3,5 метров, имела выпуклую поверхность и небольшой уклон в сторону Ангары. Пустоты между булыжниками заполнены мелкой галькой и в дальнейшем были забиты угольной пылью и кусками угля. Булыжники лежат на песчаной подушке, мощностью 10-20 см (в среднем -15 см), которая состоит из крупного отмытого песка. Судя по варьированию мощности подушки - проводилось выравнивание поверхности. За годы эксплуатации мостовой накопился мощный (местами до 20 см) углистый слой.

Выше идет асфальтовая толща, состоящая из нескольких слоев асфальта. Но эта часть была снята ранее и поэтому нами исследована не была.

Таким образом, вскрытая толща содержит информацию, имеющую огромное историческое значение и дальнейшие исследования помогут более детально изучить историю города Иркутска и изменения, произошедшие с почвой за время ее захоронения техногенными отложениями.

Научный руководитель: Куклина С.Л. – старший преподаватель кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ.

УДК 631.47

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОЧВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

С.С. Вотин

Иркутский государственный университет, ultramagnit@mail.ru

Нефть – этот жидкий природный раствор, не обладающий строго определенным химическим составом. Она имеет большое число углеводородов разнообразного строения и высокомолекулярных смолисто-асфальтеновых веществ. Основные характеристики состава нефти, определяющие ее влияние на почвы и живые организмы, особенности трансформации в биосфере зависят от содержания в нефти легких фракции; циклических углеводородов; твердых парафинов; смол, асфальтенов; и серы. Наиболее токсичным компонентом нефти являются ароматические углеводороды [Государственный доклад ..., 2010]

Нефть существенно отличается от других загрязнителей по характеру воздействия на природные системы. Нефть всех месторождений мира отличает, с одной стороны, огромное разнообразие видов, с другой – единство ее состава и структуры, сходство по некоторым параметрам [Государственный доклад ..., 2010].

При оценки степени нефтезагрязнения используют методы: выделения углеводородов нефти из почв гексаном, оценка загрязнения почв методом ИК-спектроскопии, оценка уровня нефтяного загрязнения методом определения спектральной отражательной способности почв. Отбор проб проводится с глубины от 0 до 200 см. [Мусихина, Головнева, 2008]

Таким образом, существующие методы определения содержания нефти в почвах основаны на экстракции нефтезагрязненных почв органическими растворителями. Для массовых исследований, проводимых с целью контроля за окружающей средой и диагностики нефтяного загрязнения, желательно принять единый растворитель [Мусихина, Головнева, 2008].

В связи с постоянным увеличением площади земель, подвергающихся нефтяному загрязнению, необходимо получение оперативной информации для распознавания и определения уровня их загрязнения.

В публикациях Т.П. Славиной, М.И. Кахаткиной, Н.М. Исмаилова, Ю.И. Пиковского выделяются следующие наиболее общие этапы трансформации нефти: 1) физико-химическое и частично микробиологическое разрушение алифатических УВ; 2) микробиологическое разрушение низкомолекулярных структур разных классов, новообразование смолистых веществ; 3) трансформация высокомолекулярных соединений - смол, асфальтенов, полициклических УВ [Физические ..., 1994].

Попадание нефтяных углеводородов в почву также вызывает негативные последствия. В районах нефтедобычи и нефтепереработки наблюдается интенсивная трансформация морфологических и физико-химических свойств почв.

Во многих районах Иркутской области сложилась крайне неблагоприятная экологическая ситуация, которая с каждым годом ухудшается в результате загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами.

На ее территории расположено несколько крупных газоконденсатных нефтегазовых месторождений: Верхнемарковское, Дулиминская, Ковыктинское. К настоящему времени значительная часть магистральных трубопроводов на территории Иркутской области устарела. В среднем за год на каждые 3000 км магистральных трубопроводов приходится по одной аварии. В 1993 году на территории Заларинского района произошла такая авария. Также большой проблемой являются незаконные врезки в трубопровод. Из-за них произошла крупная авария возле Черемхово в 2012 году [Мусихина, Головнева, 2008; Трофимов и др., 2000].

Увеличение объемов добычи нефти и сети нефтепроводов на территории Иркутской области приводит к усилению техногенной нагрузки на все компоненты экосистемы, в том числе и на почвы.

Главным источником нефтяного загрязнения являются часто повторяющиеся аварии на нефтепроводах, связанные с их высоким уровнем изношенности (Усольский, Заларинский районы). В результате аварии на поверхность почвы вытекло ориентировочно 14 тонн нефти, разлив которой произошел вдоль русла реки Унга по правому берегу. Частично нефть была откачена, частично - пожжена. Критерием оценки уровня загрязнения почв нефтепродуктами является фоновое значение содержания нефтепродуктов для районов, не ведущих добычу нефти, - 40 млн-1 (по данным Росгидромета Максимальный уровень загрязнения почв обнаружен на правобережной территории перед заградительными дамбами в дельте реки Унга. Кумуляция НП здесь в 20 раз превзошла зарегистрированный в 1995 году уровень загрязнения и достигла 546 Ф.

В Заларинский район (пос. Тыреть), в границах первоначального растекания нефтяного пятна в районе аварии 1993 года загрязнение почв НП остается высоким, превышает фоновое в 81,2 раза в среднем. На пути миграции нефти по рельефу местности от места аварии к руслу реки Унга загрязнение почвы достигает 205 Ф и варьирует от 21 до 525 Ф.

Почвы Усольского района в основном представлены дерново-карбонатным типом, а Заларинского – серым лесным. В связи с большей техногенной нагрузкой более загрязненными являются почвы Усольского района, по сравнению с почвами Заларинского района.

В местах нефтезагрязнения происходят изменения как морфологических, так и физико-химических свойств почв. Степень повреждения зависит от продолжительности загрязнения, состава и концентрации компонентов нефти. Прежде всего, это сказывается на гумусовом горизонте: количество углерода в нем резко увеличивается (до 9-11 %), и битуминозные вещества значительно ухудшают свойства почвы как питательного субстрата для растений. Это приводит к потере плодородия почвы и, как следствие, к деградации почв в целом.

Обследования почв Заларинского района проводились в 1994., 1995, 1999, 2003 и 2007 годы, Усольского района – 29.10.2006 года.

На данный момент нет сведений о состоянии почв, подвергшихся нефтяному загрязнению исследуемых районов. Для продолжения мониторинговых работ и оценки содержания остаточных нефтепродуктов в почве необходимо новое обследование.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Иркутской области в 1999 году» / Под ред. Е.В. Кучменко. – Иркутск: Изд-во ОАО НПО «Облмашинформ», 2010. – 320 с.
2. Мусихина Е.А., Головнева Т.И. Мониторинг почв территории иркутской области // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 7. – С. 58-60.
3. Трофимов С.Я., Аммосова Я.М., Орлов Д.С. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы // Вестник Московского университета. – Почвоведение. – 2000. – № 2. – С. 30-34.
4. Физические и химические методы исследования почв: Сб. науч. тр. / Под. ред. А.Д.Воронина и Д.С.Орлова. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 152 с.

Научный руководитель: Гранина Н.И. – к.б.н., доцент, заведующая кафедрой почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ, директор Научно-исследовательского института биологии ИГУ.

ДИНАМИКА ПИЩЕВОГО РЕЖИМА МЕРЗЛОТНОЙ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ СО СМОРОДИНОЙ ЧЕРНОЙ**О.Г. Горохова**Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, olya.choma@mail.ru

Продовольственное обеспечение населения Республики Саха (Якутия), проживающего в жестких климатических условиях, является одной из острейших проблем. Пища здесь должна быть не только высококалорийной, но и разнообразной. Однако население часто испытывает недостаток овощей и плодово-ягодных продуктов, особенно в свежем виде [Гончаров и др., 2009]. В связи с необходимостью обеспечения качественного и сбалансированного питания северян, и в частности якутян, остро стоит проблема производства скоропортящихся ягод в местных условиях и разработки научных основ ягодоводства в мерзлотной области. Самой популярной и доступной ягодной культурой в Якутии является смородина черная. Растения смородины используют питательные вещества не только на создание урожая текущего года, но и на формирование будущего [Черткова, Готовцева, 2004]. За счет повышения агрофона и улучшения питания смородины черной возможно получение прибавки урожая на 20-50% [Волкова, 1988]. Но в то же время просто количественным увеличением удобрений этого достичь невозможно. Для эффективного расхода азота, фосфора и калия на создание, как урожая, так и биомассы куста в целом нужно сбалансированное минеральное питание.

Исследования проводились на территории плодово-ягодного участка Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН в условиях полевого опыта [Доспехов, 1979] с органическими и минеральными макро- и микроудобрениями на фоне орошения. Объект исследования – смородина черная сорта якутской селекции ЯНИИСХ Якутская (Альго). Опыты проводились в 2008-2010 годах по следующей схеме: 1. Контроль, без удобрений; 2. NPK; 3. NPK + перегной; 4. NPK + микроэлементы. Повторность опытов трехкратная. Возраст кустов всех исследуемых сортов 7-9 лет, все опыты проводились на мерзлотной лугово-черноземной почве.

При этом дозы минеральных удобрений составили кг/га: в 2008 г – $N_{90}P_{60}K_{60}$, в 2009 г – $N_{90}P_{15}K_{60}$, а в 2010 г – $N_{120}P_{60}K_{90}$. Комплексное микроудобрение вносилось в дозе: бор – 1,0; цинк – 20,0; медь – 5,0; кобальт – 1,0; марганец – 10,0; молибден – 1,0 кг/га. Перегной вносился в 2008 г из расчета дозы 60 т/га. В качестве минеральных удобрений использовали мочевины с содержанием N - 46%, аммофос – P_2O_5 - 52% и N - 12%, а также сульфат калия – K_2O - 53%. Микроэлементы применяли в виде следующих веществ: борной кислоты, хлорида цинка, медного купороса, сульфата кобальта, перманганата калия, молибдата аммония. Макроудобрения вносились вразброс, а микроудобрения в виде раствора на поверхность почвы. При этом расчетная площадь корневого питания одного куста смородины составляла $2,25\text{ м}^2$ ($1,5 \times 1,5\text{ м}$).

Нами была изучена динамика подвижных форм азота, фосфора и калия в мерзлотной лугово-черноземной почве на глубине 0-20 см в течение вегетационных периодов 2008-2010 гг. (табл. 1). В целом за годы наблюдений в течение вегетационного периода выявлено, что содержание подвижного азота, оцененное по градациям [Оценка плодородия..., 1987] являлось очень низким, а обеспеченность подвижными фосфатами по Гинзбург-Артамоновой характеризовалась как средняя и высокая [Агрохимические методы..., 1985], в то время как доступным калием по Масловой – как преимущественно низкая [Аринушкина, 1970].

В 2008 г содержание аммиачного азота в исследуемой почве во всех удобренных вариантах по сравнению с контролем повысилось (табл. 1), причем, в конце вегетационного периода концентрация его сократилась, что связано с выносом данного элемента из почвы в процессе его поглощения растениями. Так как в это время листья еще не опали, фотосинтез

идет активно и накапливаемые листом подвижные формы азота направляются на формирование устойчивости тканей смородины черной. В 2009 г содержание аммиачного азота на данном опытном участке также как и в прошлом году по сравнению с контролем повысилось. Причем, если в конце вегетационного периода 2008 г отмечалось, как правило, понижение концентрации данного элемента в почве, то в следующем году в начале вегетации наблюдалось повышение, что связано с внесением азотного удобрения. В это же время на удобренном варианте с внесением перегноя на фоне NPK было отмечено максимальное содержание аммиачного азота. В конце вегетационного периода 2009 г также наблюдалось понижение его концентрации почти во всех вариантах опыта. В 2010 г в целом содержание аммиачного азота в исследуемой почве было меньше чем в предыдущие годы. Максимальное значение (0,6 мг/100 г) отмечалось в середине вегетационного периода (июль) на удобренном варианте с внесением перегноя на фоне NPK. В целом в 2010 г среднее содержание аммиачного азота во всех вариантах опыта, включая и контрольный, было ниже, чем в предыдущие годы, что, по-нашему мнению, связано с повышенным выносом аммиачного азота из почвы с урожаем смородины черной.

Таблица 1

Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в почве (в слое 0-20 см)
опытного участка в вегетационные периоды 2008-2010 гг.

Вариант	2008	2009	2010
	Содержание аммиачного азота, мг/100 г почвы		
Контроль	<u>0,2 - 1,3</u> 0,8	<u>0,5 - 0,8</u> 0,6	<u>0,1 - 0,4</u> 0,3
NPK	<u>0,9 - 1,7</u> 1,2	<u>0,4 - 1,4</u> 0,9	<u>0,3 - 0,5</u> 0,4
NPK + перегной	<u>1,1 - 1,3</u> 1,2	<u>0,6 - 1,8</u> 1,2	<u>0,3 - 0,6</u> 0,4
NPK + микроэлементы	<u>1,1 - 1,3</u> 1,2	<u>0,7 - 1,5</u> 1,0	<u>0,3 - 0,5</u> 0,4
Содержание нитратного азота, мг/100 г почвы			
Контроль	<u>0,1 - 0,2</u> 0,2	<u>0,1 - 0,2</u> 0,1	<u>0,2 - 0,3</u> 0,2
NPK	<u>0,2 - 0,4</u> 0,3	<u>0,2 - 0,6</u> 0,4	<u>0,2 - 1,3</u> 0,4
NPK + перегной	<u>0,3 - 0,3</u> 0,3	<u>0,2 - 0,3</u> 0,2	<u>0,2 - 0,5</u> 0,4
NPK + микроэлементы	<u>0,3 - 0,3</u> 0,3	<u>0,2 - 0,6</u> 0,3	<u>0,2 - 0,7</u> 0,3
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г почвы			
Контроль	<u>27,2 - 30,9</u> 29,5	<u>22,0 - 23,8</u> 23,0	<u>25,0 - 29,5</u> 27,6
NPK	<u>37,1 - 40,6</u> 39,0	<u>26,6 - 28,1</u> 27,2	<u>30,5 - 33,4</u> 31,6
NPK + перегной	<u>36,1 - 43,3</u> 39,4	<u>25,4 - 27,4</u> 26,5	<u>25,4 - 32,6</u> 29,8
NPK + микроэлементы	<u>33,6 - 39,8</u> 37,9	<u>25,3 - 27,4</u> 26,6	<u>28,9 - 30,8</u> 30,5
Содержание подвижного калия, мг/100 г			
Контроль	<u>10,1 - 11,0</u> 10,5	<u>8,5 - 9,6</u> 9,0	<u>11,2 - 12,4</u> 11,3
NPK	<u>10,5 - 12,1</u> 11,4	<u>8,8 - 10,6</u> 9,8	<u>10,9 - 13,2</u> 11,6
NPK + перегной	<u>12,9 - 16,1</u> 13,9	<u>9,8 - 12,6</u> 10,8	<u>11,0 - 14,3</u> 12,8
NPK + микроэлементы	<u>10,1 - 12,0</u> 11,2	<u>9,1 - 11,3</u> 10,3	<u>9,6 - 13,9</u> 11,7

*Здесь и далее над чертой – пределы изменения, под чертой – среднее содержание.

Содержание нитратного азота в исследуемой почве в 2008 г было намного меньше, чем количество аммиачного азота. Причем, значения концентраций данного элемента лежат, как правило, в одних пределах. После внесения азотного удобрения в начале вегетации 2009 г содержание нитратов почти во всех удобренных вариантах опыта по сравнению с контролем незначительно повысилось. Максимальный вынос элемента наблюдался на удобренных вариантах NPK и был связан, видимо, с его накоплением в листьях смородины. В 2010 г после внесения азотного удобрения в начале вегетации содержание нитратного азота в исследуемой почве повысилось на всех вариантах опыта по сравнению с предыдущими годами, что связано с внесением повышенной дозы азотных удобрений.

В 2008 г содержание подвижного фосфора в данной почве опытного участка в начале вегетации было высоким, причем во всех удобренных вариантах опыта наблюдалось повышение его концентраций. И, как правило, в конце вегетационного периода отмечалось понижение содержания подвижного фосфора. В 2009 г содержание подвижного фосфора значительно уменьшилось по сравнению с прошлым годом, так как в этом году фосфорное удобрение в опыте вносилось в меньшем количестве (15 кг/га), ввиду высокого содержания подвижных фосфатов в исследуемой почве. Вероятно, это также может быть связано и с тем, что 2009 год был более влажный за счет обильной весенней влагозарядки, и подвижный фосфор частично выносился в нижележащие почвенные горизонты. В этом году во всех удобренных вариантах опыта также отмечалось повышение концентрации данного элемента по сравнению с контролем. В 2010 г концентрация подвижного фосфора в исследуемой почве повысилась на всех удобренных вариантах по сравнению с прошлым годом, что связано с внесением повышенной дозы (60 кг/га) фосфорного удобрения. Максимальное содержание данного элемента (33,4 мг/100 г) наблюдалось на удобренном варианте NPK.

Среднее содержание доступного калия в исследуемой почве в 2008 г повысилось во всех удобренных вариантах опыта по сравнению с контролем. При этом максимальное значение концентрации данного элемента отмечалось на удобренном варианте с внесением перегноя на фоне NPK. В 2009 г содержание подвижного калия в почве было ниже, чем в прошлом году, несмотря на внесение калийных удобрений. Видимо, это связано с накоплением аскорбиновой кислоты в ягодах смородины черной, а также с увеличением урожайности ягод смородины в этом году почти в двукратном размере, то есть с повышенным выносом данного элемента. В 2010 г после внесения повышенной дозы калийного удобрения в исследуемой почве опытного участка содержание подвижного калия повысилось во всех удобренных вариантах по сравнению с таковыми в прошлом году. Анализ динамики содержания подвижного калия показал аналогичную закономерность прошлых лет. Вынос доступного калия исследуемым сортом смородины черной на всех вариантах опыта, включая и контроль, был больше чем в предыдущие годы, что, вероятно, также связано с увеличением урожайности смородины в данном году.

Литература

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1985. – 496 с.
2. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
3. *Волкова Н.К.* Сад и ягодник. – Алма-Ата: Изд-во ЦК Компартии Казахстана, 1988. – 223 с.
4. *Гончаров П.Л., Гончарова А.В., Лихенко И.Е.* Растениеводство в условиях вечной мерзлоты // Сиб. вестник с.-х. науки. – 2009. – № 6. – С.17-22.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
6. Оценка плодородия мерзлотных почв земледельческих районов Якутии по содержанию гумуса и нитратного азота (рекомендации). – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987. – 8 с.
7. *Черткова М.А., Готовцева Л.П.* Плодово-ягодные культуры в Якутии. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние Якут. НИИСХ, 2004. – 160 с.

ОЦЕНКА ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ НА УЧАСТКАХ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ В КУЗБАССЕ

И.Н. Госсен, Д.А. Соколов

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, igor-gossen@yandex.ru

Как известно, отличительной особенностью почвообразовательного процесса, протекающего на отвалах вскрышных пород, является высокая пространственная изменчивость по содержанию углерода и других показателей химического состояния [Андроханов, Курачев, 2010]. В первую очередь, это объясняется высоким содержанием угля в слагающих отвалах породах и особенностями естественного возобновления растительности. В отечественной литературе исследованию процессов гумусообразования в почвах отвалов угольных разрезов уделяется немалое внимание. Оценка гумусового состояния почв проводилась для техногенных ландшафтов Дальнего Востока [Комачкова, Пуртова, 2012], Средней Сибири [Шугалей, Горбунова, 2006; Полохин, 2010], Западной Сибири [Гумусообразование ..., 1986; Фаткулин, 1988; Двуреченский, 2011] и Урала [Махонина, 2003]. Однако для большинства выполняемых работ в качестве объектов исследований выбирались участки с минимальным содержанием в почвах углистых частиц. Поэтому в настоящее время существуют только единичные исследования, посвященные выявлению специфики накопления педогенного углерода на "угольном фоне". Делались попытки оценить содержание гумуса с использованием тяжелых жидкостей [Фаткулин, 1988], окислительно-восстановительного фракционирования [Соколов, 2009], определения среднего содержания углерода по профилю [Семина, 2011] и седиментационного разделения [Соколов, 2012].

В данной работе делается попытка оценить гумусовое состояние почв сформированных на отвалах каменноугольных разрезов расположенных в лесостепной зоне Кузнецкой котловины (разрез Листвянский) и рекультивированных по различным технологиям. Рекультивация, проведенная более тридцати лет назад, выполнялась по двум направлениям - лесному, с посадками сосны, и сельскохозяйственному, с посевом многолетних трав. Кроме того рассматривались также участки естественного зарастания где рекультивационные мероприятия ограничивались только планировкой поверхности. Исследование процессов трансформации органических веществ в молодых почвах при различных технологиях рекультивации проводилось с учетом не только содержания углерода, определяемого методом И.В. Тюрина [1937]. Во внимание принималось также содержание общего азота, определяемое методом Кьельдаля [Агрохимические методы ..., 1965] и величина надземной фитомассы рассматриваемых участков.

Как отмечал в своих работах еще И.В. Тюрин [1937], для полноценного функционирования в почвах систем гумусовых веществ оптимальное соотношение между углеродом и азотом в корнеобитаемом слое должно быть 10:1. При этом, как известно, 98% азота почвы приходится на педогенное органическое вещество [Кононова, 1963]. В исследуемых эмбриоземах азот может содержаться как в гумусе, так и в углях. Причем в углях доля азота не превышает 4% по массе, т.е. соотношение C/N составляет более 25. Принимая во внимание то, что окисленные углистые частицы могут выполнять ряд функций гумуса [Соколов, 2012], можно с уверенностью пренебречь столь незначительным содержанием литогенного азота в почвах. Таким образом, опираясь на установленное И.В. Тюриным оптимальное соотношение углерода и азота, можно принять, что педогенная составляющая органического углерода в исследуемых почвах в 10 раз превышает содержание азота. Рассчитав таким способом содержание педогенной части углерода ($C_{\text{пед}}$) по разнице между содержанием общего органического углерода ($C_{\text{орг}}$), мы получаем и содержание литогенной составляющей органических веществ ($C_{\text{лит}}$). Предлагаемый способ

определения органических веществ позволяет нам косвенно определить содержание гумуса в почвах обогащенных углистыми частицами.

Проведенные исследования показали, что инициальный эмбриозем на участке естественного зарастания характеризуется минимальным содержанием педогенного углерода. Оценивая его распределение по профилю, необходимо отметить незначительное увеличение в верхнем 10-сантиметровом слое, в то время как ниже 20 см содержание $C_{\text{пед}}$ практически неизменно (рис. 1). Совершенно иная картина свойственна дифференциации литогенной составляющей систем органических веществ эмбриоземов. В верхней части профиля содержание $C_{\text{лит}}$ минимально, и не превышает 5%, а ниже существенно увеличивается. Анализируя распределение $C_{\text{орг}}$ необходимо отметить, что оно также увеличивается вниз по профилю.

Подобная дифференциация свидетельствует о том, что для инициального эмбриозема свойственно незначительное содержание углерода способного участвовать в биохимических процессах. Общую картину по $C_{\text{орг}}$ в почвенном профиле определяют углистые частицы, содержание которых увеличивается вниз по профилю. Это говорит о более активном преобразовании литогенных веществ в верхней части почвенного профиля. Однако закрепления продуктов такого преобразования в почвенном профиле посредством участия их в гумусообразовании не происходит, что в конечном счете характеризует низкую почвенно-экологическую эффективность применяемых на данном участке технологий рекультивации.

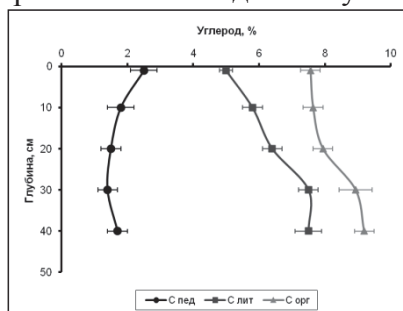


Рис. 1. Распределение педогенного и литогенного углерода в профиле инициального эмбриозема при естественном зарастании.

Анализируя распределение $C_{\text{пед}}$ и $C_{\text{лит}}$ в профилях органо-аккумулятивных эмбриоземов видно, что соотношение их значений резко отличается, если сравнивать различные технологии рекультивации (рис. 2). По нашему мнению такая зависимость обусловлена не спецификой распределения этих категорий, а содержанием в этих почвах азота и, в первую очередь, интенсивностью его потребления. Так для участков лесной рекультивации, где потребление азота минимально, содержание $C_{\text{пед}}$ вдвое превышает $C_{\text{лит}}$ (рис. 2в). На участках сельскохозяйственной рекультивации, для которых характерна наибольшая величина надземной фитомассы, а соответственно и больший вынос азота, содержание в верхней части профиля $C_{\text{пед}}$ практически вдвое ниже $C_{\text{лит}}$ (рис. 2б).

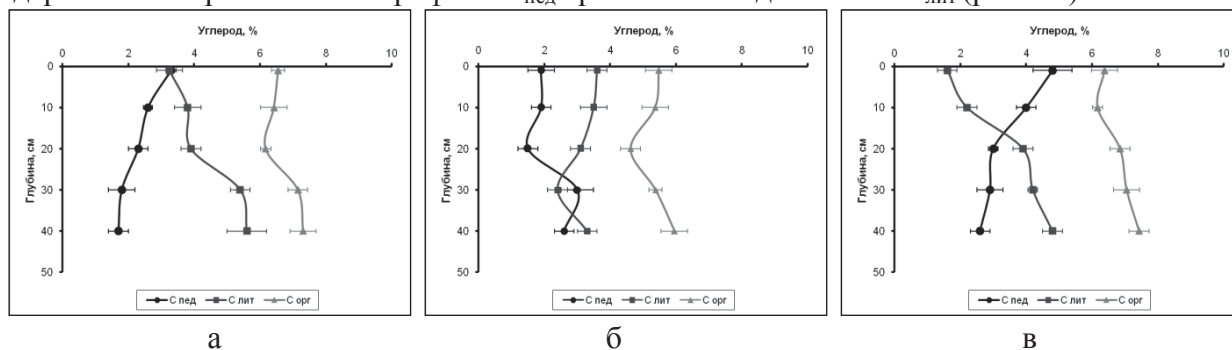


Рис. 2. Распределение педогенного и литогенного углерода в профиле органо-аккумулятивного эмбриозема на участках: а—естественного зарастания, б—сельскохозяйственной рекультивации, в— лесной рекультивации.

В данном случае об интенсивности процессов образования педогенного органического вещества можно судить только по увеличению содержания $C_{орг}$ в верхней части почвенного профиля (рис. 2а, б, в). Получается, что по мере развития фитоценоза происходит увеличение поступления органических веществ в субстрат отвала.

Проведенные исследования дифференциации $C_{пед}$ и $C_{лит}$ в профилях дерновых эмбриоземов на участках естественного зарастания и сельскохозяйственной рекультивации показывают, что соотношение этих значений, также как и в случае с предыдущим типом почв, отличаются при сравнении различных технологий рекультивации (рис. 3). Однако оба исследуемых объекта характеризуются большим содержанием $C_{пед}$ по сравнению с $C_{лит}$. Разница между их значениями наименьшая там, где наибольшая надземная фитомасса, в данном случае на участке естественного зарастания (рис. 3а).

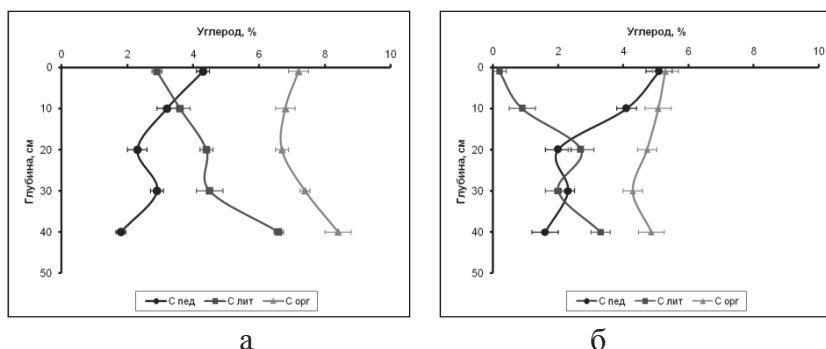


Рис. 3. Распределение педогенного и литогенного углерода в профиле дернового эмбриозема на участках: а–естественного зарастания, б– сельскохозяйственной рекультивации.

Как показывают графики, описывающие распределение $C_{пед}$ и $C_{лит}$ в профиле следующего типа эмбриозема, для гумусово-аккумулятивной стадии формирования почв характерно значительное преобладание педогенного органического вещества (рис. 4). Причем такое соотношение сохраняется при максимальной величине надземной фитомассы, что говорит о сбалансированности образовавшихся систем гумусовых веществ в рассматриваемом типе эмбриоземов.

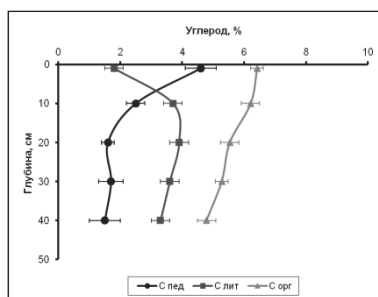


Рис. 4. Распределение педогенного и литогенного углерода в профиле гумусово-аккумулятивного эмбриозема на участках естественного зарастания.

Следует также обратить внимание на распределение $C_{орг}$. В данном случае мы видим схожий с зональными почвами профиль, характеризующийся постепенным уменьшением содержания углерода по профилю. При этом важно отметить, что кривая отражающая дифференциацию органического вещества, не имеет переломов в средней части профиля, как в ранее рассмотренных примерах. Это говорит о том, что на данной стадии происходит некоторая стабилизация процессов гумификации и минерализации.

Таким образом, необходимо подчеркнуть, что материал отвалов исследуемых участков обогащен углеродом. Причем наибольшее количество $C_{орг}$ приходится на углеродистые частицы. Поэтому использование $C_{орг}$ для оценки почвенно-экологического состояния участков рекультивации неправомерно, так как углеродистые вещества каменных углей и других

пород практически не участвуют в формировании сорбционных свойств и плодородия исследуемых почв. Об этом свидетельствуют различные отношения $C_{\text{пед}}$ и $C_{\text{лит}}$, которое показывает степень преобразованности литогенного органического вещества, а также их азотонасыщенность.

Некоторые особенности трансформации органических веществ в почвах отвалов каменноугольных разрезов может охарактеризовать распределение по профилю азотсодержащих органических веществ или $C_{\text{пед}}$. Эти показатели можно считать весьма достоверными, особенно на участках, представленных инициальными эмбриоземами, где потребление азота растениями минимально, или гумусово-аккумулятивными эмбриоземами, где азот прочно связан с органической частью почвы.

Проведенные исследования по определению содержания углерода в исследуемых почвах показывают, что в ряду исследуемых объектов наилучшим почвенно-экологическим состоянием характеризуются гумусово-аккумулятивные эмбриоземы, сформировавшиеся при естественном зарастании.

Литература

1. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
2. Комачкова И.В., Пуртова Л.Н. Гумусное состояние и энергозапасы почв техногенных ландшафтов юга Приморья // Вестник ТГУ. Биология. – 2012. – № 3. – С. 7-17.
3. Шугалей Л.С., Горбунова Ю.В. Формирование гумусовой системы инициальных почв техногенных ландшафтов под культурами сосны // Вестник КрасГАУ. – 2006. – № 5. – С. 79-86.
4. Полохин О.В. Гумусное состояние молодых почв техногенных ландшафтов // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 10. – С. 40-44.
5. Гумусообразование в техногенных экосистемах. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. – 165 с.
6. Фаткулин Ф.А. Органическое вещество молодых почв техногенных экосистем Кузбасса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск: 1988. – 17 с.
7. Двуреченский В.Г. Особенности содержания гумуса в эмбриоземах техногенных ландшафтов и в зональной почве лесостепной зоны Кузбасса // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 5. – С. 471-477.
8. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2003. – 356 с.
9. Соколов Д.А. Окислительно-восстановительные процессы в почвах техногенных ландшафтов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск: 2009. – 17 с.
10. Семина И.С. Оценка и рациональное использование природных ресурсов для рекультивации почв в горно-таежной зоне Кузбасса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск: 2011. – 19 с.
11. Соколов Д.А. Специфика определения органических веществ педогенной природы в почвах техногенных ландшафтов Кузбасса // Вестник ТГУ. Биология. – 2012. – № 2 (18). – С. 17-25.
12. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии. Учение о почвенном гумусе. – М.: Сельхозгиз, 1937. – 287 с.
15. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 436 с.
16. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314 с.

ПОЧВЫ ПАРКОВ ФРУНЗЕНСКОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА***Е.В. Гостинцева***

Санкт-Петербургский государственный университет, wolf-cub2@yandex.ru

Одной из главных проблем современности является урбанизация, которая приводит к интенсивному воздействию на окружающую среду, причем как внутри мегаполиса, так и обширных пространств вокруг него. Деградация почвенного покрова в городе идет по нескольким направлениям: загрязнение бытовым и строительным мусором, химическое загрязнение за счет промышленных и транспортных выбросов, а также отчуждение почв под строительство зданий и прокладку коммуникаций, в результате чего почвенный профиль бывает срезан или погребен под толщей техногенных отложений или твердыми дорожными покрытиями.

Для исследований был выбран Фрунзенский район города, как один из самых больших, молодых и перспективных. Он расположен на юго-востоке Санкт-Петербурга.

По площади территории, равной 3,7 тыс. га, он занимает четвертое место после наиболее крупных территорий Санкт-Петербурга. Фрунзенский район, как административно-территориальная единица города, считается наиболее густонаселенной, здесь проживает около 393 тыс. человек. К началу 20 столетия территория района представляла собой сельскую местность. В начале 30-х годов 20 века здесь был создан совхоз «Ударник». Главными видами деятельности совхоза были выращивание овощей и фруктов. В 1960-е годы южная часть Фрунзенского района стала массово застраиваться жильем и, спустя 20 лет, эта территория превратилась в огромный жилой массив.

Для проведения исследований на территории Фрунзенского района были выбраны четыре парка: Воронежский сад, Сквер третьего квартала, Яблоневый сад и Парк Интернационалистов в центральной части района.

Изученные почвы в основном представлены урбостратоземами на погребённой нативной почве или подстилаемыми ленточными глинами. Обнаружены погребённые и стратифицированные дерново-элювиально-метаморфические почвы, в частности, в парке Интернационалистов, имеющие следы агротехнической обработки. Вдоль старого русла реки встречаются почвы с естественным профилем (дерново-элювиально-метаморфические и перегнойно-глеевые почвы).

Практически все почвы обладают нейтральной или слабощелочной средой, высоким содержанием фосфора, низким и средним содержанием калия, высоким содержанием органического углерода в верхних и погребённых горизонтах. Почвы в основном средне и тяжелосуглинистые, в сквере 3 квартала – глинистые.

Естественный радиационный фон почв на территории парков не превышен, и составляет от 0,10 до 0,20 мкЗв/час. Тест на фитотоксичность в выборочных образцах не показал угнетения роста кресс-салата по сравнению с контролем.

По содержанию тяжёлых металлов экологическое состояние почв неудовлетворительное. Преобладающий загрязнитель – цинк и, реже, свинец, которые накапливаются в средней части почвенного профиля. Суммарное загрязнение тяжёлыми металлами (по формуле Ю.Е. Саета, 1992 г) в верхних горизонтах (до 20-30 см) оценивается как умеренно опасное (Z_c 16-32), ниже показатель суммарного загрязнения достигает 122.

Необходимы меры для уменьшения опасности воздействия тяжёлых металлов: добавление органических удобрений, для связывания их в неподвижные формы; на некоторых участках замена верхнего слоя почвы. На некоторых участках сквера 3 квартала необходимо рыхление почвы. Рекомендуются внесение калийных удобрений, особенно в парке Интернационалистов.

Научный руководитель: Матинян Н.Н. – д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения и экологии почв биолого-почвенного факультета СПбГУ.

МОНИТОРИНГ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Ю. Гребенищikov¹, А.Ю. Пузырева²

¹Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория

²Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, anna18_01@bk.ru

На сегодняшний день в современном мире нет такой области хозяйственной деятельности человека, где бы нефть и нефтепродукты не использовались. Из нефти получают несколько тысяч различных продуктов: топлива (бензины, керосины, дизельные, котельные топлива и др.), нефтяные масла, парафины, вазелины, нефтяные битумы, растворители и мн. др.

Главные потенциальные источники загрязнения природной среды нефти и нефтепродуктов - это нефтепромыслы, нефтепроводы, нефтеперерабатывающие предприятия, нефтехранилища, наземный и водный транспорт, перевозящий нефтепродукты.

С позиции экологии актуальное и практическое значение представляет собой импактные загрязнения природной среды нефтью и нефтепродуктами. Такие загрязнения, имеющие, как правило, конкретный источник, создают значительную единовременную нагрузку на почву, воду, биологические объекты, нанося большой ущерб природной среде. Импактные загрязнения - основной объект контроля. Наиболее распространенный и менее всего управляемый импактный источник - нефтепроводы, по которым перекачивается сырая и товарная нефть, а также различные жидкие нефтепродукты. Нефтепроводы густой сетью располагаются в нефтедобывающих районах, их нитки протягиваются через всю страну, пересекая реки, каналы, горные хребты. Нередки и аварии нефтепроводов. Масштабное загрязнение и ежегодное расширение его площадей приводит к необходимости проведения нефтеэкологического мониторинга как основы для выяснения нефтеэкологической ситуации в регионе и выработки мероприятий по предупреждению и ликвидации нефтяного загрязнения. Задачами нефтеэкологического мониторинга, как и любого другого, являются:

- констатация степени загрязненности природных экосистем;
- управленческие функции по предупреждению и снижению антропогенной нагрузки с проведением соответствующих мероприятий;
- прогноз негативных последствий нефтяного загрязнения почвенных экосистем.

Проведение нефтеэкологического мониторинга позволяет получить фактический материал для:

- составления нефтеэкологических карт различного масштаба и назначения;
- создания банка данных по загрязнению конкретного региона;
- разработки кадастра нефтезагрязненных земель;
- решения различных управленческих задач [1, 2].

Построение нефтеэкологических карт с указанием источников и уровня загрязнения позволит наглядно представить нефтеэкологическую ситуацию на территории региона.

Загрязнение почвы нефтепродуктами, согласно существующих методик [3-6] оценивается по содержанию углеводородов (алифатических, алициклических, ароматических) составляющих, главную и наиболее характерную часть нефти и нефтепродуктов. Согласно СанПиН 2.1.7.12-87-03 [7] содержание нефти и нефтепродуктов входит в перечень обязательных показателей оценки санитарного состояния почв.

Степень загрязнения почвы оценивается на основании системы предельно допустимых концентраций (ПДК), отражающих относительно безопасное содержание тех или иных химических веществ в почве. Однако в настоящее время в России и в странах Европы ПДК (ОДК) нефтепродуктов в почве не установлено. Согласно ПНД Ф 16.1:2.21-98 [5] массовая доля нефтепродуктов в незагрязненных почвах не должно превышать 100 мг/кг.

Ярким примером импактного загрязнения является разлив нефти 7 марта 1993 г. на нефтепроводе «Красноярск – Иркутск» в Заларинском районе Иркутской области возле п. Тыреть. Момент аварии не был своевременно зафиксирован, в связи с чем в окружающую среду излилось около 25 000 кубических метров нефти на территории приблизительно 33 га. В результате принятых мер было собрано и закачено обратно в нефтепровод 19900 кубометров нефти. Безвозвратная потеря нефти составила 4234 тонн, которая была подвергнута сжиганию. Авария на нефтепроводе привела к значительному загрязнению почвы и подземных вод. Обследования проводились в 1994,1995,1999,2003 и 2007 гг .

В 2007 году со стороны Транснефти мероприятия по восстановлению были завершены.

Однако мониторинг продолжают вести, так как результаты исследований прошлых лет свидетельствовали о серьезном локальном загрязнении земельного участка.

По результатам ФГУ ЦАС «Иркутский» в 2010 году, выявлено, что число случаев превышения концентрации нефтепродуктов в почвах фонового уровня наблюдается в 88% проб, пятикратного уровня фонового значения - в 56 % и уровня 10 фонового в 44 %. За фоновый образец принято считать незагрязненный участок, содержание вещества в почве которого, соответствует ее природному составу.

В 2011 году из 13 объединенных образцов, отобранных с глубины 0-25 см загрязнение было установлено в 9 образцах, содержание нефтепродуктов в них более 1000 мг/кг. Следует отметить, что дополнительно было отобрано 6 объединенных проб с глубины 0-50 и 50- 100 см, и большая часть была также загрязнена нефтепродуктами, что говорит о миграции загрязнителя.

В июле 2012 года для отбора и исследования почвенных образцов привлекались специалисты ФГБУ «Иркутская МВЛ». Было отобрано 50 проб в 2-х кратной повторности, в том числе 2 фоновых.

Почвенные образцы отбирались с глубины 0-30, 30-55 см.

Таблица

Варьирование содержания нефтепродуктов в почве в 2012 году по данным ФГБУ «Иркутская МВЛ»

	Содержание нефтепродуктов , мг/кг
Среднеарифметическое значение	
0-30 см	22 124
30-55 см	41 116
Фоновое значение	
0-30 см	32,56
30-55 см	37,73
Максимально значение	
0-30 см	102 450
30-55 см	476 250
Минимальное значение	
0-30 см	102,5
30-55 см	67,5

Как отмечалось ранее ПДК и ОДК на нефтепродукты (за исключением бензина) в почвах не утверждены, в том числе не разработаны они и на региональном уровне, поэтому оценку загрязнения согласно законодательства ведут по-разному.

По мнению экспертов ФГБУ «Иркутская МВЛ» согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно- эпидемиологические требования к качеству почвы» [7] загрязненными участками приняты те точки, где отмечено существенное превышение фоновых значений. Максимальное содержание в загрязненных участках составило – на глубине 0-30 см-102 450, мг/кг,30-55см - 476 250 мг/кг, что опять же свидетельствует о том, что происходит миграция нефтепродуктов в низлежайшие горизонты, которое продолжается в настоящее

время. Среднеарифметическое значение на глубине 0-30 см составляет 22124 мг/кг, 30-35 см - 41116, что выше фонового значения в 670 - 1082 раза соответственно.

В связи с тем, что загрязнение нефтепродуктами на территории РФ в том числе и в Сибирском регионе отсутствие утвержденного норматива содержания углеводородов в почве создает трудности при определении степени загрязнения земель. Отсутствие ПДК нефтепродуктов в почве не позволяет дать однозначную правовую оценку и рассчитать размер вреда, причиненного почвам, в результате противоправного действия третьих лиц на почвах [11,12] .

Дополнительно проводились исследование почвенных образцов на содержание бенз(а)пирена, который образуется при сгорании топлива. Как говорилось ранее, на участках подвергшихся загрязнению, проведено сжигание. Бенз(а)пирен является наиболее типичным химическим канцерогеном окружающей среды, он опасен для человека даже при малой концентрации, поскольку обладает свойством биоаккумуляции. Будучи химически сравнительно устойчивым, бенз(а)пирен может долго мигрировать из одних объектов в другие. В результате многие объекты и процессы окружающей среды, сами не обладающие способностью синтезировать бенз(а)пирен, становятся его вторичными источниками. Бенз(а)пирен оказывает также мутагенное действие. В 17 пробах обнаружено превышение ПДК бенз(а)пирена от 2,3-21 раза. ПДК согласно ГН 2.1.7.2041-06 составляет 0,02 мг/кг.

В решении экологических проблем земель сельскохозяйственного назначения значительная роль принадлежит мониторингу, осуществляемого разными методами. Мониторинг необходим для разработки оптимальной стратегии природопользования.

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации. N 136-ФЗ , статья 67 от 25 октября 2001 г.
2. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды // Известия АН СССР. – Сер. геол. – № 3. – 1975. – С.13-25.
3. ПНД Ф 16.1.41-04 Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом. – М., 2004 г.
4. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК- спектрометрии, 1998 г.
5. ПНД Ф 16.1:2.21-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». – М., 2007 г.
6. РД 52.18.575-96 Определение валового содержания нефтепродуктов в пробах почв методом ИК – спектрометрии. – М.,1996 г.
7. "Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. СанПиН 2.1.7.1287-03", утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 16 апреля 2003 года, с 15 июня 2003 г.
8. РД 39-0147098-015-90 Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Мин. – Нефтепрома. – М., 1990.
9. РД 39-00147105-006-97 Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов, утв. С 1 июля 1997 г.
10. "Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель" от 27 марта 1995 г. N 3-15/582.
11. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам, как объекту охраны окружающей среды (утв. Приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г. № 238).
12. Методические рекомендации исчисления размера вреда, причиненного почвам, в результате нарушения законодательства в области охраны окружающей среды и природопользования на территории Иркутской области, ИрГСХА.

ОБМЕННЫЕ КАТИОНЫ В ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

А.М. Гумарова, М.С. Ларина

Астраханский государственный университет, yakovleva_lyudmi@mail.ru

Ионообменные процессы, протекающие между почвенным поглощающим комплексом (ППК) и почвенным раствором, играют важную роль в почвообразовании, формировании физических и химических свойств почв [Пинский, 1997].

Установившееся в процессе развития ландшафтов равновесие обменных оснований в ППК характеризует почвы по степени выраженности процессов осолонцевания – рассолонцевания, дает представление об истории изменений данных ландшафтов, позволяет прогнозировать ход дальнейшей эволюции почвенного покрова.

В почвах аридных регионов среди обменных катионов преобладают Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^{+} , соотношение которых в ППК определяется содержанием и составом легкорастворимых солей. В связи с двухэтапным зарегулированием стока Волги, обвалованием территорий произошли резкие изменения гидрологического режима на значительных площадях [Бобков, 1963; Попов, 1964; Карпачевский и др, 2008; Аветян, 2002], особенно в окраинных районах дельты. Это привело к изменениям хода обменных процессов в засоленных почвах и соотношения обменных катионов в почвенном поглощающем комплексе. Возросшая антропогенная нагрузка обуславливает актуальность и необходимость детального изучения обменных процессов в почвах данной территории, т.к. состав обменных катионов наряду с содержанием гумуса влияет на плодородие почв.

Цель исследования - изучение состава почвенного поглощающего комплекса и закономерностей катионного обмена с участием Ca^{2+} , Na^{+} , Mg^{2+} и K^{+} в почвах центральной части дельты р. Волги.

Объектом исследования был выбран антропогенно измененный ландшафт дельты Волги, расположенный в 6 км на юг от с.Маячное Икрянинского района Астраханской области. Ландшафт представляет собой околобугровое пространство, пересеченное водогонами и центральным дренажным каналом. Данная территория не используется в сельском хозяйстве на протяжении последних 15 лет. В работе использовался метод равномерной сетки с шагом 10 м. Пробы отбирались с поверхности, глубины 10 и 20 см в узлах сетки с шагом 20 м (рис. 1).

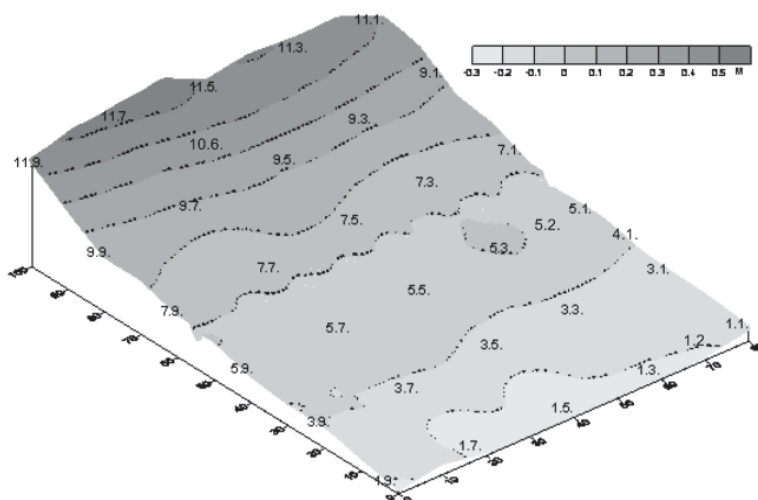


Рис. 1. Схема расположения прикопок в исследуемом ландшафте.

Почвенный покров исследуемого ландшафта составляют бурые аридные почвы, приуроченные непосредственно к вершине и склону бугра. Территории, расположенные у основания бэровского бугра соответствуют аллювиальным почвам различной степени засоления. Характерное для данного типа почв сезонное затопление паводковыми водами отсутствует, поскольку данные территории были подвержены обваловке.

Состав обменных катионов определяли по методу Пфеффера в модификации Молодцова и Игнатовой [Молодцов, Игнатова, 1975].

В ходе исследования было установлено, что на территории, подверженной антропогенному влиянию, в составе обменных катионов преобладающим является обменный натрий, содержание которого варьирует в пределах от 10,30 до 41,91 ммоль/100г почвы, в отдельных случаях достигает 45,13 ммоль/100г почвы, что составляет 80% от ЕКО.

В исследуемых почвах антропогенного ландшафта в центральной части дельты Волги выявлена корреляционная зависимость между внедрением натрия в почвенный поглощающий комплекс и с его содержанием в водной вытяжке. Так, для почв исследуемого ландшафта установлена прямая корреляция натрия почвенного раствора и натрия ППК (рис.2). Для почв основания бугра коэффициент корреляции равен 0,95. В ПР 10.6. коэффициент корреляции составляет 0,84, в почвах у дренажного канала $R=0,84$, для почв бывших рисовых чеков и центральной части исследуемого ландшафта коэффициент корреляции составляет 0,83.

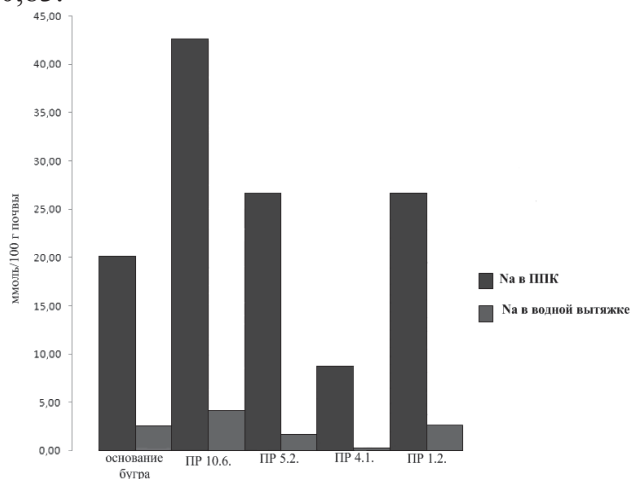


Рис. 2. Соотношение содержания Na^+ в водной вытяжке и в ППК исследуемых почв

Для почв вершины бугра эта зависимость отсутствует ($R=0,32$) (рис.3).

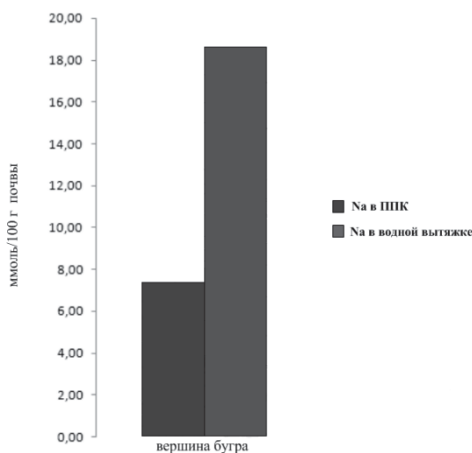


Рис.3. Соотношение содержания Na^+ в водной вытяжке и в ППК почвенного разреза, заложенного на вершине бугра.

Значительное содержание натрия говорит о развитых процессах осолонцевания. Процесс накопления натрия объясняется, главным образом, обменным замещением кальция

на натрий. Поскольку данная территория была подвержена обвалованию, это способствовало прекращению поступления кальциевых паводковых вод, что в конечном итоге привело к остепнению и проявлению солонцовых процессов в почве.

У подножия бугра содержание обменного кальция распределено равномерно и варьирует в пределах от 5,44 до 3,52 ммоль/100г почвы. На территории непосредственно подверженной антропогенному воздействию отмечается общая тенденция уменьшения содержания кальция с глубиной. Возможно, уменьшение содержания обменного кальция связано с наличием солонцового горизонта на глубине 20 см. Максимальное содержание кальция отмечается непосредственно у дрены в слое 0-10 см и составляет 9,6 ммоль/100г почвы.

На вершине и у подножия бугра содержание обменного магния распределено равномерно и изменяется в пределах от 6,40 до 3,84 ммоль/100г почвы. На территории подверженной обваловке содержание обменного магния с глубиной увеличивается, наибольшие значения содержания магния отмечаются на глубине 40-60 см (до 13,76 ммоль/100г почвы).

Взросшая антропогенная нагрузка обуславливает актуальность и необходимость детального изучения обменных процессов в почвах данной территории, т.к. состав обменных катионов наряду с содержанием гумуса влияет на плодородие почв.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- Процессы осолонцевания – рассолонцевания почв исследуемого бугрового ландшафта определяются составом почвенных растворов, который зависит от наличия в толще бугров солей морского генезиса, капиллярной проводимостью почв и мезорельефом;
- Обменные катионы в почвах антропогенного ландшафта центральной части дельты р. Волги представлены ионами кальция, магния, натрия, их содержание от суммы обменных катионов составляет от 2,85 % до 65,24%;
- Для почв околобугрового пространства установлена прямая корреляция между содержаниями ионов натрия в почвенном растворе и в почвенном поглощающем комплексе ($R=0,95$). Для почв вершины бэровского бугра подобная зависимость отсутствует ($R=0,32$), что связано с особенностями мезорельефа исследуемых ландшафтов.

Литература

1. Аветян С.А. Оценка изменений морфологических свойств аллювиальных почв равнинных территорий Европы вследствие зарегулирования речного стока при гидротехническом строительстве // Вестник московского университета. – Серия 17. Почвоведение. – 2002. – № 3. – С. 3-6.
2. Бобков В.П. О солонцовых процессах в почвах Волго-Ахтубинской поймы // Почвоведение. – 1963. – № 8. – С. 80-89.
3. Карпачевский Л. О., Яковлева Л. В., Федотова А. В. Засоление почв бугра Бэра в дельте реки Волга // Почвоведение. – 2008. – № 2. – С. 153-157.
4. Молодцов В.А., Игнатова В.П. Об определении состава обменных оснований в засоленных почвах // Почвоведение. – 1975. – № 6. – С. 123-127.
5. Пинский Д.Л. Ионнообменные процессы в почвах. – Пушино: Институт почвоведения и фотосинтеза РАН, 1997. – 65 с.
6. Попов А.А. О солевом режиме почв Волго-Ахтубинской поймы в связи с зарегулированием стока р. Волги Волгоградским водохранилищем // Почвоведение. – 1964 – № 5. – С. 57-68.

Научный руководитель: Яковлева Л.В. – д.б.н., профессор кафедры ботаники, почвоведения и биологии экосистем АГУ.

СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ПОЧВОГРУНТОВ НА БАЗЕ ОТХОДОВ ЦБК**Ю.А. Дамбинов**

Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Dambinov19@mail.ru

Байкальский Целлюлозно-Бумажный Комбинат (БЦБК) существует с 1971 года. За 40 лет работы он накопил огромное количество отходов, которые складированы на полигонах в близости от озера Байкал. Шламонакопители и золоотстойники БЦБК занимают площадь 350 га, из них непосредственно карты 123 га. В них накоплено 6.2 млн. м³ шлам-лигнина (карты №1-7,9,10) и 2.6 млн. т золы (карты 11-14).

Как правило, площади, занимаемые картами-накопителями, лишены плодородного слоя, и формирование последнего естественным путем представляет собой длительный процесс, измеряемый десятилетиями. Использование традиционных способов биологической рекультивации путем покрытия поверхности плодородным почвенным слоем или потенциально плодородными породами требует значительных затрат. Поэтому особое значение приобретают исследования, направленные на разработку экономически целесообразных способов восстановления биологической продуктивности нарушенных площадей, исключающих выполнение этих трудоемких операций. Для восстановления одного гектара полигона по стандартной методике требуется около 5000 м³ глины и 3000 м³ плодородной почвы. Восстановление одного гектара лигнинохранилища по этой методике влечет разрушение одного гектара пахотных земель и создание карьера для отбора глины.

Для рекультивации отстойников нами было предложено смешивание золы со шлам-лигнином. Это приводит к выделению свободной воды. Одновременно оксиды железа из золы связывают серу из серосодержащих газов в сульфид FeS₂. В результате исчезает неприятный запах и сера исключается из системы, связываясь в пирит, нейтральное и нетоксичное соединение.

Было проведено биотестирование отходов БЦБК. Фитотоксичность отходов БЦБК и субстратов, приготовленных из них, оценивали методом проростков, который позволяет получить интегральную токсикологическую характеристику исследуемых объектов независимо от состава загрязняющих веществ.

Полиэтиленовые сосуды объемом 0.5 л на две трети заполняли отходами или субстратом, приготовленным из отходов БЦБК с исходной влажностью. Варианты опыта с отходами БЦБК: Л – лигнин; З – зола ТЭЦ; К – кора; Л+З – лигнин; зола ТЭЦ; З+К – зола ТЭЦ, кора; З+Л+К – зола ТЭЦ, лигнин, кора. Образцы отходов смешивали в соотношении 1:1 (по объему). Эксперимент проводили в шести повторностях. При этом по три сосуда каждого варианта обрабатывали перед посевом комплексным микробиологическим препаратом «Байкал-ЭМ1». В качестве биотеста использовали семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.), которые отличаются чувствительностью к наличию фитотоксических веществ, быстрым ростом и почти 100%-ным прорастанием. В ходе опыта фиксировали всхожесть семян, длину стеблей, корней проростков и биомассу растений.

Эксперимент по влиянию отходов и смесей из них на всхожесть семян и биомассу кресс-салата в сосудах емкостью 0.1 л включал те же варианты, половина из которых также обрабатывалась препаратом «Байкал-ЭМ1». Через сутки после обработки семена кресс-салата по 20 штук для каждого варианта раскладывали на фильтровальную бумагу, помещенную на поверхность испытуемых образцов, доведенных дистиллированной водой до состояния сырой массы. В этом случае характер развития проростков обусловлен в основном водорастворимыми компонентами исследуемых отходов и смесей из них. В качестве контроля использовали фильтровальную бумагу, смоченную дистиллированной водой и водой с добавлением «Байкал-ЭМ1».

В следующем эксперименте в сосуды емкостью 0.1 л помещали образцы лигнина БЦБК с одинаковыми влажностью и зернистой структурой. Для удаления избытка воды образец

лигнина БЦБК выдерживали в сушильном шкафу при температуре 30°C в течение 15 часов. Подсушенную массу протирали через сито 0.5 см и получали увлажненный субстрат мелкозернистой структуры. Семена кресс-салата, по 15 штук в каждый сосуд, раскладывали на поверхность испытуемых субстратов. Наблюдения за развитием растений проводили в течение пяти дней. В качестве контроля использовали фильтровальную бумагу, смоченную дистиллированной водой. Все эксперименты проводили в условиях лаборатории при комнатной температуре и естественном освещении.

В первом эксперименте самые неблагоприятные условия для прорастания семян кресс-салата наблюдались в образцах с Л, Л+З, З+Л+К, где появились всего один-два ростка, в то время как в сосудах с З+К – от 4 до 9 – уже в первый день после посева. По воздействию на энергию прорастания семян образцы тестируемых субстратов расположились в следующий ряд: З+К > З > К > З+Л+К > Л+З = Л. В вариантах опыта, обработанных «Байкал-ЭМ1», отмечено увеличение проросших семян в сосуде с корой БЦБК и в четвертый день наблюдений – в сосуде с З+Л+К. Наибольшее количество проростков с первого до седьмого дня наблюдалось в сосудах с золой ТЭЦ БЦБК, смешанной с корой и корой из отвалов БЦБК, обработанной препаратом «БАЙКАЛ-ЭМ1». Соответственно, самые короткие корни, стебли и минимальная биомасса (0,03 г) кресс-салата отмечены в образцах Л, Л+З, З+Л+К. Оптимальные условия для развития проростков наблюдались в вариантах З+К.

При аналогичных работах по рекультивации отвалов Селенгинского ЦБК в качестве замены почвенной органики были использованы такие компоненты как отходы птицефабрики и деревообрабатывающего комбината. В данном случае ситуацию усложняет отсутствие поблизости таких предприятий, в связи с чем будет использоваться почвенный микробиологический препарат «Байкал-ЭМ1».

Научный руководитель: Сутурин А.Н. – к.г.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии ЛИН СО РАН.

СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННОГО В СРАВНЕНИИ С ЦЕЛИННЫМ

Т.А.Дерюга

Новосибирский государственный аграрный университет, deryugatanya@mail.ru

В Новосибирской области более половины всей площади пашни занимают черноземные почвы [Ковалев, 1966]. Современное земледелие требует постоянного контроля состояния почвенного плодородия, в частности содержания гумуса и его изменений в результате сельскохозяйственного использования. Проблема сохранения гумуса в условиях возрастающей антропогенной нагрузки стала одной из наиболее актуальных [Батудаев и др., 2007].

Цель данной работы – сравнить и дать агроэкологическую оценку изменению свойств чернозема выщелоченного под влиянием многолетнего земледельческого использования в сравнении с целинным аналогом.

В задачи исследований входило – оценка содержания гумуса, обменных катионов и их влияние на агрегатный состав и водопрочность агрегатов чернозема выщелоченного при различной антропогенной нагрузке.

Объект исследования – чернозем выщелоченный среднемощный опытного поля НГАУ, которое расположено в лесостепной дренированной зоне Западно-Сибирской провинции Приобском районе выщелоченных черноземов.

Почвенные разрезы, расположены в идентичных условиях почвообразования, находятся друг от друга на расстоянии 300 – 500 м. Образцы отбирали по генетическим горизонтам, для определения структурного состояния – с глубины 0...20, 20...40 см и исследовали их по общепринятым методикам: определение структуры почвы и водопрочность почвенных агрегатов по методу Н. И. Саввинова, содержание гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова, обменных катионов кальция и магния комплексометрическим (трилонометрическим) методом, pH – потенциометрическим [Сиухина, 2009].

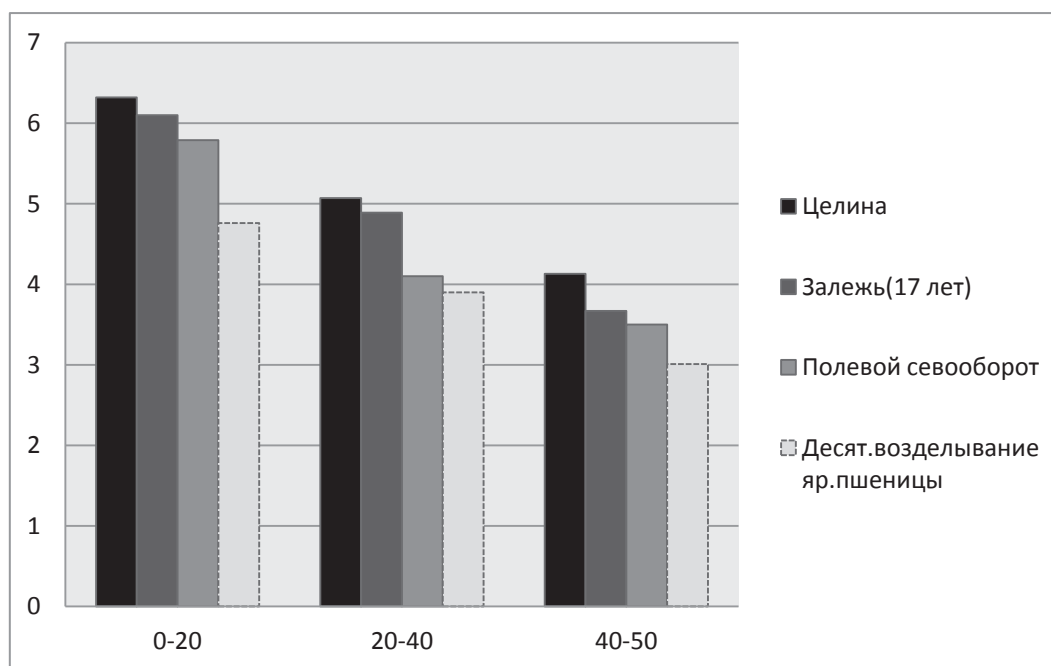


Рисунок. Содержание гумуса в черноземе выщелоченном

Одним из главных критериев оценки почвенного плодородия является содержания в почвах органического вещества, которое в последнее время рассматривается с точки зрения экологической устойчивости почвы как компонента агроландшафта [Кленов, 2000].

Результаты исследований (рисунок) показали заметное уменьшение содержания гумуса в пахотных вариантах в сравнении с целинным, что свидетельствует о деградиационном характере развития при длительном сельскохозяйственном использовании почв. Потери варьируют в зависимости от характера антропогенной нагрузки. Наиболее значимые потери (24,7 %) отмечены в варианте десятилетнего возделывания монокультуры яровой пшеницы. Высокие темпы снижения гумуса отмечены по всему гумусовому профилю. Уменьшение его запасов обусловлено усилением минерализации органических соединений в результате ежегодной вспашки и снижением поступления органического вещества в неудобренные почвы. Несколько меньше снижение гумуса было в полевом севообороте, пахотный слой потерял 13,13 % гумуса. В залежном варианте вся биомасса разнотравной ассоциации в течении 18 лет возвращается в почву с наземным и корневым опадом, что характеризует увеличение содержания гумуса. На всех исследуемых вариантах реакция почвенного раствора близка к нейтральной и благоприятна для большинства сельскохозяйственных культур.

Изменение количества гумуса оказало заметное влияние на содержание обменных катионов кальция и магния. Так при десятилетнем возделывании монокультуры их содержание значительно уменьшилось в пахотном горизонте на 27,4 %, в полевом севообороте на 12,3 %. Уменьшение содержания кальция можно объяснить выносом его сельскохозяйственными культурами. В залежном варианте прослеживается тенденции к восстановлению количества обменных катионов.

Таблица

Агрегатный состав чернозема выщелоченного

Угодье	Глубина, см	Распределение агрегатов по фракциям, мм			Коэффициент	
		>10	10-0,25	<0,25	Структурности	водопрочности
Целина	0-20	10,8	80,7	8,5	4,14	67,86
	20-40	15,3	75,4	9,3	3,1	57,11
Залежь(18 лет)	0-20	16,05	80,53	3,42	4,13	66,28
	20-40	24,11	70,8	5,09	2,46	52,53
Полевой севооборот	0-20	39,25	53,6	7,15	1,14	38,79
	20-40	62,45	31,95	5,6	0,47	53,26
Десять лет яровая пшеница	0-20	31,86	45,11	23,03	0,82	49,26
	20-40	30,68	54,12	15,2	1,17	50,11

Уменьшение содержания гумуса и обменных катионов оказало негативное влияние на агрегатный состав исследуемой почвы (таблица), которое проявляется в увеличении глыбистости и уменьшении количества агрономически ценных агрегатов, особенно размером 1-3 мм. Коэффициент структурности уменьшается с 4,1 в целине и до 0,82 при десятилетнем возделывании пшеницы. У пахотных вариантов дегградация структуры приводит к образованию почвенной корки после выпадения осадков и к образованию в засушливый период практически постоянной системы вертикальных трещин глубиной до 30...40 см. Целинный чернозем обладает сравнительно равномерным распределением фракций с преобладанием агрегатов 1-3 мм. Водопрочность структуры пахотного горизонта полевого севооборота ниже оптимального уровня и составляет 38,79 %, а в подпахотном

увеличивается до 53,26 %, что является резервом для улучшения структуры пахотного слоя. Хорошая водопрочность почвенной структуры (67,86...66,28) отмечена в верхних горизонтах целинного и залежного варианта, в нижележащих горизонтах она несколько снижается. Показатель низкой водопрочности свидетельствует о структурной деградации, которая приводит к уменьшению водопоглодительной способности, снижению количества доступной растениям влаги. Особый ущерб почвенным агрегатам наносит сельскохозяйственная техника [Татаринцев, 2005].

Таким образом, длительное сельскохозяйственное использование чернозема выщелоченного при бессменном возделывании яровой пшеницы ухудшало содержание гумуса, что привело к деградации структурного состояния. Выведение пашни в залежь – один из приемов восстановления потенциального плодородия черноземных почв, при этом увеличивается содержание гумуса и происходит восстановление структуры почвы.

Литература

1. Батудаев А.П., Стулев А.Н., Кориунов В.М. Гумусное состояние черноземной почвы при различном сельскохозяйственном использовании // *Агрохимия*. – 2007. – № 2. – С.19-22.
2. Кленов Б.М. Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 176 с.
3. Ковалев Р.В. Почвы Новосибирской области. – Новосибирск: Наука, 1966. – 422 с.
4. Сиухина М.С. Почвоведение: учеб.-метод. пособие для лабораторных и самостоятельных работ. – Новосибирск: НГАУ, 2009. – 110 с.
5. Татаринцев Л.М. Физическое состояние пахотных почв юга Западной Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-т, 2005. – 300 с.

Научный руководитель: Сиухина М.С. – к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения и агрохимии НГАУ.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ И НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУМКОЛЬ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ***А. Егенберди, А. Турсынханова, М.Б. Абдрешева, М. Токтар, М.Б. Атагельдиев*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У. Успанова, Алматы, Республика Казахстан, farida_kozybaeva@mail.ru

Нефть и нефтепродукты являются распространенными загрязнителями окружающей среды. Попадая в природные экосистемы, нефтяные углеводороды вызывают нарушение биологического равновесия в течение длительного времени. Нефть и нефтепродукты, поступая в окружающую среду, оказывают негативное влияния на природные компоненты экосистемы. Они являются постоянным источником канцерогенного и мутагенного загрязнения. Поэтому проведение рекультивационных работ является одним из важнейших природоохранных мероприятий, направленных на восстановление прежнего плодородия загрязненных земель [Шилова, 1988].

Среди множества экологических проблем исследуемого объекта главное место занимает проблема углеводородного загрязнения окружающей среды. В связи с физическим старением нефтепромыслового оборудования, частотой аварийных залповых сбросов в окружающую среду нефти, подтоварных, пластовых и буровых сточных вод ежегодно исчисляется тысячами случаев и имеет тенденцию роста. Экологические последствия чрезвычайных техногенных ситуаций ведут к необратимым изменениям в окружающей природной среде и существенно влияют на экологическую обстановку в масштабах республики. В последнее время на фоне увеличения добычи, транспортировки, переработки и использования нефти и нефтепродуктов существенно возросли уровень и масштабы загрязнения природной среды нефтяными углеводородами (УВ). Наиболее интенсивному химическому загрязнению подвержены почвы. Под воздействием аккумулярованных в почве УВ происходит трансформация почвенных экосистем [Ларионова, 2005]. Изменения свойств почвы и непосредственное воздействие УВ приводят к угнетению или полному ингибированию роста и развития подавляющего большинства растений; почвы становятся фитотоксичными. Знание степени устойчивости растений необходимо, для решения вопросов, с одной стороны, возможности их возделывания на загрязненной почве, а с другой – использования их для восстановления нарушенного почвенного плодородия (фиторемедиация) [Промышленная экология, 2009]. Поэтому проблемы предотвращения и ликвидации нефтяных загрязнений в почве и воде являются весьма актуальными.

Загрязнение нефтепродуктами почвенного покрова происходит в результате добычи и эксплуатации.

Исследуемый объект находится в пустынной и пустынно-степной зоне юго-западной части Кызылординской области на нефтяном месторождении Кумколь, где интенсивно эксплуатируются крупные природные запасы нефти и газа. Прогрессирующий рост антропогенной нагрузки на почвенный покров, его загрязнение нефтепродуктами и сточными минеральными водами, сильно осложнили экологическую обстановку нефтедобывающих регионов. Этот регион в настоящем относится к экологически дестабилизированным территориям Казахстана. Основное нарушение почвенного покрова на месторождении Кумколь происходит вследствие бессистемных проходов транспорта при эксплуатации месторождения, чрезмерного выпаса животных, образования свалок на месте стоянок работников сферы обслуживания при нефтедобыче.

Целью проекта является восстановление почвенно-экологических функций нарушенных и нефтезагрязненных земель почвенно-мелиоративными мероприятиями. Новизной исследования является восстановление почвенно-экологических функций нефтезагрязненных почв путем применения агротехнических и почвенно-мелиоративных технологий на месторождении Кумколь.

Исследование нарушенных и нефтезагрязненных почв проводится полевыми и опытно – полевыми методами. Изучение основных свойств почвы проводится общепринятыми методами в почвоведении и агрохимии: рекогносцировочный объезд, выбор ключевых точек, закладка почвенных разрезов, описание морфогенетических свойств с отбором почвенных образцов на физические, физико-химические, химические свойства почв и пищевой режим в лабораторно-аналитических условиях.

Почвенный покров при нарушении приобретает формы хаотично пересекающихся дорог, лишенных растительности с глубоко распыленной колеей. При выпасе животных образовались выбоины, частые оголенные и распыленные участки-стойбища, которые создали условия для развития процессов деградации почв.

На месторождении Кумколь заложены полевые опыты с искусственным загрязнением нефтью суглинистых пород и при естественном разливе нефтепродуктов в почву с применением агротехнических и почвенно-мелиоративных рекультивационных технологий.

Для закладки полевых опытов по восстановлению нарушенных и нефтезагрязненных земель приобретены почвенные мелиоранты и удобрения, которые внесены в почву и заделаны различными приемами агротехники (вспашка, боронование). Минеральными удобрениями являются сложное азотное удобрение мочевины (карбамид) – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, азота в нем содержится 46 %, двойной суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ отличается от простого суперфосфата повышенной концентрацией фосфора – до 45 % и выше. В качестве мелиорантов были использованы рисовая шелуха и бентонитовая глина. Рисовая шелуха – имеет широкий спектр применения. В нашем случае она является сорбентом для сохранения влаги в почве, улучшает структуру и поглощательную способность почвы, как сырье растительного происхождения является сырьем для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Bentonитовая глина – обладает высокой сорбционной способностью. В почвенно-мелиоративных целях используют на легких почвах для сокращения фильтрационной способности и улучшения поглощательных свойств почвы, и привносит в почву некоторые элементы плодородия. Полевые опыты были заложены на суглинистых почвообразующих породах и на почвах, загрязненных нефтепродуктами в естественных ландшафтах. Опыты состоят из 5-и вариантов, каждый вариант в 4-х повторностях.

Полевая влажность нефтезагрязненной почвы на опытных площадках в 0-20 см слое почвы очень низкая, которая объясняется легким супесчаным гранулометрическим составом почвы. Средняя величина из 3-х определений на 6 площадках составляет 0,92-3,70 %. В почвах разрезов, заложенных на нефтезагрязненном участке, в верхних слоях полевая влажность составляет 1,00-1,10 %. В нижних горизонтах более замазученных и уплотненных разрезов 2 полевая влага составляет 3,21-3,64 %. Наиболее увлажненными являются почвы нижних горизонтов (13-32; 32-50 см) разрезов 3 и колеблются в пределах 10,80-11,60 %.

Объемная масса на опытных площадках нефтезагрязненной почвы составляет 1,60-1,70 г/см³. В почвах разрезов 2 и 3, заложенных на нефтезагрязненном участке, объемная масса высокая и колеблется в пределах 1,46-1,76 г/см³. Высокая объемная масса 1,44-1,65 г/см³ и в почвах разреза 4, заложенного на незагрязненном участке. Высокие величины объемной массы почвы объясняются легким супесчаным гранулометрическим составом почв, которые в основном состоят из кварцевых минералов. Почвогрунты (суглинистая порода) характеризуются низким содержанием органических веществ. Так, в Разрезе-1 гумус составляет 0,3-0,5 %. Такое количество гумуса характерно почвообразующим суглинкам. Нефтезагрязненные почвы отличаются высоким содержанием гумуса, что объясняется содержанием нефтепродуктов. Загрязнению нефтепродуктами подвергнуты от 15 до 50 см слои почвы (рисунок). В серо-бурых почвах Р-4 содержание гумуса низкое. В верхнем 12 см слое составляет 0,5 %, с постепенным снижением в нижележащих горизонтах. Почвы территории в разной степени засолены.

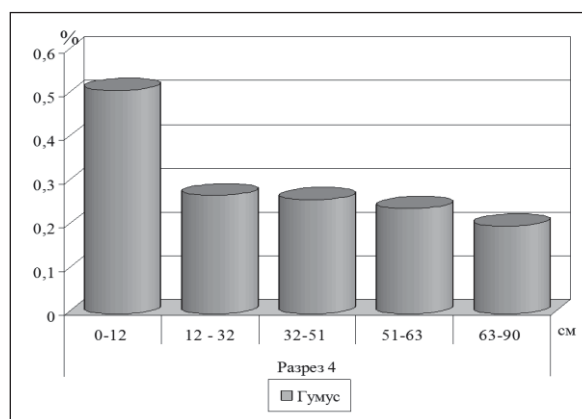
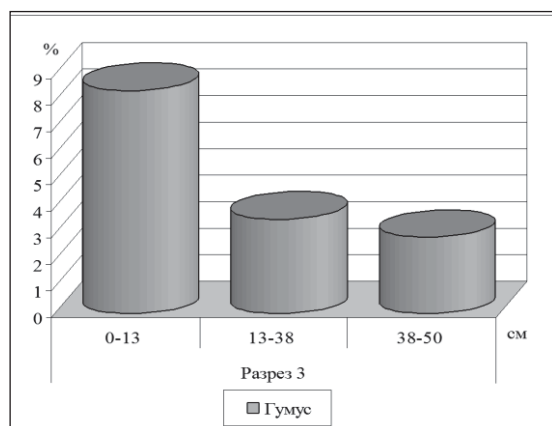
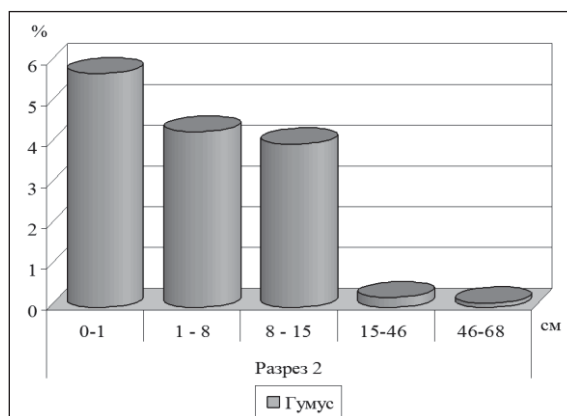
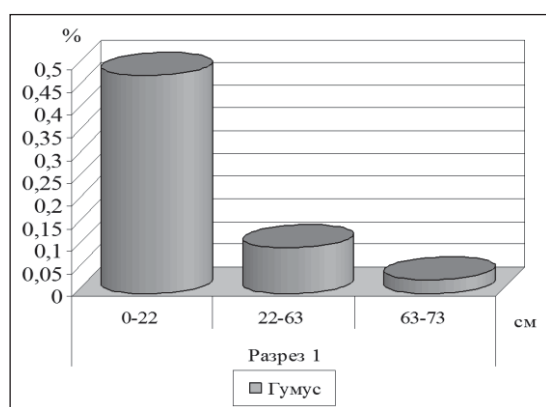


Рисунок. Содержание гумуса в почвах месторождения Кумколь, %.

Результаты аналитических исследований показали, что в зональных серо-бурых почвах засоление отмечается с глубиной. Суглинистая порода полигона засолена с поверхности, вследствие комплексного антропогенного (планировка) воздействия и ветровой эрозии процесса солепылепереноса (разрез 1). Серо-бурая почва, загрязненная свежеразлитой нефтью засолена также с поверхности в результате солепылепереноса (разрез 2). В почвах и суглинистой породе преобладает сульфатное и хлоридно-сульфатное засоление по анионному составу, по катионному кальциевый, натриево-кальциевый.

Из вышеизложенного следует, что нефтезагрязненные почвы отличаются высоким содержанием гумуса из-за органического состава нефти, обеднены элементами питания как валовыми, так и подвижными формами азота, фосфора, обеспечены калием. Серо-бурые почвы, подвергнуты процессам деградации, характеризуются низким содержанием гумуса, элементами питания. Суглинистые породы шламового полигона засолены. Нефтезагрязненные почвы по степени засоления отличаются, в одном случае засоление отмечается с поверхности в результате процесса солепылепереноса, в другом с глубиной, сумма солей составляет ≥ 1 . Тип засоления сульфатный, хлоридно-сульфатный по анионному составу, по катионному составу кальциевый и натриево-кальциевый.

Литература

1. *Шилова И.И.* Биологическая рекультивация нефтезагрязненных земель в условиях таежной зоны // Восстановление нефтезагрязненных экосистем. – М.: Наука, 1988. – С. 159-168.
2. *Ларионова Н.Л.* Устойчивость растений к загрязнению почвы углеводородами и эффект фиторемедиации: Дис. канд. биол. наук: 03.00.16. – Казань, 2005. – 153 с.
3. Промышленная экология. – М., 2009. – 325 с.

Научный руководитель: Козыбаева Ф.Е. – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник отдела экология почв КазНИИПиА им. У.У. Успанова.

УДК 631.445

ДЛИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ ГИПСА НА СВОЙСТВА СОЛОНЦОВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Н.В. Елизаров

Новосибирский государственный аграрный университет, elizarov_89@mail.ru

Солонцовые почвы широко распространены на территории Барабинской низменности, а в некоторых районах занимают до 70 % территории, и около 20 % земель занятых под пашню, сенокосы и пастбища. Сплошные массивы солонцов встречаются довольно редко, чаще они располагаются пятнами среди зональных почв, являясь рассадником сорняков и болезней. Обладая плохими физическими, физико-химическими свойствами, солонцы снижают продуктивность всего поля, кроме этого, не позволяют провести агротехнические мероприятия в оптимальные сроки. Из-за низкой мелиорированности этих угодий они на 80-90 % используются как низкопродуктивные естественные сенокосы и пастбища, характеризующиеся урожайностью 8-10 ц/га сена низкого качества. Тогда как потенциальное плодородие этих земель позволяет в передовых хозяйствах получать урожаи в 1,5-2 раза выше [Семендяева, Добротворская, 2005].

Изучаемые солонцы отличаются близким залеганием грунтовых вод и достаточно высокой гумусированностью. Солонцы Барабинской низменности в зависимости от содержания обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе могут быть мало-, средне- и многонатриевые.

На настоящий момент самым высокоэффективным и долговременным приемом мелиорации солонцовых почв является химический. В Барабинской низменности в период с 1984 по 1996 гг. было промелиорированно свыше 3000 га солонцов Барабинского, Чулымского, Каргатского, Красноозерского, Куйбышевского районов [Семендяева, 2009].

Цель исследований – оценить изменения агрофизических свойств солонцов Барабинской низменности, солевого состава, и запасов солей под действием химической мелиорации, а также содержание гумуса и величины рН в солонцах с различным содержанием обменного натрия.

В задачи исследований входило: определить агрофизические свойства почв: плотность сложения, плотность твердой фазы почвы, солевой состав и запасы солей в зависимости от длительного воздействия одноразового внесения гипса и установить содержание гумуса почвы, величину рН в профиле коркового солонца.

Исследования проводились в Чулымском районе Новосибирской области (АО «Кабинетное», стационар Сибирского НИИ земледелия и химизации). Мелкоделяночные опыты были заложены на малонатриевых солонцах в 1981 году, на многонатриевых в 1986 году, расположены в непосредственной близости друг от друга [Галеев, 1994].

Изучаемые почвы – химически мелиорированные солонцы корковые гидроморфные черноземно-луговые высокосолончаковатые сульфатно-содового засоления слабо- и средnezасоленные глубоко карбонатные с различным содержанием обменного натрия в иллювиальном (солонцовом) горизонте В₁.

Уровень залегания грунтовых вод колеблется по годам от 40 до 350 см, их минерализация составляет 1,5-2 г/л. Перед закладкой опытов мало- и многонатриевые солонцы не отличались по характеру засоления, но значительно отличались по степени засоления – малонатриевые солонцы были слабосолончаковатыми, в то время как многонатриевые – сильносолончаковатыми [Галеев, 1994].

Пахотный слой солонцов легко- и среднеглинистый. Емкость катионного обмена этого слоя снижалась от многонатриевого к малонатриевому солонцу (от 44,7 до 39,2-35, 4 мг-экв на 100 г почвы). Величина pH колебалась в пределах 7,2-9,3 [Семендяева, 2001].

На многонатриевых солонцах дозы гипса рассчитаны по содержанию обменного натрия от 0 до 1,25 нормы с интервалом 0,25 соответственно: контроль (без гипса), гипс 11, 23, 36, 45 и 56 т/га. На малонатриевых солонцах дозы гипса подбирались эмпирически и изменялись от 0 до 50 т/га без учета содержания натрия. Площадь делянки на многонатриевых солонцах 1 м², на малонатриевых 4 м² с интервалом между делянками 1 м. Каждую делянку обтягивали полиэтиленовой пленкой на глубину 30-40 см с поверхностным напуском, для избегания бокового и поверхностного стока. Нами отобраны образцы 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см. Изучены варианты на многонатриевом солонце: контроль, гипс 11, 45 и 56 т/га, на малонатриевом – контроль, гипс 12, 18, и 35 т/га. На этих вариантах ранее проводились детальные наблюдения, позволяющие в настоящее время выявить изменения в свойствах почв под действием гипса [Семендяева, 1998].

На контрольных вариантах плотность пахотного слоя 0-20 см достаточно высокая и составила 1,28-1,30 г/см³. При такой плотности воздухо- и водообмен почвы низкий и большинство сельскохозяйственных растений плохо развиваются. С поверхности сформировалась мощная почвенная корка, особенно мощная на многонатриевом солонце. Плотность почвы увеличивалась с глубиной, достигая максимума 1,40-1,63 г/см³ на мало- и на многонатриевых солонцах в слое 80 – 100 см. Воздействие полной и повышенной доз гипса (45 и 56 т/га) на многонатриевые солонцы снизило плотность почвы по всему метровому слою, а в верхнем 20-сантиметровом слое плотность была 1,01 г/см³, что соответствует оптимальной для возделывания сельскохозяйственных культур. Почвенной корки на этих вариантах не было.

Плотность твердой фазы много- и малонатриевых солонцов примерно одинакова, 2,43 – 2,45 г/см³ в слое 0-20 см, с глубиной возрастала и в слое 80-100 см достигла 2,70 г/см³. Данная величина слабо меняется под воздействием агротехнических и мелиоративных приемов.

Общая порозность на контроле малонатриевых солонцов низкая по всему профилю (ниже 50 %), но выше, чем в многонатриевых, что связано с более тяжелым гранулометрическим составом последних [Семендяева, 1998]. Порозность в слое 80-100 см многонатриевого солонца всего лишь 39,6 %, при этом гранулометрический состав слоя был тяжелоглинистым. На мелиорированных вариантах общая порозность увеличилась, особенно, в слое 0-20 см и достигла 58,8 %, то есть оптимума произрастания сельскохозяйственных растений.

Солевой режим солонцов также изменился, по данным исследователей, установлено, что в первые два года после внесения гипса в мелиорированном слое 0-20 см произошло значительное увеличение солей (до 21-23 т/га) при содержании их на контроле соответственно 3-5 т/га. Ионы, в основном представлены кальцием, магнием, натрием, SO₄²⁻.

Величина pH на контроле малонатриевых солонцов изменялась с увеличением глубины от щелочной до сильнощелочной [Семендяева, 2001]. На всех мелиорированных вариантах pH изменялась от нейтральной (7,0) или слабо щелочной, с глубиной - увеличиваясь до щелочной. Действие гипса в малонатриевых солонцах способствовало снижению щелочности по всему 100-сантиметровому слою почвы.

Те же тенденции мы наблюдали и на многонатриевых солонцах, но на контроле и на варианте 11 т/га щелочность была более высокой, чем в малонатриевых. Почти во всех слоях, кроме слоя 0-20 см (11, 45 и 56 т/га гипса) присутствовала сода. А на малонатриевых солонцах соды в профиле не обнаружено. Высокие дозы гипса не вызывали существенного изменения величины pH в сторону нейтральной в слое 20-100 см.

Кроме снижения щелочности уменьшились и запасы солей в профиле солонцов. Чем выше была внесенная доза гипса, тем меньше солей находилось в профиле почв. Больше всего солей в малонатриевом солонце обнаружено на контроле. По сравнению с контролем

при внесении 35 т/га гипса количество солей уменьшилось с 17,06 до 8,75 т/га. Меньше всего солей на всех вариантах найдено в слое 0-20 см (~ 1 т/га). С глубиной количество солей увеличивалось до 4,63 т/га в слое 80-100 см на контроле и до 2,41 и 2,26 т/га, на вариантах гипс 18 и 35 т/га соответственно.

В целом запасы солей многонариевых солонцов сильно превышали запасы малонариевых 31,29 и 17,06 т/га соответственно (вариант без гипса). Интересно, что на вариантах 45 и 56 т/га количество солей было примерно одинаковым 16,34 и 16,50 т/га, следовательно, увеличение дозы гипса выше расчетной по Гедройцу не дало должного эффекта. На контроле многонариевого солонца максимум запасов солей пришелся на слой 20-40 см (11, 12 т/га), что очень похоже на распределение солей по профилю целинных солонцов (горизонт В₂ примерно соответствует по глубине слою 20-40 см) [Курачев, Рябова, 1981]. Следовательно, на контрольных вариантах солонцов в залежном состоянии восстановился солевой профиль.

Содержание гумуса в верхнем слое почвы колеблется от 6,45 до 7,75 % в разных вариантах. На немелиорированном варианте содержание гумуса составило 6,29 %. С увеличением глубины содержание гумуса уменьшается. На глубине 40 см содержание гумуса колеблется от 1,68 до 3,12 %, а на контроле 3,47 %. На участке с солонцом малонариевым содержание гумуса в мелиорированном варианте ниже, чем на контроле (6,16 и 7,81 % соответственно). В среднем величина содержания гумуса в пахотном слое мелиорированного солонца составляет 5,49 %. Распределение по профилю – убывающее с увеличением глубины.

Выводы

1. Применение химической мелиорации на солонцах Барабы улучшает физические и физико-химические свойства этих почв. Мелиоративный эффект напрямую коррелирует с дозой мелиоранта (но превышение дозы по Гедройцу не рационально). На вариантах с пониженной дозой гипса восстанавливаются характеристики солонцовых почв.
2. Плотность сложения на мелиорированных вариантах снизилась, а общая порозность возросла по всему профилю. Снизилась щелочность, особенно в слое 0 – 20 см.
3. Содержание легкорастворимых солей в профиле солонцов уменьшилось, но полного их вытеснения не произошло.

Литература

1. Галеев Р.Ф. Особенности химической мелиорации солонцов с различным содержанием обменного натрия. Дис. ... к.с.-х.н. – Новосибирск, 1994. – 162с.
2. Курачев В.М., Рябова Т.Н. Засоленные почвы Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – 152 с.
3. Семендяева Н.В., Добротворская Н.И. Теоретические и практические аспекты химической мелиорации солонцов Западной Сибири. – Новосибирск, 2005. – 154 с.
4. Семендяева Н.В. Агроэкологические особенности процессов солепередвижения в солонцах Барабинской низменности // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2001. – № 9-10. – С.12-18.
5. Семендяева Н.В. Изменение некоторых свойств солонцов Барабинской низменности при 20-25 летнем действии гипса // Почвоведение. – 2009. – № 8. – С.970-976.
6. Семендяева Н.В. Химическая мелиорация гидроморфных солонцов Западной Сибири // Почвоведение. – 1998. – № 8. – С. 974-979.

Научный руководитель: Семендяева Н.В. – д.с.-х.н., профессор НГАУ.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА УЛЬЯНОВСКА

О.А. Завальцева, Ж.А. Антонова, Н.М. Аванесян

Ульяновский государственный университет, z.olga1979@mail.ru

Городская экологическая система (урбоэкосистема) – это природно-техногенная система, основой которой является население и связанная с ним хозяйственная деятельность на освоенной территории. Городская система имеет определенную дифференциацию геохимических ландшафтов с учетом особенностей ведущего в них вида миграции химических элементов – техногенного.

Четыре административных района г. Ульяновска имеют естественные природные границы: р. Волга разделяет город на две части – в Правобережье три административных района (северо-центральная часть города – Ленинский район, юго-восточная часть между р. Волгой и р. Свиягой – Железнодорожный район и западная часть города за р. Свиягой – Засвияжский район), в Левобережье один район – Заволжский.

Объектом настоящего исследования стали почвы правобережной части города Ульяновска (урбанозёмы), относящиеся к зонам разной функциональной организации города и находящиеся под разной степенью антропогенной нагрузки.

Техногенные ландшафты г. Ульяновска составляют ландшафтный комплекс полностью измененных ландшафтов. Они подразделяются на селитебные и промышленные.

Селитебная часть г. Ульяновска представлена небольшими участками естественных почв в парково-рекреационной зоне, около рек, на пустырях. Намного больше распространены антропогенные почвы, среди которых значительное место занимают глубоко преобразованные (урбаноземы), большинство из которых сформировано при перемешивании и засыпании естественных почв. Для территории промышленных зон города Ульяновска характерны хемоземы.

В соответствии с генеральным планом города Ульяновска, наибольшая нагрузка на окружающую среду города создается в административных районах, прилегающих к крупным промышленным районам, где сосредоточено основное количество промышленных и автотранспортных предприятий. К настоящему времени в городе сложились 3 основные промзоны, 5 промузлов, несколько предприятий расположены отдельно в жилой застройке.

Для проведения исследований пробы почв отбирались с двух глубин: 0-5 см и 5-25 см. В ходе работы пробы анализировались по следующим почвенно-диагностическим показателям: pH, гумус, обменные кальций и магний, гигроскопическая влажность. Для определения характера и степени засоленности исследуемой почвы был проведен анализ водной вытяжки с определением в ней CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- . В целях изучения загрязнения почв города тяжелыми металлами, был проведен анализ на содержание в них подвижных форм металлов: Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} .

Для всех изученных городских почв можно отметить такое отрицательное свойство, как переуплотнение, которое непосредственно сказывается на структуре почв, её влажности и других физико-химических свойствах.

В таблице представлены результаты исследования показателей общего геохимического состояния почв исследуемой территории.

Как показали результаты исследований, pH почвы изучаемых участков изменяется от близкой к нейтральной до щелочной. Не выявлено достоверных различий кислотно-щелочных свойств почв изучаемых территорий (pH) как для разных глубин, с которых были отобраны образцы, так и для почв разных районов города.

Почвенный поглощающий комплекс насыщен обменными кальцием и магнием. Достоверных различий между насыщением обменными основаниями почвы на глубине 0-5 см и 5-25 см выявлено не было, так же не было выявлено достоверных различий между

содержанием обменных кальция и магния в почвах разных районов города. Данный факт объясняется сложной природно-функциональной организацией города и одновременным влиянием большого количества антропогенных факторов на всю территорию города, а соответственно и на отдельные депонирующие среды, к которым относится и городская почва.

Таблица

Показатели общего химического состояния почв города

Показатель	Глубина, см	Район города		
		Ленинский $\bar{x} \pm ts_{\bar{x}}$	Засвияжский $\bar{x} \pm ts_{\bar{x}}$	Железнодорожный $\bar{x} \pm ts_{\bar{x}}$
w, %	0-5	2,14±0,33	2,43±0,21	2,58±0,45
	5-25	2,16±0,38	2,48±0,17	2,93±0,40
рН	0-5	7,77±0,10	7,48±0,17	8,03±0,22
	5-25	7,70±0,16	7,39±0,17	8,14±0,18
Ca ²⁺ , мг·экв/100 г	0-5	34,83±1,56	36,20±0,62	34,99±0,77
	5-25	34,29±1,37	35,50±0,50	34,73±0,64
Mg ²⁺ , мг·экв/100 г	0-5	10,71±0,76	12,07±0,39	12,01±0,47
	5-25	10,30±0,69	11,78±0,36	11,77±0,37
Гумус, %	0-5	3,94±0,59	4,12±0,44	3,96±0,95
	5-25	3,90±0,63	3,83±0,45	4,65±1,04

Почвы города содержат среднее количество гумуса. Достоверных различий между содержанием гумуса на глубине 0-5 см и 5-25 см выявлено не было.

Ранее нами было проведено исследование характера и степени засоления городских почв [Завальцева и др., 2012]. Как показали результаты анализа водной вытяжки, в почвах города не обнаружены легкорастворимые карбонат-ионы. Наибольшее накопление легкорастворимых солей наблюдается в почвах Железнодорожного района города, а наименьшее – Ленинского района. Однако по содержанию сульфат-ионов не обнаружено достоверных различий в отношении почв разных районов города. Содержание легкорастворимых хлорид-ионов минимально в Ленинском районе.

Результаты анализа водной вытяжки не выявили достоверных различий между содержанием легкорастворимых хлорид-ионов, сульфат-ионов и гидрокарбонат-ионов на глубине 0-5 см и 5-25 см.

В целом состав и количество обнаруженных в водной вытяжке солей показал, что почвы города являются в основном слабозасоленными (в Ленинском районе – не засоленными), тип засоления – хлоридный.

Ранее нами уже были представлены результаты исследования почв территорий города, испытывающих наибольшую антропогенную нагрузку с максимальной аккумуляцией ТМ по сравнению с другими территориями города [Горбачев, Аванесян, 2008].

На территории города были выявлены участки, на которых содержание подвижного кадмия превышает ПДК (0,5 мг/кг) в среднем в 1,4-7,2 раза. Данные территории приурочены к участкам, где расположены крупные промышленные предприятия. В Ленинском районе – это территории, прилегающие к ЗАО «Контактор», ОАО «Утес», в Железнодорожном районе – ОАО «Волжские моторы», Ульяновское отделение КБЖД, Нефтебаза.

В пробах почвы, отобранных на парковых территориях правобережья г. Ульяновска, содержание подвижного кадмия не превышало ПДК и составило $0,208 \pm 0,030$ мг/кг. Таким образом, парковые территории г. Ульяновска не являются загрязненными подвижным кадмием.

По результатам исследования практически все почвы города Ульяновска содержат подвижную медь выше ПДК (3 мг/кг). Отмечаются незначительные по площади участки городской территории, где содержание меди в почвах не превышает ПДК – это локальные

участки территории городских парков, жилых зон, расположенных на максимально возможном удалении от источников поступления ионов меди в окружающую среду.

В целом, в почвах города содержание подвижной меди колеблется в очень широких пределах: от 2,5 мг/кг, что ниже ПДК, до 62,1 мг/кг, что превышает ПДК в 20,7 раза.

Исследование территорий парков правобережья г. Ульяновска показало, что почвы содержат подвижную медь в концентрациях, превышающих установленные нормативы. Среднее содержание подвижной меди в почвах парков составило $5,67 \pm 1,74$ мг/кг;

Как показали результаты исследований, почвы города повсеместно содержат подвижный свинец, концентрация которого на исследованных глубинах превышает установленные нормативы (ПДК 6,0 мг/кг). На территории города практически отсутствуют почвы, где содержание свинца ниже ПДК.

В целом превышение ПДК свинца в почвах города составляет от 1,1 до 28,2 раза.

Анализ парковых территорий г. Ульяновска показал, что почвы парков значительно загрязнены свинцом, содержание которого превышает ПДК. Среднее содержание подвижного свинца в почвах парков составило $12,99 \pm 5,78$ мг/кг.

Самыми загрязненными оказались почвы парка «Юности», а также экологического парка «Черное озеро» на участке территории со стороны ул. Октябрьская и Московского шоссе.

Результаты проведенных исследований показали, что на территории города есть почвы, содержащие высокие концентрации подвижного цинка, где наблюдается значительное превышение ПДК (23 мг/кг), также были выявлены участки городской территории, где содержание цинка в почвах не превышало установленных нормативов. В целом превышение ПДК цинка в почвах города составляет до 2,5 раз.

Наименее загрязненными подвижным цинком оказались почвы Железнодорожного района г. Ульяновска. Здесь превышение ПДК цинка приурочено к почвам, прилегающим к территории таких крупных предприятий как ОАО «Волжские моторы», кондитерская фабрика «Волжанка».

Не загрязненными оказались также почвы северо-западной части Ленинского района города, что можно объяснить отсутствием источников поступления цинка в почвы на данной территории.

Почвы на территории Засвияжского района практически повсеместно загрязнены подвижным цинком, что связано с наличием большого количества средних и крупных промышленных предприятий на данной территории.

Анализ парковых территорий г. Ульяновска показал, что почвы парков не загрязнены подвижным цинком. Среднее содержание подвижного цинка в почвах парков составило $16,91 \pm 4,67$ мг/кг.

По результатам исследования содержания подвижных форм металлов в почвах города можно заключить, что для изученных почв характерна медно-свинцово-цинковая геохимическая спецификация.

Литература

1. Горбачев В.Н., Аванесян Н.М. Содержание тяжелых металлов в почвах г. Ульяновска // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 3. – С. 30-33.
2. Завальцева О.А., Коновалова Л.В., Антонова Ж.А., Светухин В.В. Оценка характера и степени засоления почв урбанизированных территорий (на примере города Ульяновска) // Экология урбанизированных территорий. – 2012. – № 3. – С. 98-103.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗОЛОТВАЛА ТЭЦ-5 Г. НОВОСИБИРСКА И ОЦЕНКА ЕГО ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

М.Ф. Ибрагимова

Новосибирский государственный аграрный университет, marina.ib2010@yandex.ru

Одной из основных экологических проблем г. Новосибирска является расположение на его территории 5 тепловых электростанций, на которых присутствуют техногенно-нарушенные ландшафты, в виде золоотвалов. Они занимают значительные площади и являются источником загрязнений. Поэтому на их территории необходимо проводить рекультивационные мероприятия.

Объектом наших исследований является территория золоотвала ТЭЦ-5, расположенная на территории Ключ-Камышенского микрорайона города Новосибирска. В административно-хозяйственном плане золоотвал расположен на юго-восточной окраине земель г. Новосибирска, введен в эксплуатацию в 1985 году. Максимальная мощность материала золошлаковой смеси более 38 метров. Золоотвал состоит из двух емкостей или секций, разделенных дамбой, общая емкость которого составляет 6,16 млн.м³. Общая площадь поверхности – 41,4 га.

В 2008 году наполнение золоотвала достигло проектных отметок, в связи, с чем руководством ОАО «Новосибирскэнерго» было принято решение согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» разработать проект по санитарно-гигиенической и лесохозяйственной рекультивации поверхности золошлакоотвала.

Целью нашей работы являлось: исследование территории золоотвала для выработки мероприятий по проведению рекультивационных работ.

Основные задачи исследования:

- определить почвенно-экологическое состояние золоотвала;
- изучить особенности и свойства золошлаковой смеси, ППП и ПСП, используемых для рекультивации на территории золоотвала;
- установить особенности формирования растительного покрова на биологическом этапе рекультивации.

Рекультивация – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды [Трофимов и др., 1977]. В настоящее время рекультивация земель является распространенной проблемой. Её решение в значительной мере зависит от конкретных экологических условий нарушенных территорий [Новиков, 1999]. В нашем случае, целью принимается необходимость проведения санитарно-гигиенической рекультивации с благоустройством и озеленением, путем создания на месте золоотвалов травянистых и лесных насаждений санитарно-защитного направления. Создание на поверхности золошлакоотвала насыпного слоя, состоящего из ПСП (плодородный слой почвы) и ППП (потенциально плодородные породы), позволит сформировать на поверхности почвенно-растительный слой, который надежно закроет поверхность, и предотвратит пыление золошлаковой смеси и загрязнение прилегающих территорий.

Согласно проектированию рекультивационных работ золоотвала проведена почвенно-экологическая оценка его территории: были отобраны образцы, выполнены лабораторные анализы по общепринятым методикам.

Важными показателями золошлаковой смеси являются агрофизические свойства. По физическому строению зола представляет собой бесструктурную, рыхлую слабосвязанную массу. Плотность сложения изменяется в широких пределах. В поверхностных слоях она составляет 1,35-1,42 г/см³, в нижних слоях – увеличивается до 1,80 г/см³, что делает эти прослойки непроницаемыми для воды и корней растений (табл. 1).

Таблица 1

Агрофизические свойства материала золошлакоотвала

№ точки	Глубина, см	Плотность, г/см ³	Плотность сложения г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц в % >0,01 мм
Секция 1	0-10	2,65	1,42	46,4	74,8
	10-50	2,52	1,51	40,1	68,6
	50-70	2,72	1,80	33,8	75,3
Секция 2	0-10	2,61	1,35	48,3	72,6
	10-50	2,63	1,48	43,7	70,4
	50-70	2,69	1,72	36,1	73,6

По гранулометрическому составу классификации Качинского, материал золошлаков в основном относится к легким и средним суглинкам.

По агрохимическим показателям материал золошлаковой смеси характеризуется сильнощелочной реакцией среды и очень малым содержанием валового азота и калия. Эти показатели лимитируют формирование почвенно-растительного слоя на поверхности золоотвалов. Содержание валовых форм фосфора можно охарактеризовать как среднее.

Основными потенциально-плодородными породами в районе проведения рекультивационных работ являются лессовидные суглинки и глины, с различным уровнем содержания карбонатов. В технологии рекультивации предлагается использовать суглинистый материал, оставшийся при строительстве емкости и дамбы для отсыпки на поверхность золоотвала, мощностью 30 см.

По физическому строению материал суглинков представляет собой в разной степени осструктуренную, рыхлую связанную массу (табл. 2).

Таблица 2

Агрофизические свойства ППП

№ образца	Плотность, г/см ³	Плотность сложения г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц в % >0,01 мм
В естественном сложении	2,68	1,52	43,3	56,8
После отсыпки	2,70	1,40	48,1	52,6

Плотность сложения ППП в естественных условиях изменяется в пределах 1,40-1,60 г/см³. В нижней части почвенного профиля суглинистый материал характеризуется крупнокомковатой и глыбистой структурой. При транспортировке и отсыпке суглинков на поверхность отвала структура разрушается. По гранулометрическому составу материал ППП в основном относится к тяжелым суглинкам.

Агрохимические свойства ППП подходят для использования этого материала в целях биологической рекультивации. Он характеризуется средним содержанием основных элементов питания. Содержание гумуса около 1%. Повышенные значения pH в поверхностных слоях ППП на борту отвала может быть обусловлено загрязнением материала пылью золы.

Также были проведены исследования по оценке элементов плодородного слоя серых лесных почв и материала склада ПСП. На прилегающей территории распространены темно серые и серые лесные почвы. Мощность гумусового горизонта, снятого ранее с естественных почв и складированного рядом с золоотвалом, изменяется в пределах 17-25 см и 30-40 см. Поэтому покрытие территории после отсыпки ППП, плодородным слоем мощностью 15-20 см будет соответствовать естественным природным условиям, что позволит выполнить требования задания на проектирование создать на поверхности золоотвала лесные и травянистые насаждения санитарно-защитного назначения.

Таблица 3

Агрофизические свойства плодородного слоя почвы

№ образца	Плотность, г/см ³	Плотность сложения г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц в % >0,01 мм
ПСП серых лесных почв	2,63	1,21	54,0	62,5
Склад ПСП	2,67	1,15	56,9	58,8

В целом агрофизические свойства ПСП благоприятны для создания насыпного почвенно-растительного слоя. По физическому строению материал плодородного слоя почвы представляет собой рыхлую, с выраженной структурой массу, с высокой порозностью. По гранулометрическому составу относится к средним суглинкам.

Агрохимические свойства ПСП в естественных условиях характеризуются довольно высоким содержанием углерода (5%), реакцией среды близкой к нейтральной и средним содержанием основных элементов питания.

В золошлаковой смеси выявлено значительное содержание цинка, никеля и кобальта. Однако такое содержание тяжелых металлов не превышает ПДК этих элементов в почве.

1. Таким образом, проведенные исследования позволили оценить неудовлетворительное почвенно-экологическое состояние территории золоотвала и установить необходимость в проведении рекультивационных мероприятий, для восстановления почвенно-растительного покрова.

2. Золошлаковая смесь характеризуется щелочной реакцией среды и низким содержанием основных элементов питания, что неблагоприятно воздействует на формирование растительности.

3. Нанесение потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы на поверхность золоотвала способствует восстановлению нарушенных экосистем, т.к. материал ППП и ПСП представляет собой осструктуренную, связанную массу, содержит в 5-6 раз больше азота и калия и имеет реакцию среды близкую к нейтральной.

4. На биологическом этапе рекультивации предлагается создать травянистый фитоценоз, состоящий из злаково-бобовых смесей. А по периметру сформировать лесозащитные полосы для более эффективной защиты и создания благоприятных условий в селитебной зоне.

5. Санитарно-гигиеническое направление рекультивации позволит устранить неблагоприятные воздействия техногенных объектов, такие как изъятие земли из оборота, пыление золошлаковой смеси и загрязнение прилегающих территорий.

Литература

1. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек – М.: ФАИР – ПРЕСС, 1999 – 320 с.
2. Трофимов С.С., Таранов С.А., Рагим-заде Ф.К., Фаткулин Ф.А., Кандрашин Е.Р. Рекультивация и почвообразование // Проблемы сибирского почвоведения. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. – С. 52-72.

Научный руководитель: Сиухина М.С. – к.с-х.н., доцент кафедры почвоведения и агрохимии НГАУ.

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ АГРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ ЮГА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.Ю. Изотов

Иркутский государственный университет, roman-frolov-1993@mail.ru

Агрогенная трансформация почв представляет собой самый длительный и масштабный вид эволюции почвенного покрова под воздействием антропогенного фактора, в результате которого меняется общий уровень плодородия почв. В настоящее время проблема агрогенного воздействия на почву является одной из наиболее прогрессирующих и актуальных тем, которая затрагивает важнейший аспект почвоведения – плодородие почв. Антропогенные процессы проявляются в коррекции, сдерживании или, напротив, интенсификации естественных процессов почвообразования, а также в обновлении субстрата, открывая возможность для формирования новых или возобновления прежних, естественных почв или же почв, не имеющих природных аналогов [Лебедева и др., 2005].

Вмешательство и подвержение почв агрогенезу вследствие хозяйственной деятельности человека во многом имеет свои положительные стороны. Важными факторами являются уровень культуры земледелия и длительность процесса агропедогенеза, в результате почвы могут приобретать черты проградации – улучшения свойств почв в результате их остепнения (нарастание мощности гумусового горизонта, увеличение количества гумуса и изменение его состава в сторону гуматности, вследствие изменения водного режима). Положительным результатом антропогенного воздействия на почвенный покров является и окультуривание почв, т.е. формирование почв с более высоким уровнем эффективного и потенциального плодородия [Ларешин и др., 2008].

Отрицательной стороной агрогенеза является потеря почвой плодородия, что приводит к её деградации, наносит не только огромный экономический ущерб, но и нарушает экологическое равновесие и связи, что ухудшает социальные условия людей. Деградация почв и земель – это совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функции почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель [Герасимова и др., 2000].

Целью исследования явилось изучение положительных и отрицательных сторон агрогенного воздействия на почвы Иркутской области

Объектами исследования явились серые лесные почвы Иркутской области, широко распространенные на ее территории и наиболее обрабатываемые.

В исследуемых почвах региона наблюдаются процессы как проградации, так и деградации почв, что сказалось и на изменении некоторых показателей физико-химических и плодородных свойств почв в связи с агрогенезом. Так для проградированных серых лесных почв характерно подщелачивание пахотного горизонта, увеличение его мощности и содержания гумуса, обменных оснований, уменьшение гидролитической кислотности, по сравнению с целиной.

Для деградированных почв характерно увеличение актуальной кислотности по сравнению с целиной, заметное снижение содержания гумуса обменных оснований и увеличение гидролитической кислотности

Что касается питательных элементов, то их количество заметно уменьшилось как в проградированных, так и деградированных почвах пахотных почвах по сравнению с целиной.

В связи с этим, для поддержания положительного баланса питательных веществ в почвах с интенсивным сельскохозяйственным производством, требуется внедрение новых технологий, таких как высокорентабельная адаптивно-ландшафтная система земледелия, которая включает взаимосвязанное и согласованное решение агрономических, экономических и организационных задач.

Центральным технологическим звеном при формировании агроландшафтов являются адаптивно-ландшафтные системы земледелия. По А.Н. Каштанову [2008] адаптивно-ландшафтная система земледелия – это система использования земли, направленная на производство продукции с учетом экономических и материальных ресурсов и обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводства повышенного плодородия. Методической основой является системный подход в сопоставлении требований растений и их адаптивных возможностей с фактическим состоянием агроландшафта и перспективой регулирования его свойств.

Учение о почвенном плодородии, структуре почвенного покрова, о сельскохозяйственной типологии земель является научной базой для разработки системы адаптивно-ландшафтного земледелия.

Предложенная В.И. Солодуном др. [2012] разработка адаптивно-ландшафтных систем земледелия для Предбайкалья, позволит создать более адресные и высокоточные системы адаптивно-ландшафтного земледелия и пакеты агротехнологий для каждого агроландшафтного района Иркутской области с учётом их особенностей.

По действующему природно-сельскохозяйственному районированию сельскохозяйственная территория Иркутской области подразделяется на 3 зоны: лесостепную, остепнённую и подтаёжно-таёжную. По комплексу однородных природных ландшафтных и антропогенных условий и факторов идентифицировано и выделено 8 агроландшафтных районов.

Данная более дифференцированная схема должна быть положена в основу разработки новых, современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия и соответствующего пакета высокоэффективных агротехнологий. Особенностью разработки является адаптивность применения систем земледелия к природно-климатическим условиям Иркутской области.

Правильно выбранный вариант технологии к условиям каждого агроландшафтного района и конкретного года позволяет в значительной степени преодолеть неблагоприятные погодные условия за счет научно-обоснованного размещения культур влагосберегающих приемов и систем обработки почвы, рационального применения удобрений и средств защиты растений, подборки сортов и других элементов системы земледелия.

Литература

1. Агроландшафтоведение / под ред. В.И. Солодуна – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2012. – 225 с.
2. Герасимова М.С., Караваева Н.А., Таргульян В.О. Деградация почв: методология и возможности картографирования // Почвоведение. – 2000. – № 3. – С. 358-365.
3. Каштанов А.Н. Земледелие: избранные труды – Рос. акад. с.-х. наук, Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. – Москва, 2008. – 685 с.
4. Ларешин В.Г., Бушуев Н.Н., Скорилов В.Т., Шуравилин А.В. Сохранение и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения. – М.: РУДН, 2008. – 172 с.
5. Лебедева И.И., Тонконогов В.Д., Герасимова М.И. Антропогенное почвообразование и новая классификация почв // Почвоведение. – 2005. – № 10. – С.1158-1164.

Научный руководитель: Козлова А.А. – к.б.н., доцент кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ.

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА ПОВЫШЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПРИ РАЗНЫХ ТИПАХ ОРОШЕНИЯ

С. Имашева, М.Б. Атагельдиев, М.Б. Абдрешева, А. Мусабаева, Н. Тленбергенова, С. Жунусова

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У.Успанова
Алматы, Республика Казахстан, farida_kozybaeva@mail.ru

Почвы предгорий Заилийского Алатау все больше вовлекаются в поливное земледелие с обязательным проведением планировочных работ. Верхние плодородные горизонты почв срезаются и оказываются смешанными с подпочвенными горизонтами или глубоко погребенными. Исследования предусматривают улучшение физических, водно-физических, химических, физико-химических, биологических свойств и пищевого режима почвы для обеспечения большого мегаполиса - Алматы экологически чистыми овощными культурами.

Решение поставленной задачи позволят повысить биопродуктивность почв, улучшить социально-экономические и экологические условия населения большого мегаполиса Казахстана. Темно-каштановые почвы предгорий Заилийского Алатау обладают низкой структурностью, структурные агрегаты неводостойкие и быстро разрушаются при орошении. Поэтому на этих землях развита ирригационная эрозия, которая приводит к снижению плодородия почвы.

Почвенная структура является важным физическим свойством почвы, от которой зависят водные, воздушные, тепловые, солевые, пищевые режимы почв. Физические способы повышения плодородия почв осуществляются главным образом через воздействие на их сложение и структуру [Ковда, 1973].

Наиболее ценными структурными агрегатами по В.Р. Вильямсу [1935] являются отдельности диаметром 1-5-10 мм. Комковато-зернистая структура обеспечивает создание в почве водопроницаемость, водоустойчивая структура ослабляет скорость и высоту капиллярного передвижения воды в почве и уменьшает испарение воды с поверхности почвы. Комковато-зернистая структура почв создает в почве оптимальное соотношение между водой и воздухом, повышает воздухопроницаемость. Водоустойчивая структура является средством охраны пахотных почв от смыва и выдувания.

Известно, что структурообразование идет при комплексном влиянии корневых систем и микроорганизмов, а также под влиянием различных полимеров и мелиорантов. В качестве мелиоранта используем карбонизированный биоуголь, полученный при 400° пиролиза рисовой шелухи (местный богатый и дешевый материал). Биоуголь не только структурообразователь, но и улучшает физико-химические, химические и агрохимические свойства почвы. Разложение биоугля в почве процесс очень медленный в сравнении с органическим веществом почвы или растительными остатками [Kuzuyakov, Subbotina, Chen, Bogomolova, Xu, 2009] и следовательно, в почве сохраняется углерод, неопределимое значение биоугля в экологическом плане - секвестрация углерода в атмосфере.

В работах зарубежных авторов достаточно широко исследованы почвоулучшающие свойства биоугля, повышающие естественное плодородие почв, в том числе отмечается и улучшение почвенной структуры [Lehmann, Gaunt, Rondon, 2006].

Цель работы: изучить эффективность воздействия биоугля на свойства почв и ее плодородие.

Изучение влияния биоугля при разных типах орошения проводилось на опытных полях стационара филиала «НИИ картофельного и овощного хозяйства» МСХ РК, расположенном на предгорной равнине северного склона Заилийского Алатау на высоте 1050 м над уровнем моря. Опытный участок огражден с западной, южной и восточной сторон 2-3 рядами лесополосами. На этом участке более 70 лет возделываются овощные культуры. Территория опытных полей НИИКОХ занимает 150 га пашни предгорных темно-каштановых почв.

Полевые, опытно-полевые методы : изучение особенности агроландшафтов, закладка почвенных разрезов с описанием морфогенетических свойств почв и отбором почвенных образцов на аналитические исследования. Закладка полевых опытов с внесением в почву биоугля.

Лабораторно-аналитические исследования: определение физических, водно-физических, химических свойств почвы и элементов пищевого режима проводились общепринятыми в почвоведении и агрохимии методами.

Опыты были заложены по схеме: капельное орошение – контроль; капельное орошение – биоуголь; спринклерное орошение – контроль; спринклерное орошение – биоуголь; бороздковое орошение – контроль; бороздковое орошение – биоуголь. Площадь каждого участка $2,8 \times 10 = 28 \text{ м}^2$.

Перед закладкой опытов на участках определяли объемную массу и были взяты образцы на определение полевой влажности почв. Результаты определений в 4 точках участка показали: в пахотном слое 0-27 см объемная масса почвы в исходном состоянии колеблется в пределах 1,21-1,26 г/см³. В подпахотном слое объемная масса почвы составляет 1,22-1,35 г/см³. В нижнем горизонте почва уплотнена. Полевая влажность в верхнем пахотном слое составляет 19,1-21,0 %, а в нижнем горизонте влажность почвы выше, чем в верхнем горизонте 20,1-25,1 %.

Гранулометрический состав почв оказывает большое влияние, как на почвообразовательный процесс, так и на сельскохозяйственное использование почв. От него в значительной степени зависит интенсивность многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, перемещением и накоплением органических и минеральных соединений в почве. В процессе почвообразования гранулометрический состав изменяется. Верхние горизонты почвенного профиля обогащаются илистыми частицами в результате накопления глинистых минералов и гумуса; при лессиваже и других процессах происходит перенос ила или продуктов его распада из верхних горизонтов в нижние. По гранулометрическому составу почв и особенно по содержанию илистой фракции можно судить о динамике и особенностях почвообразовательного процесса в агроландшафтах. Исследуемые предгорные темно-каштановые почвы опытного участка, развитые на лессовидных суглинках, по классификации Качинского [1963], являются средне и тяжелосуглинистыми. Фенологические наблюдения за ростом и развитием овощных культур показали, что капустная рассада безболезненно принялась, развивалась и формировала кочаны. Картофель дал дружные всходы, и стадия цветения прошла своевременно. Развитие капусты в условиях капельного орошения и внесения биоугля отличается от контроля и бороздкового полива параметрами листьев, их количеством и качеством формирования кочан. Картофель при внесении биоугля отличается по высоте растений. С помощью систем капельного орошения, можно удерживать влажность почвы в оптимальных пределах, это обеспечивает интенсивное дыхание корней на протяжении всего цикла роста, не прерывающееся во время или непосредственно после орошения. В период вегетации сельхозкультур, в условиях капельного орошения, на варианте капуста контроль средняя полевая влажность из 3-х определений в пахотном слое (0-27 см) составляет 14,82-17,66 %, на варианте с биоуглем полевая влажность составляет в среднем 15,85-30,1 %. Объемная масса почвы на контроле 1,07-1,26 г/см³, на варианте с биоуглем объемная масса 1,07-1,32 г/см³. В отличие от капельного орошения, спринклерное повышают влажность воздуха в приземном слое и снижают температуру почв. В условиях спринклерного орошения картофеля полевая влажность на контроле ниже (13,83-21,36 %), чем на варианте с биоуглем (18,60-21,42 %). Объемная масса почвы на контроле ниже, чем на варианте с биоуглем. Возможно, это связано с т.е. капли, ударяя, разбивают и измельчают почвенные частицы, которые забивают почвенные поры и уплотняют почву. Агротехническая обработка (окучивание) картофеля в период вегетации также уплотняет почву. В условиях бороздкового полива капусты влажность почвы на контроле показывает низкие величины – 9,08-11,55 %, на варианте с биоуглем влажность составляет от 11,85 до 14,27 %, т.е.

влажность выше на варианте с внесением биоугля. Объемная масса при бороздковом поливе, как на контроле, так и на варианте с биоуглем в пределах 1,02-1,1 г/см³. Как известно, в формировании почвенного плодородия ведущая роль принадлежит гумусу, содержание, запасы и состав которого определяют многие важные агрономические свойства и продуктивность почвы [Кононова, 1951]. В исходных почвах содержание гумуса (0-20 см слое) в одних пределах до орошения от 2 до 2,5 %. Внесение биоугля ощутимых результатов на содержание гумуса при капельном орошении не оказало. Говорить о влиянии биоугля на содержание почвенного гумуса еще рано, как отмечают исследователи разложение биоугля в почве процесс очень медленный в сравнении с органическим веществом почвы или растительными остатками [Kuzuyakov, Subbotina, Chen, Bogomolova, Xu, 2009]. Существенная разница в содержании гумуса отмечается при бороздковом поливе 2 52 % на контроле, с биоуглем 2,97 %. При бороздковом орошении скорее всего увеличение гумуса объясняется привнесением тонких илистых фракций обогащенных органикой с поливными водотоками. При капельном орошении отмечается снижение гумуса на контроле и на варианте с биоуглем по сравнению с исходными данными. В исходных почвенных образцах, взятых с различных точек предполагаемых вариантов, сумма поглощенных оснований в среднем в пахотном слое составляет 16,35 мг/экв, в подпахотном слое 16,11 мг/экв на 100г почвы. Для предгорных темно-каштановых почв этот показатель больше 20. Учитывая количественное содержание гумуса в исходных образцах, следует сказать, что почвенное плодородие участка в настоящем ниже плодородия свойственное почвам целины, поэтому сумма поглощенных оснований представлено небольшими количественными величинами. С поглотительной способностью связаны важнейшие особенности почвообразовательных процессов и многие свойства, определяющие плодородие почв. Коллоиды, удерживающие большое количество воды, называются гидрофильными. К ним относятся коллоиды, насыщенные Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} . Почвы исследуемого объекта насыщены катионами Ca^{++} , Mg^{++} . На долю поглощенного кальция приходится от 86,36 до 86,68 % в пахотном слое, в подпахотных слоях от 85,89 до 86,95 %. Такая закономерность наблюдается и в содержании поглощенного магния.

Исходя из вышеизложенного следует вывод:

- внесение биоугля в темно-каштановые почвы сохраняют влагу в почве по всем культурам (капуста, картофель) при различных условиях орошения;
- особых различий в объемной массе почвы по вариантам с капустой не наблюдается;
- спринклерное орошение, агротехническая обработка картофеля увеличивают объемную массу почвы под картофелем отличается повышенными величинами.

Литература

1. Ковда В.А. Основы учения о почвах, кн. 1-2. – М., 1973. – 432 с.
2. Kuzuyakov Y., Subbotina I., Chen H., Bogomolova I., Xu X. Black carbon decomposition and incorporation into soil microbial biomass estimated by ¹⁴C labeling // Soil Biology and Biochemistry 41. – 2009. – P. 210-219.
3. Lehmann J., Gaunt J., Rondon M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems- a review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 11. – 2006. – P. 403-427.
4. Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1969. – 67 с.
5. Качинский Н.А. Структура почвы. – М.: Наука, 1963. – С. 90-99.
6. Козыбаева Ф.Е., Сапаров А.С., Сапаров Г.А. Сравнительная характеристика гранулометрического макро- и микро агрегатного состава темно-каштановых почв и их значение в плодородии // Известия МОиН РК. Серия биологическая и медицинская. – Алматы, 2002. – № 6. – С. 96-104.
7. Кононова М.М. Проблемы почвенного гумуса и современные задачи его изучения. – М., 1951. – С. 273-276.

Научный руководитель: Козыбаева Ф.Е. – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник отдела экологии почв КазНИИПиА им. У.У. Успанова.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НОВОКУЗНЕЦКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

О.С. Исаева¹, В.Г. Двуреченский²

¹ Иркутский государственный университет

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
dvu-vadim@yandex.ru

В регионах с высокой техногенной нагрузкой созданы сотни гектаров техногенно нарушенных земель, свойства и режимы функционирования которых не соответствуют природно-климатической обстановке. Поэтому такие территории представляют собой эоклин в природных ландшафтах региона.

Снижение негативных последствий техногенного преобразования естественных ландшафтов возможно методами биологической рекультивации различного направления. После проведения рекультивационных работ дальнейшее восстановление происходит естественным образом, путем развития растительности и процессов почвообразования на нарушенных территориях. При этом в зависимости от вида техногенных объектов и направления рекультивационных работ скорость восстановления может значительно различаться, что определяется наличием ресурсов рекультивации на данной территории, технологий рекультивации и почвенно-экологическим состоянием нарушенных территорий.

Целью работы послужило исследование почвенно-экологического состояния основных видов техногенных объектов Новокузнецкого промышленного узла и выявление перспектив их развития и восстановления.

После техногенной фазы формирования ландшафта, на которой формируется каркасная основа ландшафта, рельеф, породы, восстановление растительного и почвенного покрова может происходить по двум основным направлениям: 1. В процессе выполнения рекультивационных работ методами преобразования исходного техногенного субстрата создаются техноземы – почвоподобные образования с искусственно сформированным корнеобитаемым слоем [Андроханов и др., 2000]. 2. В результате естественного восстановления растительности без улучшения техногенного субстрата на поверхности техногенных ландшафтов начинают развиваться эмбриоземы, в которых почвенные свойства и режимы находятся на начальной стадии формирования [Курачев, Андроханов, 2002].

Согласно ГОСТ 17.5.1.01–83, рекультивационные работы выполняются в 2 этапа. На первом (горнотехническом) этапе происходит выполаживание отвалов. В дальнейшем на спланированные участки отсыпается плодородный слой почвы (ПСП) или смесь ПСП с потенциально плодородными породами (ППП), или же используются различные мелиоранты для улучшения техногенного субстрата. Таким образом, сформированные техноземы приобретают профиль, состоящий из двух и более слоев. Первый слой – это субстрат отвала. Второй слой – это искусственно созданный корнеобитаемый слой, состоящий из ПСП или ПСП+ППП, или из улучшенного техногенного субстрата, мощностью от 20 см и более. Иногда между породой и корнеобитаемым слоем отсыпается экранирующий слой из PPP. На втором (биологическом) этапе рекультивации на сформированных участках техноземов проводится посадка деревьев, или посев многолетних трав (фитомелиорация), или других культур согласно выбранному направлению рекультивации.

При естественном самозарастании техногенных объектов, сингенетично с развитием растительного покрова формируется специфический почвенный покров. В составе нового формирующегося почвенного покрова преобладают четыре основных типа эмбриоземов: инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные, которым соответствует определенная стадия развития растительной сукцессии. При этом скорость развития растительной сукцессии и формирования замкнутого фитоценоза и, соответственно, наиболее развитых гумусово-аккумулятивных эмбриоземов, в первую очередь, будет

зависеть от свойств техногенного субстрата и рельефа, образованных при формировании техногенного ландшафта, а также, в некоторой степени, и от специфики экологических условий в районе расположения техногенного ландшафта [Андроханов, Курачев, 2010].

Таким образом, формирующийся почвенный покров на техногенном объекте, может быть использован в качестве индикатора развития процессов рекультивации и оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов. Чем выше скорость прохождения стадий растительной сукцессии и стадий развития эмбриоземов, тем лучше почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов. Наличие в составе почвенного покрова техногенных ландшафтов эмбриоземов гумусово-аккумулятивных свидетельствует об благоприятных перспективах восстановления, и, наоборот, если в составе почвенного покрова техногенных ландшафтов преобладают наименее генетически развитые эмбриоземы инициальные и органо-аккумулятивные, то прогноз для восстановления техногенно нарушенных территорий менее благоприятный, а значит, почвенно-экологическое состояние экосистемы будет неудовлетворительное.

Для выполнения исследовательских работ были выбраны наиболее распространенные техногенные объекты, созданные по различным технологиям, на территории городов Новокузнецк и Мыски Кемеровской области. Материал для исследований отбирался с отвалов складированных промышленных отходов, которые образовались в результате деятельности металлургической, энергетической и угледобывающей промышленности.

ОАО «Абагурская обогатительно-агломерационная фабрика» выполняет работы по обогащению железной руды методом мокрой магнитной сепарации. Томь-Усинская ГРЭС – крупнейшая тепловая электростанция на юге Западной Сибири. Топливом служат низкосортные газовые угли Кузнецкого бассейна, Хакасского месторождения и мазут. Источник водозабора – р. Томь. Общая площадь золоотвалов, образовавшихся за время работы станции, составляет более 300 га. Техногенный ландшафт углераза «Байдаевский» представляет собой внешний транспортный отвал вскрышных и вмещающих пород сформированный в результате угледобычи. Отсыпка отвала производилась на поверхность возвышенной формы рельефа (холм) более 35 лет назад. Общая площадь отвала составляет около 100 га. Основная часть материала отвала, представлена осадочными породами: песчаниками, алевролитами, аргиллитами, с некоторой примесью суглинистых пород.

Для определения типового состава и особенностей формирования почвенного покрова техногенно нарушенных территорий в черте городов юга Кузбасса использовалась классификация почв техногенных ландшафтов, разработанная в лаборатории рекультивации почв ИПА СО РАН [Курачев, Андроханов, 2002].

Формирование эмбриоземов диагностирует начальные стадии почвообразования. Верхний слой техногенных пород молодых почв безгумусовый, поэтому инициальная стадия почвообразования морфологически не выражена. Со временем при развитии растительности формируется первый типодиагностический горизонт A_0 (растительный опад), который указывает на переход инициальных эмбриоземов в эмбриоземы органо-аккумулятивные. Смена рудеральной травянистой растительности на злаковое разнотравье приводит к формированию дернины и выделения дернового горизонта A_d (дернина). Таким образом, диагностируются эмбриоземы дерновые. В дальнейшем, при накоплении гумусовых веществ в дерновом горизонте, в субстрате отвала начинает морфологически проявляться гумусово-аккумулятивный горизонт (A_1), что определяет образование эмбриоземов гумусово-аккумулятивных.

Почвенный покров Абагурского хвостохранилища, в результате замедленного естественного восстановления растительности, представлен эмбриоземами инициальными. На опытных площадках с применением почвоулучшителей (осадков сточных вод) сформировались техноземы органогенные. На участках проведения лесной рекультивации без улучшения свойств субстрата почвенный покров представлен эмбриоземами органо-аккумулятивными. При проведении рекультивационных работ на хвостохранилище

Абагурской аглофабрики необходимо учитывать природные факторы, а также наличие местных ресурсов рекультивации.

В ходе обследования территории золоотвалов Томь-Усинской ГРЭС установлено, что формирующийся почвенный покров представлен, в основном, эмбриоземами инициальными и, в незначительной мере, эмбриоземами органо-аккумулятивными (на старых участках с проведенной лесной рекультивацией). В составе почвенного покрова золоотвала, которому 20 лет, определяются эмбриоземы инициальные с пионерной растительной группировкой. Развитие растительного и почвенного покровов практически не происходит. Поэтому почвенно-экологическое состояние данного техногенного объекта характеризуется как неудовлетворительное.

На поверхности отвала углераза «Байдаевский», в результате проведения рекультивационных работ, более 20 лет назад были сформированы техноземы, а также участки с лесной рекультивацией. Почвенный покров в этом техногенном ландшафте представлен эмбриоземами всех 4 типов, а также техноземами гумусово-аккумулятивными. Материал отвала состоит из хаотичной смеси вскрышных и вмещающих пород (суглинки, песчаники, алевролиты и аргиллиты). Субстрат не фитотоксичен, тем не менее, на начальных этапах освоения является малоприспособленным по физико-механическим свойствам.

В результате самовосстановления и проведения рекультивационных работ различного направления, почвенный покров Байдаевского отвала включает в себя практически все типы эмбриоземов и техноземов. На участках отвала с наиболее благоприятными условиями для почвообразования, которые способствовали естественному развитию процессов почвообразования (большое количество суглинистого материала в составе субстрата), сформировались эмбриоземы гумусово-аккумулятивные. На участках отвала с неблагоприятными условиями (с преобладанием плотных песчаников и углистых пород), почвообразование приостановилось на начальных стадиях – инициальной и органо-аккумулятивной. На поверхности отвала за 30-40 лет произошло естественное развитие растительных сукцессий до стадии сложного замкнутого фитоценоза. На таких участках образовались эмбриоземы гумусово-аккумулятивные. Практически восстановленный растительный и почвенный покров отвала характеризует почвенно-экологическое состояние данного техногенного ландшафта как хорошее, а прогноз дальнейшего естественного восстановления нарушенной территории считается благоприятным.

Проведенные исследования показали, что почвенно-экологическое состояние техногенных объектов связано, в первую очередь, со свойствами почвообразующих пород, а так же с другими факторами почвообразования, которые оказывают существенное влияние на скорость восстановления почвенного покрова на техногенных объектах при их самозарастании или рекультивации. На поверхности техногенных ландшафтов формируется почвенный покров, который представлен сочетанием различных типов эмбриоземов и техноземов. Каждый тип эмбриоземов и соотношение площадей занимаемых тем или иным типом характеризует, определяемый законами сингенеза, уровень жизнедеятельности биоценоза, а также общее почвенно-экологическое состояние техногенного ландшафта. Исследованиями выявлено, что на хвостохранилище Абагурской аглофабрики и золоотвале Томь-Усинской ГРЭС почвенно-экологическое состояние неудовлетворительное, так как в составе почвенного покрова преобладает инициальный тип эмбриоземов, и практически нет естественного развития растительности. На отвале углераза «Байдаевский» почвенно-экологическое состояние оценивается как хорошее, так как в составе почвенного покрова диагностируются эмбриоземы поздних стадий эволюции – дерновые и гумусово-аккумулятивные, а стадии развития растительности достигают сложного фитоценоза.

Литература

1. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.

2. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. – Новосибирск: «Наука» Сибирская изд. фирма РАН, 2000. – 200 с.
3. Курачев В.М., Андроханов В.А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. – 2002. – № 3. – С. 255–261.

УДК 631.4:911.52

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ В СИСТЕМЕ СОПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИОБСКОГО ПЛАТО

С.Ю. Капустянчик

Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства Россельхозакадемии, Краснообск, Kapustjanchiksv@mail.ru

Система агроэкологической оценки сельскохозяйственных земель включает в себя комплекс разнородных показателей – это характеристика почвенных условий, факторов почвообразования (микроклимата, литологии, рельефа), агрономическая оценка пахотных массивов (показатели состояния посевов, засоренности полей, урожайности сельскохозяйственных культур) и др.

Цель исследований – оценить агроэкологические свойства почв в зависимости от местоположения элементарных ландшафтов.

Методика. Объектом исследования являлся агроландшафт Новосибирского Приобья, расположенный в Центральном-лесостепном Приобском агроландшафтном районе (согласно районированию СибНИИЗХим [Адаптивно-ландшафтные системы..., 2002]).

Исследования проводились в ландшафтной системе, представляющей собой сочетание плакорного участка четвертой речной террасы реки Обь и ее склона к третьей террасе. Совокупность пунктов мониторинга отражает соподчиненные элементы рельефа в рамках единой катены, которая рассматривается в данном исследовании как природная модель ландшафта [Методологические и методические..., 1988] (рис.1). Общая длина катены составляет 1400 м, расстояние между наблюдательными пунктами 200-250 м.

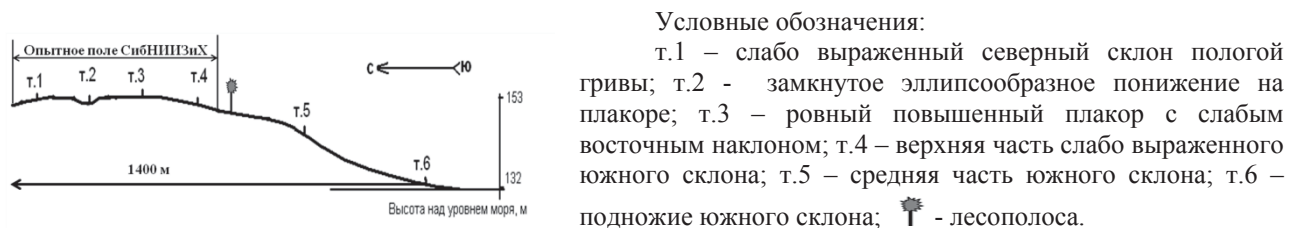


Рис. 1. Схема катены и взаимное расположение пунктов мониторинга

Плакорный участок отделен от склона лесополосой, ориентированной с запада на восток. В его пределах можно выделить следующие элементы мезорельефа: слабо выраженную водораздельную часть (точка 3), осложненную микрозападинами (точка 2) и локальными уклонами северной экспозиции (точка 1). Водораздельная часть имеет абсолютные высоты 149 -151 м над уровнем моря и характеризуется слабым наклоном поверхности ($0,3^\circ$) на восток. Характер поверхности довольно ровный, хотя встречаются единичные неглубокие (до 1 м) микрозападины. Северный участок водораздела имеет угол наклона менее $0,5^\circ$. Количество микрозападин и их размеры существенно увеличиваются. На их долю здесь приходится 20% площади. Кроме блюдцеобразных понижений появляются и ложбинообразные. Южный склон участка имеет сложную форму: в верхней части он прямой в профиле, угол наклона $1,5^\circ$ (точка 4); средняя часть характеризуется перегибом

выпуклой формы с углом наклона 6° ; нижняя часть склона, переходящая в подножие, вогнутая в профиле, имеет угол наклона $0,5^\circ$. Абсолютная высота у подножия склона 134,1 м над уровнем моря. В плане склон в целом имеет собирающую форму. Общая длина склона 550 м.

Фоновой почвой является чернозем выщелоченный среднесмытый малогумусный. В плакорной части участка он представлен дырчатым ареалом с вкраплениями темно-серых лесных почв. В северной части плакорного участка «дырки» заняты темно-серыми лесными поверхностно-глееватыми почвами. На склоновой части участка к выпуклой части склона приурочены черноземы выщелоченные среднесмытые, которые сменяются ареалами чернозема выщелоченного слабосмытого. В нижней части склона в локальных микропонижениях сформировались ареалы чернозема выщелоченного намытого.

Наблюдения на катене проводились в 2005–2012 гг. в зерновом (плакорный участок) и зернотравяном (эрозионный склон) агроценозе.

Исследуемые параметры: гранулометрический состав и физико-химические свойства почв катены, микроклиматические условия почв – температура почвы на глубине 0-20 см, запасы продуктивной влаги.

Результаты исследований и их обсуждение.

Свойства почв катены. По гранулометрическому составу почвы относятся к средне- и легкосуглинистым, заметно преобладание фракции крупной пыли по всему профилю. На плакоре в горизонтах A_n и A_1 чернозема выщелоченного содержится физической глины 32-34%, в эродированных вариантах чернозема выщелоченного – 24-29%, в темно-серых лесных поверхностно-глееватых почвах – 38-39%. Содержание гумуса на территории опытного участка варьирует в диапазоне 3,8-6,6%, емкость катионного обмена (по сумме поглощенных катионов) – 21-22 мг-экв/100 г почвы, pH – от 6,0 в темно-серых поверхностно-глееватых до 7,0 в черноземах выщелоченных. Несмотря на некоторые различия в свойствах чернозема выщелоченного и темно-серой лесной поверхностно-глееватой почвы, значения показателей физико-химических свойств находятся в оптимальном диапазоне агроэкологических условий для развития зерновых культур. Однако эти почвы существенно различаются по плотности: в черноземах выщелоченных объемная масса почвы изменяется от $1,05 \text{ г/см}^3$ в пахотном слое до $1,25 \text{ г/см}^3$ в подпахотном и во втором полуметре почвенного профиля, в темно-серых лесных поверхностно-глееватых – от $1,14 \text{ г/см}^3$ в A_n до $1,39 \text{ г/см}^3$ в слое 30-40 см. В микрозападинах это обуславливает застойный режим увлажнения в период снеготаяния и задержку начала весенних полевых работ.

Оценка микроклиматических условий катены. Температурный режим. В течение вегетационного периода температура почвы значительно варьирует, причем на разных элементах рельефа степень варьирования различна. Максимальное варьирование в прогреве поверхности почвы отмечалось в конце весны – начале лета, когда приход солнечной радиации особенно велик, а поверхность почвы еще не защищена растительным покровом. В это время наименьшие значения дневной температуры на поверхности почвы $+26...+27^\circ$ наблюдались на участках северной и центральной части плакора и в микрозападине, а наиболее прогретой оказывалась средняя крутая и нижняя выположенная часть южного склона, где температура достигала $+39^\circ$.

В целом данные, полученные за вегетационный период, позволяют разделить исследуемую территорию на три группы участков с различным температурным режимом (табл. 1).

Первая – плакор с наиболее стабильным температурным режимом в течение вегетационного периода (т.1, т.3, т.4), вторая – микрозападины на плакоре (т.2): по суммарному набору тепла они существенно отстают от окружающих массивов, в весеннее время в них долго сохраняются пониженные температуры. Третья – склон южной экспозиции с повышенной контрастностью температурного режима (т.5, т.6).

Таблица 1

Средние за вегетационный период значения дневной температуры почвы в слое 0-20 см

Номер наблюдательной площадки	Элемент рельефа на катене	Температура почвы, °С
т.1	Северная часть плакора	19,20
т.2	Микрозападина	18,19*
т.3	Центральная часть плакора (контроль)	19,19
т.4	Верхняя пологая часть мезосклона	19,36
т.5	Средняя крутая часть мезосклона	19,79*
т.6	Нижняя выположенная часть мезосклона	19,75*
НСР ₀₅		0,2

*- различия по сравнению с контролем статистически доказаны

Продуктивная влага. Усредненные за годы исследований и за вегетационный период данные по запасам продуктивной влаги показали, что режим увлажнения также существенно различается в зависимости от элементов рельефа (табл. 2).

Таблица 2

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, усредненные за вегетацию, мм

Номер наблюдательной площадки	Элемент рельефа	Продуктивная влага, мм
т.1	Северная часть плакора	80,0
т.2	Микрозападина	165,0*
т.3	Плакор (контроль)	71,7
т.4	Верхняя пологая часть склона	71,1
т.5	Средняя крутая часть склона	64,4
т.6	Нижняя выположенная часть склона	45,0*
НСР ₀₅		15,1

* - различия по сравнению с контролем статистически доказаны.

Динамика запасов продуктивной влаги в течение вегетационного периода по всем элементам рельефа характеризуется резким снижением в фазе колошения яровой пшеницы, а к фазе восковой спелости в микрозападине они составляют 140 мм в слое почвы 0-100 см, в северной и центральной части плакора и верхней части южного склона снижаются до 40 мм, в почвах подножия южного склона до 30 мм, что соответствует состоянию "засуха".

Выводы. Различия в значениях гранулометрического состава и показателей физико-химических свойств чернозема выщелоченного и темно-серой лесной поверхностно-глееватой почвы находятся в оптимальном диапазоне агроэкологических условий развития зерновых культур. Однако по физическим свойствам, в частности по плотности почв, черноземы выщелоченные и темно-серые лесные поверхностно-глееватые почвы существенно различаются. Повышенная плотность темно-серых лесных поверхностно-глееватых почв обуславливает застойный режим увлажнения в микрозападинах в период снеготаяния и задержку начала весенних полевых работ.

Микроклиматические свойства почв в зависимости от приуроченности к элементам рельефа существенно различаются.

Полученные результаты по тепловому и водному режимам почв различных элементов рельефа, а также особенности почвенного покрова позволяют выделить три

агроэкологических вида земель: плакорные земли, плакорные с микрозападинным рельефом, эрозионные. В соответствии с ландшафтно-экологической классификацией земель [Агроэкологическая оценка земель..., 2005] первые два вида относятся к агроэкологической группе земель плакорные, третий – к группе эрозионных. Экологическая типизация земель используется для адаптации земледелия к условиям агроландшафта.

Литература

1. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 388 с.
2. Методологические и методические аспекты почвоведения / Бахнов В.К., Гамзиков Г.П., Ильин В.Б. и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 168 с.
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: Методическое руководство. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.

УДК 631.48

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ФИТОТОКСИЧНОМ ОТВАЛЕ И НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ

Ч.Ф. Мураталиев, Т. Мурат, М.Б. Абдрешева, М. Атагельдиев, З.Н. Талуенко

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У. Успанова, Алматы, Республика Казахстан, farida_kozybaeva@mail.ru

Экологические проблемы, вызванные хозяйственной деятельностью человека, имеют комплексный характер. В значительной степени они обусловлены включением в миграционные потоки всех основных цепей техногенных токсикантов, в том числе и тяжелых металлов. Доля металлов в выбросах промышленных предприятий достигает 80–90 % от общей массы. Среди множества видов деятельности человека добыча, переработка и утилизация полезных ископаемых при существующих технологиях наносят наибольший вред естественным местообитаниям животных и растительных организмов, изменяют природные ландшафты, вызывают деградацию существующих биогеоценозов, нарушение связей в биоте, осложнение экологической и санитарной обстановки в населенных пунктах и т.д. Загрязнение окружающей среды происходит за счет развеивания и размывания хвостохранилищ обогатительных фабрик, отвалов руды и рудовмещающих пород, образующих интенсивные потоки рассеяния в водные системы и локальные ареалы рассеяния в почву. Значительную долю в потоке поллютантов составляют пылегазовые выбросы в атмосферу в процессе обогащения руды и пылевые выбросы при открытых горных разработках, загрязняющие атмосферу и приводящие к техногенным аномалиям почв. Избыточное количество отходов, поступающих в процессе функционирования горнодобывающих предприятий, приводит к нарушению устойчивого равновесия в природных экосистемах. Исследования особенностей аккумуляции тяжелых металлов древесными растениями связаны с необходимостью оценки биосферных и средостабилизирующих функций древесных, выполняющих роль фитофильтра на пути распространения поллютантов в окружающей среде. Древесные растения поглощают и нейтрализуют часть атмосферных поллютантов, задерживают пылевые частицы, сохраняя прилегающие территории от пагубного воздействия экотоксикантов [Андроханов и др., 2000]. При выборе древесных пород для создания санитарно-защитных насаждений и рекультивации нарушенных земель предпочтение отдается в первую очередь тем породам, которые являются коренными обитателями мест предполагаемой посадки, отличаются малотребовательностью к условиям произрастания, высокой засухо- и морозоустойчивостью, характеризуются быстрым ростом, декоративностью, устойчивостью

к промышленным загрязнителям и способностью их аккумулировать в наибольшей степени. Взаимодействие "металл – растение" сложное и многогранное явление, при котором необходимо учитывать особенности попадания токсиканта в окружающую среду, фитотоксичность поллютантов, ответные реакции организма на попадание токсичных ингредиентов в окружающую среду и растение, а также множество других аспектов. Основной целью исследования химического состава растений является изучение морфофизиологических изменений при биоаккумуляции металлов в древесных растениях, выявление особенностей адаптации и устойчивости древесных растений в условиях полиметаллического загрязнения окружающей среды. Объектом исследований являются рекультивированные участки отвала 2 Тишинского месторождения Восточно-Казахстанской области. Растения озоляли в лаборатории Института для определения элементного состава. В лаборатории ИЯФ ядерно-физическими методами были определены химические элементы в растениях и древесно-кустарниковых культурах техногенных ландшафтов и рекультивированного фитотоксичного отвала. По результатам аналитических данных были построены последовательные ряды аккумуляции тяжелых металлов в вегетативных органах травянистых растений и древесно-кустарниковых растений. Пути миграции загрязнителей окружающей среды в биосфере многочисленны. Однако они всегда проходят через уровень продуцентов. Часть поллютантов проникает в растения через листья, часть – через корневую систему. Некоторая доля аккумулируется в многолетних органах растений, а какое-то количество – в листьях. Известно, что благодаря явлению листопадности древесные растения способны избавляться от части токсичных соединений, накапливающихся в них. Этот способ, наряду с гуттацией и корневыми выделениями, является защитным механизмом, предохраняющим растительный организм от интоксикации и гибели. Следует отметить, что большая часть опавших листьев оказывается в непосредственной близости от деревьев, особенно в густых насаждениях, чем обеспечивается вторичное загрязнение верхнего слоя почвы токсикантами, содержащимися в ассимиляционных органах. Таким образом, основным путем поступления токсичных компонентов среды, в том числе и металлов, является корневая система. Несмотря на негативные последствия для растительных организмов, вызываемые первичным и вторичным загрязнением окружающей среды, биогеохимический цикл миграции токсикантов прерывается [Кулагин, Шагиева, 2005]. Травянистые формации служат одним из самых наглядных показателей состояния биосферы. Нами были проведены исследования по выявлению загрязнения растений такими тяжелыми металлами как свинец, кадмий и медь. Исследования проводились на травянистых растениях. Данные растения были выбраны не случайно, так как именно злаки являются наиболее чувствительными к содержанию анализируемых элементов. В последнее время свинец привлекает к себе большое внимание, так как является одним из основных компонентов загрязнения среды и обладает высокой токсичностью. В.Б. Ильин, М.Д. Степанова [1979] показали, что накопление свинца и кадмия происходит следующим образом (по нисходящей): корни > листья > семена. При выращивании кукурузы на почвах, загрязненных свинцом (от 29 до 510 мг/кг) в зерне токсикант не был обнаружен, хотя в стебле и листьях содержание свинца составляло 43 мг/кг [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989]. Наши данные показывают, что в травянистых растениях наибольшее скопление тяжелых металлов наблюдалось в опаде и в корнях (0-10см слое), наименьшее их содержание в укосе - $Zn > Cu > Pb > Fe$ (опад - $Pb > Zn > Cu > Fe$, корни 0-10 см - $Fe > Zn > Pb > Cu$, корни 10-20 см $Fe > Cu > Zn > Pb$). Данные наших исследований показывает, что аккумуляция и распределение тяжелых металлов у ивы в вегетативных органах (листья - $Cu > Fe > Pb > Zn$, ветки - $Zn > Pb > Cu > Fe$, корни - $Fe > Pb > Zn > Cu$) равномерное, а у березы наибольшее накопление тяжелых металлов наблюдается в корнях - $Fe > Cu > Zn > Pb$ (листья - $Zn > Pb > Cu > Fe$, ветки - $Pb > Zn > Fe > Cu$). Наряду с развитием и трансформацией искусственно созданного фитоценоза на участках, не затронутых рекультивацией, происходит самозарождение отвала. Вообще в процессе формирования фитоценозов можно выделить несколько сингенетических стадий: пионерная группировка, простая группировка (одновидовая или смешанная) и

сложная группировка, предшествующая появлению закрытого фитоценоза [Кулагин, Шагиева, 2005]. Длительность существования каждой стадии зависит от многих причин, в том числе от физических и химических свойств горных пород. На токсичных породах длительность существования пионерных группировок незначительная. Со временем пионерная группировка переходит в простую, в большинстве случаев смешанную, для нее характерно рассеянно-групповое распределение растений, у некоторых групп растений проявляется сомкнутость подземных органов. Простые группировки фитоценоза сменяются на стадию сложной группировки. Существует мнение, что отвалы как аккумулятивные формы неорельефа представляют собой особые места обитания живых организмов. В силу относительно небольших размеров они быстрее прогреваются, на каменистых породах не происходит застоя влаги и даже возможен ее недостаток. Все это создает более сухие условия для растений в вегетационный период, то есть происходит как бы сдвиг условий почвообразования в более южную сторону. В направлении техногенных пустошей устремляются потоки вещества и энергии в виде диаспор высших и низших растений, а также микроорганизмов, характерных для соответствующей природной зоны. Воздушными потоками на техногенные земли переносится значительное количество минеральных и органических веществ различной природы, но свойственных именно зональному ландшафту. Известно, что при самозарастании отвалов техногенный субстрат заселяется в первую очередь рудерально-сегетальными растениями, занесенными с соседних территории [Андроханов и др., 2000]. В настоящее время растительное сообщество отвала представлено фрагментарным березовым и сосновым подростом при слабом развитии травянистой растительности. Особая активность при самозарастании безжизненных поверхностей наблюдается у сосны: молодые ее поросли растут в микропонижениях отвала. В местах произрастания березы, ее корни не проникают вглубь, а как бы стелются на поверхности. На поверхности грунта аккумулируется маломощный слой подстилки, состоящей из раздробленных остатков лишайниково-моховых колоний. Слабое зарастание отвала в первую очередь связано с повышенной кислотностью среды. В литературе встречаются работы, в которых кислотоустойчивость растений разделяется на устойчивость их к избытку определенного вида ионов: водорода, алюминия, марганца и т.д. [Богашева и др., 1982]. Растительное сообщество отвала представлено березой, сосной, слабо развитой изреженной травянистой растительностью [Козыбаева, Бейсеева, 2010]. На рекультивированном участке древесно-кустарниковые породы достигли половозрелого возраста и создали свою фитосреду. Сосна – с успехом применяется в степном и полезащитном лесоразведении, является главной породой при создании ландшафтных парков и лесных культур на песках. У них размножение идет семенами и корнеотпрысковым путем. На рекультивированном участке хорошо растет карагана. Карагана - высокий кустарник, до 2-7 м высотой, с гладкой зеленовато-серой корой. Высота караганы на рекультивированном участке от 1 до 3 м. Корневая система стержневая, проникает до 50 см в почвогрунты. Основная масса боковых ответвлений корневых систем располагаются в приповерхностных слоях грунтов (20-25 см.). Фитомелиоративное свойство данного кустарника заключается в закреплении почвогрунтов и проявлении их устойчивости к эрозионным процессам. Корневая система стержневая, способна образовывать корнеотпрыски, отодвигая дочерние побеги на расстояние 30-40 см. Обладает большим семенным ресурсом. Семена караганы распространяются ветром, поэтому на рекультивированном участке их много, на близлежащие отвалы не поселяется, не переносит кислую среду отвальных пород. Нетребовательна к почвенно-грунтовым условиям, светолюбивая занимает часто непригодные для других видов площади: пески, болота.

Литература

1. Андроханов В.А, Овсянникова С.В., Курчев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирования. – Новосибирск: Наука, 2000. – 200 с.

2. Кулагин А.А., Шагиева Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / Отв. ред. Г.С. Розенберг. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
3. Ильин В.Б., Степанова М.Д. Относительные показатели загрязнения в системе почва-растение // Почвоведение. – 1979. – № 11. – С. 61-67.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 250 с.
5. Богашева Л.Г., Бельский Г.О., Вялов А.В. Категории нарушенных земель и перспективы рекультивации в ВКО. 5 республиканская конференция почвоведов Казахстана. – Алматы: Кайнар, 1982. – С. 292-293.
6. Козыбаева Ф.Е., Бейсеева Г.Б. Экологическая оценка рекультивированных земель Тишинского отвала // Сб. «Современное состояние почвенного покрова, сохранение и воспроизводство плодородия почв». / Международная научная конференция посвященная 65-летию КазНИИПиА им. У.У. Успанова. – Алматы, 2010. – С. 502-505.

Научный руководитель: Козыбаева Ф.Е. – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник отдела экологии почв КазНИИПиА им. У.У. Успанова.

УДК 631.46.467

ВИДОВЫЕ И ЧИСЛЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИКРОФАУНЫ В ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ПРИ РАЗНЫХ ТИПАХ ОРОШЕНИЯ

А. Мусабаева, Н. Тленбергена, С. Имашева, С. Жунусова, М.Б. Абдрешева

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова
Алматы, Республика Казахстан, farida_kozybaeva@mail.ru

Животный мир почв многообразен по видовому составу, а его биомасса намного превышает массу всего животного населения Земли. Наиболее многочисленна группа членистоногих, среди которых постоянно открываются все новые и новые виды, ранее неизвестные науке. Среди членистоногих наибольшее распространение имеет класс насекомых, на долю которого приходится более 70 % всех видов. Взрослая стадия развития у насекомых (имаго) и их личинки являются постоянными обитателями всех типов почв. В сообществе с разнообразными группами всех живых организмов они способны обеспечивать устойчивое равновесие биологических процессов в почве, обуславливающих ее плодородие [Гиляров, 1969]. Именно деятельности животных почва часто бывает обязана своей зернистой структурой. Оценка реальной роли животных в почвообразовательных процессах произошла значительно позже и была связана с решением практических задач защиты сельскохозяйственных и лесных культур, сохранения плодородия почвы и повышения урожайности. Почвенный покров вместе с его обитателями играет роль универсального биологического сорбента и нейтрализатора загрязнений, минерализатора различных органических веществ [Ковда, 1973].

Мелкие членистоногие являются хорошей индикаторной группой для решения задач экологического мониторинга [Гиляров, 1969, 1982]. Структура комплекса коллембол и ногохвосток хорошо отражает особенности почвенно-экологических и климатических факторов.

Изучение влияния биоугля при разных типах орошения проводилось на опытных полях стационара филиала «НИИ картофельного и овощного хозяйства» МСХ РК, расположенном на предгорной равнине северного склона Заилийского Алатау на высоте 1050 м над уровнем моря. Опытный участок огражден с западной, южной и восточной сторон 2-3 рядами лесополос. На этом участке более 70 лет возделываются овощные культуры. Территория опытных полей НИИКОХ занимает 150 га пашни предгорных темно-каштановых почв.

Полевые методы исследования: изучение особенности агроландшафтов, закладка почвенных разрезов с описанием морфогенетических свойств почв, отбор почвенных образцов на аналитические и зоологические исследования.

Почвенно-зоологические методы: пробы почвы на микрофауну брались стандартной методикой [Гиляров, 1969] по слоям 0-5 см и 5-10 см., экстракция представителей микрофауны производили в полевых условиях в термоэлектрореакторе Тулгрена. С последующим определением представителей микрофауны почвы в лаборатории.

Лабораторно-аналитические исследования: определение физических, водно-физических, химических свойств почвы и элементов пищевого режима проводились общепринятыми в почвоведении и агрохимии методами.

Цель работы: изучение влияния биоугля на качественный и количественный состав микрофауны почв при разных типах орошения.

Темно-каштановые почвы предгорий Заилийского Алатау интенсивно используются в земледелии. При изучении данных почв выявили яркое проявление эрозионных процессов в условиях орошения. Одним из противоэрозионных мер является использование биоугля, как структурообразователя и имеющего большой потенциал в повышении содержания органического углерода и сохранении плодородия почвы. Биоуголь наносили на поверхность почвы, затем запахивали его на глубину 27 см.

В исследованных пробах почв нами были обнаружены следующие группы беспозвоночных: панцирные клещи (*Oribatei*) - представители 4 родов; ногохвостки (*Collembola*) – представители 8 родов; двухвостки (*Diplura*), многоножки, муравьи, личинки двукрылых.

Наши данные показывают, что по видовому составу и численности компонентов, доминирующее положение занимают ногохвостки (*Collembola*) составляя 61,5% от общего числа всех компонентов микроартропод. Панцирные клещи (*Oribatei*) составили соответственно – 30,7%, двухвостки (*Diplura*) – 7,7 % (рисунок 1).

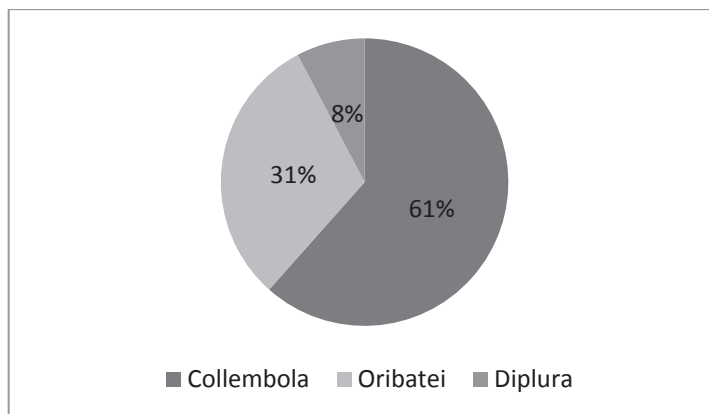


Рисунок 1 – Видовой состав микроартропод

Среди микрофауны доминирующее положение занимают представители рода *Isotoma* и *Onychiurus*. Панцирные клещи (*Oribatei*) представлены родами: *Hypochthonus*, *Nothrus*, *Oppia*, *Oribatulla*.

Двухвостки (*Diplura*), многоножки - *Myriopoda*, муравьи и личинки двукрылых встречаются очень редко.

Во всех исследованных вариантах наблюдалось скопление микроартропод в верхних слоях (0-5 см), за исключением варианта биоуголь (спринклерное орошение), где численность микроартропод высокая в слоях 5-10 см.

Литература

1. Гиляров А.М. Индекс разнообразия и экологическая сукцессия // Журнал общей биологии. – 1969. – Т. 30. – № 6. – С. 652-657.

2. *Ковда В.А.* Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса в 2-х кн. – 1973. – 280 с.

3. *Гиляров А.М.* Индекс разнообразия и экологическая сукцессия // Журнал общей биологии. – 1969. – Т. 30. – № 6. – С. 652-657.

4. *Гиляров А.М.* Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С.38-46.

5. *Гиляров М.С.* Зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1969.

Научный руководитель: Куляш А.Д. – к.б.н., профессор, главный научный сотрудник отдела экологии почв КазНИИПиА им. У.У. Успанова.

НАПРАВЛЕННОСТЬ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ КАТУНСКОГО РАЙОНА)

К.С. Павлова

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, ariecol@mail.gorny.ru

Известно, что почвенный покров является наиболее информативной природной средой для изучения различных видов антропогенного воздействия, особенно загрязнения. Однако для такого специфического вида деятельности, как неорганизованный массовый отдых, экологические последствия воздействия на почвы в настоящее время изучены недостаточно. В полной мере это касается Катунского рекреационного района (долина р. Катунь в ее среднем течении) – центра туризма в Горном Алтае, который посещает до 1 млн. чел. в год.

Главными факторами воздействия на почвы участков массовой рекреации являются сами рекреанты и их автотранспортные средства, а его основным экологическим следствием – уплотнение (прикатывание) почв. Это приводит к частичному, реже полному выбиванию гумусового слоя и к существенным изменениям физических свойств и вещественного состава почв, особенно в их приповерхностном слое. Эти изменения, в первую очередь, водно-физических свойств (твердость, плотность, пористость и др.) негативно сказываются на жизненном состоянии растительного покрова рекреационных территорий [Павлова, Робертус, Кивацкая, 2013].

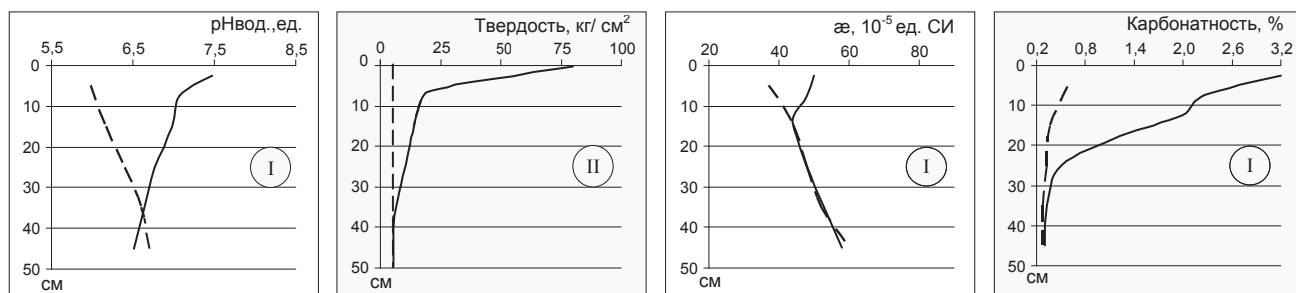
Наглядно изменения свойств и состава почв видны на примере объектов массовой рекреации "Черемшанка" и "Камышлинская тропа" (площадной и линейный объекты соответственно). Для всех изученных показателей состояния их почв (твердость, магнитная восприимчивость, pH водный, содержание карбонатов), изученных с шагом 10 см до глубины 50 см, характерно максимальное превышение фоновых значений в приповерхностном интервале 0-10 см – в 1,1-4,66 раза при среднем 2,16 раза (таблица).

Таблица

Параметры распределения с глубиной свойств и состава почв на объектах массового отдыха

Показатели (n = 83)	Инт. 0-10 см			Инт. 10-20 см			Инт. 20-30 см			Инт. 30-40 см			Инт. 40-50 см		
	max	$\bar{x}$	ед.фон	max	$\bar{x}$	ед.фон	max	$\bar{x}$	ед.фон	max	$\bar{x}$	ед.фон	max	$\bar{x}$	ед.фон
Твердость, кг/см ²	44	22	4,66	17	8	1,88	15	6	1,53	6	5	1,14	8	8	1,00
α , 10 ⁻⁵ ед. СИ	77	49	1,41	75	45	1,19	81	53	0,97	56	55	0,95	65	63	0,98
pH вод., ед.	7,51	6,56	1,10	7,20	6,45	1,05	7,07	6,13	1,03	6,76	6,41	1,02	6,51	6,31	1,00
Карбонатность, %	3,17	0,79	1,46	2,54	0,57	1,41	0,93	0,35	1,15	0,71	0,36	1,04	0,63	0,33	1,03
Среднее для показателей	2,16	–	–	1,38	–	–	1,17	–	–	1,03	–	–	1,00	–	–

Вниз по почвенному профилю отклонение значений изученных показателей от фоновых величин постепенно уменьшается и на глубине 15-40 см они практически не отличаются от фона. Для каждого из этих показателей состояния почв объектов рекреации присущи свои особенности распределения и перехода к фоновому уровню (рис. 1).



Участки рекреации: I - Черемшанка, II - Камышлинская тропа

Почвы: — рекреационные, - фоновые

Рис. 1. Типовые графики изменения с глубиной показателей состояния рекреационных почв.

Так, для приповерхностного слоя почв изученных объектов рекреации характерно резкое уменьшение твердости почв в интервале 0-10 см и затем более плавное понижение до глубины 30-40 см. Перегиб кривой распределения твердости происходит в основном на глубине 7-8 см (рис. 1), которая отвечает подошве корки переуплотненной почвы, имеющей листовато-слоистую параллельную дневной поверхности структуру и гидрослюдистые новообразования на плоскостях пластин отслаивания.

Изменения pH водного и карбонатности почв в основном повторяют вышеотмеченную тенденцию, но имеют свои особенности. В частности, для корки переуплотненной почвы также характерны более высокие значения pH и карбонатности, что предположительно обусловлено нарушенным застойным характером водообмена в поверхностном слое "рекреационных" почв. Кривые этих показателей "выходят" на фоновый уровень в интервале 25-35 см, который отвечает глубине изменений свойств и состава почв Катунского района под воздействием рекреации [Павлова, 2013].

Значения магнитной восприимчивости (α) почв на объектах рекреации в целом незначительно превышают местный фон, но для приповерхностного слоя (до 5-15 см) это различие достигает 20-40 %. Повышение α в этом слое вероятно обусловлено дополнительным поступлением тяжелых металлов от автотранспорта рекреантов.

Анализ поведения изученных показателей состояния почв по профилю вкост Камышлинской тропы показал, что ее влияние (в том числе на глубину) отчетливо проявлено в распределении твердости и магнитной восприимчивости, в меньшей степени, карбонатности и pH (рис. 2). При этом наибольшие изменения всех показателей отмечены непосредственно на тропе (максимум в ее центре) и частично на расстоянии до 2-2,5 м от ее краев, которое можно условно считать шириной зоны влияния этого рекреационного объекта на состояние почвенного покрова прилегающей территории.

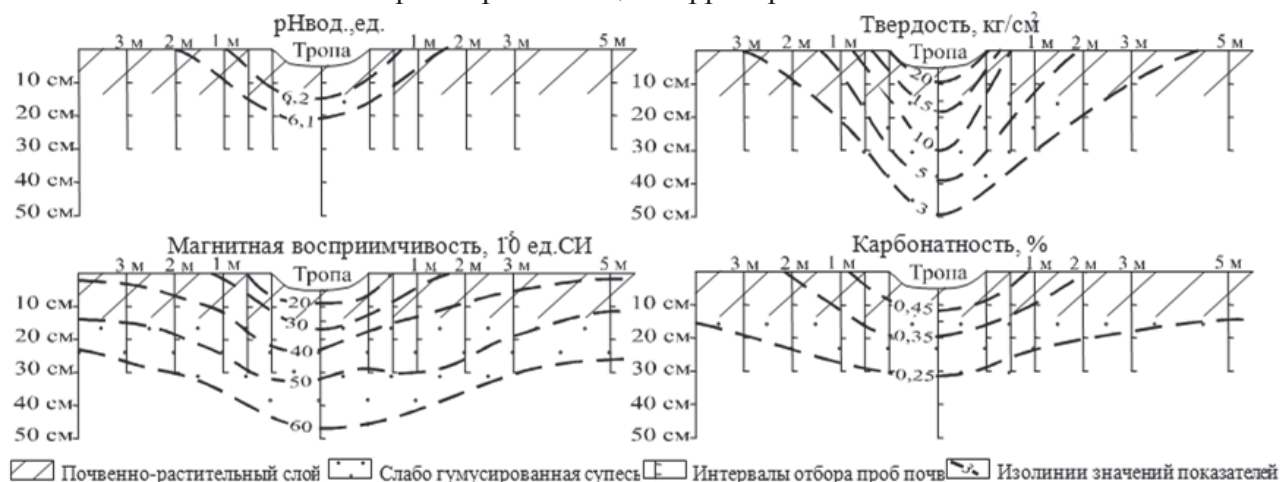


Рис. 2. Изменение значений показателей в почвенном профиле вкост Камышлинской тропы.

По профилю деформации полей изученных показателей прослеживаются до глубины 10-20 см (α , pH), 30 см (карбонатность) и 50 см (твердость). В обобщенном виде изменения большинства показателей свойств и состава почв рекреационных территорий Катунского района проявлены до глубины 25-35 см, которая в целом согласуется с оценками других исследователей [Бганцова, Бганцов, Соколов, 1987].

Полученные данные говорят, что под воздействием массовой неорганизованной рекреации более интенсивно изменяются физические свойства почв, а их вещественный состав в целом относительно стабилен по причине более слабо выраженного привноса и перераспределения химических элементов и их соединений.

Анализ распределения изученных показателей состояния почв на площади участка "Черемшанка" показал тесную сопряженность между собой областей их повышенных

значений и их приуроченность к почвам с высоким уровнем рекреационной дигрессии (3-4 стадии), развитым в пределах грунтовых дорог, стоянок рекреантов и в местах разведения костров. В частности, в местах кострищ проявлены максимальные значения магнитной восприимчивости почв, на порядок превышающие фоновые значения α (рис. 3).



Таким образом, пространственное (латеральное и профильное) распределение изученных физико-химических свойств почв рекреационных территорий Катунского района соответствует уровню рекреационных нагрузок и их экологических последствий и в целом отражают границы зон антропогенного воздействия на почвенно-растительный покров.

Это обстоятельство наряду с возможностью оценки состояния почвенного покрова в экспресс-варианте [Павлова, 2012] позволяет использовать свойства почв в качестве индикаторов экологического состояния биогеоценозов на рекреационных территориях.

Выводы. 1) Для рекреационных территорий характерны ясно выраженные специфические изменения свойств и, в меньшей степени, состава почв, сопряженные со степенью их дигрессии. 2) Рекреационное воздействие на почвы проявляется, главным образом, до глубины 25-35 см и на расстоянии до 2-2,5 м от объектов рекреации. 3) Тесные связи свойств почв рекреационных территорий позволяют диагностировать их экологическое состояние как по интегральным, так и по отдельным показателям, в том числе определяемым экспресс-методами.

Литература

1. Бганцова В.В., Бганцов В.Н., Соколов А.А. Влияние рекреационного лесопользования на почву // Природные аспекты рекреационного использования лесов. – М.: Наука, 1987. – С. 70-95.
2. Павлова К.С. Характеристика состояния почвенно-растительного покрова рекреационных территорий (на примере Катунского района Республики Алтай) // Мат. XIII конф. молодых ученых ИВЭП СО РАН. – Барнаул: 2013. – С. 59-67.
3. Павлова К.С., Робертус Ю.В., Кивацкая А.В. Характер изменения свойств и состава почв рекреационных территорий (на примере Катунского района Республики Алтай) // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 1 (38). – С. 338-342.
6. Павлова К.С. Подходы к разработке обобщенных показателей изменения свойств почв рекреационных территорий (на примере Горного Алтая) // Школа экологической геологии и рационального недропользования. Мат. 12-й межвуз. молод. науч. конф. – С.-Пб.: 2012. – С. 232-234.

Научный руководитель: Робертус Ю.В. – к.г.-м.н., ведущий научный сотрудник ИВЭП СО РАН.

ГРУППОВОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КРАСНОГОРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Н.С. Поморцева¹, В.Г. Дзуреченский²

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, dvu-vadim@yandex.ru

Групповой состав железа в профилях почв как естественных, так и техногенных ландшафтов имеет диагностическое значение, выражая различные внутрипочвенные процессы, такие как накопление гумуса, формирование органо-минеральных комплексов и др. Чувствительность железа к изменению окислительно-восстановительных условий, способность образовывать соединения с органическими кислотами, склонность к гидролизу отражают различные стадии почвообразовательного процесса [Зонн, 1982].

Почвообразовательный процесс – есть совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще [Роде, 1978]. Из этого следует, что важнейшим компонентом почвообразовательного процесса является превращение минералов почвообразующих пород, составляющих субстрат отвалов, а впоследствии и самих эмбриоземов посредством биологического, геологического и биохимического круговорота энергии и вещества.

Исследования проводились в 2012 году, в эмбриоземах, которые формируются на внешних транспортных отвалах Красногорского каменноугольного разреза. Объект расположен в горно-таежном поясе Кузнецкой котловины, в районе г. Междуреченска Кемеровской области. Субстрат отвала состоит из хаотичной смеси вскрышных (покровные глины, некарбонатные суглинки) и вмещающих (песчаники, аргиллиты, алевролиты) пород. Возраст отвалов – 42 года.

Железо подразделялось на формы и фракции, согласно классификации [Зонн, 1982]. Аналитическими методами определялось валовое, силикатное и несиликатное железо. Несиликатное железо разделялось на окристаллизованные и аморфные формы. Выделялись сильно - и слабоокристаллизованные фракции; аморфные органо-минеральные и минеральные фракции железа [Зонн, Рукава, 1978].

Согласно классификации почв техногенных ландшафтов [Курачев, Андроханов, 2002] почвенный покров в нарушенных экосистемах формируется сингенетично стадиям развития растительных сукцессий. Развитие эмбриоземов в горно-таежном поясе имеет 2 направления: 1) инициальные ↔ органо-аккумулятивные; 2) инициальные → органо-аккумулятивные → дерновые → гумусово-аккумулятивные [Дзуреченский, 2011]. Типы эмбриоземов характеризуются определенным строением слабовыраженного почвенного профиля и различаются по степени развитости биологических и почвообразовательных процессов.

Поведение железа зависит от реакции среды, водного и воздушного режима почв. В нейтральных и щелочных почвах при достаточной аэрации железо не растворяется, поэтому его непосредственная роль в почвообразовательных процессах может усиливаться только с повышением увлажнения и снижением аэрации. В кислой среде роль железа в почвообразовании значительно усиливается. Органические кислоты интенсивно разрушают минералы и способствуют усилению подвижности железа. При изменении валентности железа из-за переизбытка влаги и недостаточной аэрации железо приобретает наибольшую подвижность, что может приводить, при переменном водном режиме (влажность, сухость), к образованию кирас и конкреций и обесцвечиванию почвенной массы или к полному выносу железа вертикальным и боковым стоком. Таким образом, изменение условий почвообразования сопровождается перераспределением и сменой соотношений различных форм железа в профилях почв.

В пределах Красногорского разреза под вторичными лесами диагностируются бурые таежные почвы, которые определяются, как фоновые. Распределение несиликатного и

силикатного железа по профилю следующее: количество силикатного железа с глубиной увеличивается, в то время как количество несиликатного уменьшается (табл. 1). Таким образом, железо, входящее в состав минеральной части бурой таежной почвы, подвижно в верхних горизонтах, но при этом, по мере смены окислительно-восстановительных свойств, изменения реакции среды и другим причинам, переходит в неподвижное состояние. Несиликатное железо представлено сильноокристаллизованными и слабоокристаллизованными фракциями, причем количество слабоокристаллизованной фракции превышает сильноокристаллизованную в верхних горизонтах бурой таежной почвы. В горизонте ВС и С сильноокристаллизованная фракция преобладает над слабоокристаллизованной. Окристаллизованные соединения железа образуются в условиях повышенной температуры, хорошей аэрации, периодического иссушения-увлажнения и преобладания окислительных условий, благоприятствующих кристаллизации аморфных форм железа. Аморфное железо накапливается в верхних горизонтах и уменьшается вниз по профилю, по мере ослабления интенсивности выветривания и почвообразования, то есть имеет аккумулятивный характер, что свойственно буроземообразованию.

Таблица 1

Групповой и фракционный состав железа

Горизонт, глубина, см	Вало- вое, %	Сили- кат- ное, %	Неси- ликат- ное, %	Окристаллизованное, %			Аморфное, %		
				об- щее	силь- но-	слабо-	об- щее	орга- нич.	неор- ганич.
Бурая горно-таежная почва									
A ₀ (0 – 6)	10,51	4,71	5,80	4,20	0,51	3,69	1,60	0,95	0,65
A ₁ (6 – 16)	8,94	4,59	4,35	2,55	0,34	2,21	1,80	0,81	0,99
B ₁ (16 – 40)	8,35	4,78	3,57	2,20	0,67	1,53	1,37	0,59	0,78
BC (40 – 60)	8,48	6,46	2,02	1,24	0,84	0,40	0,78	0,17	0,61
C (> 60)	9,87	7,73	2,14	1,24	0,89	0,35	0,90	0,17	0,73
Эмбриозем инициальный									
C ₁ (0 – 5)	2,50	1,54	0,96	0,84	0,49	0,35	0,12	0,08	0,04
C ₂ (5 – 35)	2,75	1,85	0,90	0,80	0,54	0,26	0,07	0,02	0,05
Эмбриозем органо-аккумулятивный									
C ₁ (5 – 8)	2,90	0,90	2,00	1,89	0,85	1,04	0,11	0,08	0,03
C ₂ (8 – 55)	3,65	1,75	1,65	1,58	1,04	0,54	0,07	0,02	0,05
Эмбриозем дерновый									
A _д (3 – 7)	2,90	1,74	1,16	1,00	0,17	0,83	0,16	0,15	0,01
C ₁ (7 – 16)	3,20	1,80	1,40	1,26	0,31	0,95	0,14	0,10	0,04
C ₂ (16 – 55)	3,20	1,92	1,28	1,24	0,55	0,69	0,04	0,02	0,02
Эмбриозем гумусово-аккумулятивный									
A _д (2 – 6)	2,20	0,85	1,35	1,11	0,22	0,88	0,24	0,20	0,04
A ₁ (6 – 8)	2,40	0,89	1,51	1,31	0,79	0,52	0,20	0,17	0,03
C ₁ (8 – 25)	2,80	1,33	1,47	1,41	1,06	0,35	0,06	0,04	0,02
C ₂ (25 – 55)	3,10	2,84	0,26	0,22	0,20	0,02	0,04	0,01	0,03

Анализ группового состава железа эмбриоземов выявил следующие особенности. Отмечается преобладание силикатного железа над несиликатным в профиле эмбриоземов инициальных и дерновых, преобладание несиликатного железа в профиле эмбриоземов гумусово-аккумулятивных и органо-аккумулятивных (табл. 1). Преобладание несиликатного (свободного) железа над силикатным определяет степень выветривания субстрата. Чем выше содержание несиликатного железа, тем выше степень выветривания.

В верхней части профиля эмбриоземов органо-аккумулятивных и гумусово-аккумулятивных, во всем профиле эмбриоземов дерновых слабоокристаллизованная фракция несиликатного железа превышает сильноокристаллизованную фракцию. Подобное

распределение происходит в профиле фоновой бурой таежной почвы. Внутрипочвенное распределение окристаллизованных фракций имеет двучленную дифференциацию: содержание сильноокристаллизованной фракции увеличивается вниз по профилю, в то время как содержание слабоокристаллизованной фракции уменьшается, что указывает на некоторые черты псевдоподзоленности. В профиле эмбриоземов инициальных преобладает сильноокристаллизованная фракция (табл. 1).

Аморфное железо органическое преобладает над неорганическим В результате высокой влажности, слабокислых значений pH, железо комплексируется с гумусовыми веществами и накапливается в верхних горизонтах почв. Внутрипрофильное распределение фракций аморфного железа следующее: фракция железа органо-минерального уменьшается с глубиной; фракция железа минерального, с глубиной либо увеличивается, либо однородно. Преобладание железа минерального над органо-минеральным в нижней части профиля эмбриоземов отражает процессы оглинивания. Аморфное железо накапливается в верхних горизонтах и уменьшается вниз по профилю, по мере ослабления интенсивности выветривания и почвообразования, то есть имеет аккумулятивный характер, что свойственно буроземообразованию.

Групповой состав железа эмбриоземов и фоновых бурых таежных почв в горно-таежном поясе Кузбасса имеет некоторое генетическое сходство. Это проявляется в следующем: а) преобладание силикатного железа над несиликатным свидетельствует о слабой степени выветрелости пород, зависящей от каменистости субстрата, времени почвообразования; б) аморфное железо накапливается в органогенных горизонтах, где представлено, в основном, органической фракцией, так как в горно-таежном поясе происходит биогенное накопление железа в результате преобразования растительного опада путем интенсивной аккумуляции, минерализации и гумификации органического вещества вследствие большого количества опада и благоприятными для этих процессов климатическими условиями. Вниз по профилю содержание аморфного железа снижается, т.е. подвижность железа падает; в) процесс перехода аморфных фракций в окристаллизованные имеет обратимый характер: аморфные ↔ окристаллизованные. При избыточном увлажнении из окристаллизованных фракций могут образовываться аморфные подвижные фракции железа, в основном, литогенного происхождения. При осушении и аэрации они вновь кристаллизуются.

Преобладание в эмбриоземах слабоокристаллизованной фракции железа и уменьшение с глубиной сильноокристаллизованной, снижение содержания аморфного железа указывает на то, что процессы почвообразования носят фоновый характер – происходит буроземообразование с чертами псевдоподзоленности и оглинивания [Гаджиев и др., 1998].

Проведенные исследования показали, что в почвах техногенных ландшафтов горно-таежного пояса Кузбасса фоновый характер направленности процессов почвообразования достаточно четко прослеживается. Почвы техногенных ландшафтов находятся в метастабильном состоянии или экоклизе, в котором находится ландшафт.

Литература

1. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Шоба В.Н. и др. Генезис, эволюция и география почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 224 с.
2. Двуреченский В.Г. Географо-генетическая характеристика форм железа в эмбриоземах Кузбасса: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2011. – 19 с.
3. Зонн С.В. Железо в почвах. – М.: Наука, 1982. – 208 с.
4. Зонн С.В., Рукава А.Н. Методы определения несиликатных форм железа в почвах // Почвоведение. – 1978. – № 2. – С. 89-101.
5. Курачев В.М., Андроханов В.А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. – 2002. – № 3. – С. 255-261.
6. Роде А.А. Почвообразовательные процессы и их изучение стационарным методом // Принципы организации и методы стационарного изучения почв. – М.: Наука, 1976. – С. 5-33.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ УЧЕБНОЙ СТАНЦИИ КузГПА

Б.В. Прошкин

Кузбасская государственная педагогическая академия, Новокузнецк,
Glebova-Podurets@mail.ru

Учебная станция (ранее агробиостанция) КузГПА была организована в 1956 году и была предназначена для прохождения студентами географического факультета предметных и комплексных практик по основным биологическим дисциплинам. Кроме того, проводились опыты по выращиванию различных сельскохозяйственных культур, производили работы по внесению химических препаратов, использовались различные технологии обработки почв. С учетом длительности использования почв в сельскохозяйственной деятельности агрохимического прессинга, стала актуальна проблема оценки состояния почв, корректировки почвенной карты и агрохимических картограмм по показаниям основных биофильных элементов.

Объект исследования – почвы учебной станции, находящиеся в разных условиях хозяйственного использования. Предмет исследования - процессы изменения основных агрохимических показателей почв. Цель работы - провести почвенно-экологический мониторинг состояния почв учебной станции в условиях различного хозяйственного использования. Задачи: 1) охарактеризовать физико-географические условия развития почв учебной станции; 2) составить агрохимические картограммы по содержанию биофильных элементов; 3) оценить почвенно-экологическое состояние почв.

Весной 1956 года была поставлена задача - организовать биостанцию как базу для полевой практики по основам сельского хозяйства, методики биологии, физиологии растений. Благодаря активной деятельности декана географического факультета Шульгиной З.Н. было выделено из Госфонда Новокузнецкого района 5 га земли на левом берегу реки Томь в 1,5 км от бывшего поселка Конферма (ныне село Атаманово). В первый же год построили ограду и заложили отдел полевых овощных культур, посадили защитные и ветроломные полосы. В 1957 году освоили отдел плодово-ягодных культур, представленный участком малины, смородины, земляники, яблонь, слив, вишни, черноплодной рябины, и питомником плодово-ягодных и декоративных культур. Весной 1958 года посадили сад, освоили питомник, и все отделы биостанции в основном были заложены: отдел полевых культур; Отдел овощных культур; Отдел плодово-ягодных культур. За 40-летний период хозяйственного использования территории наблюдались периоды активной сельскохозяйственной деятельности и периоды застоя. В данный момент агробиостанция является местом прохождения полевой практики по основам сельского хозяйства, методике биологии, физиологии растений, почвоведению и географии почв. Сельскохозяйственная деятельность ведется только на одном участке, остальная часть почв в стихийной консервации.

Учебная станция находится на юго-востоке Новокузнецкого района, который располагается на юге Кузнецкой котловины на границе с низкорослой частью Кузнецкого Алатау в пределах надпойменной террасы левобережной части реки Томи. Климат умеренно-континентальный, средняя температура июля по годам колеблется от 23-25 °С, января от -4 °С до - 25°С- 27 °С. Количество осадков - 593 мм в год. Продолжительность периода с температурой выше 10 °С составляет 150-180 дней, преобладают ветры юго-западного, западного и южного направлений. Рельеф преимущественно равнинный. Растительность представлена разнотравно-кустарниковыми тополевыми и разнотравными лугами на надпойменных террасах. Многообразие типов почв в Новокузнецком районе определяется 17 типами и 51 подтипом. Наиболее распространены на территории учебной станции серые

лесные почвы (преимущественно темно-серые лесные средне- и слабо оподзоленные). Они отличаются лучшим тепловым режимом, сезонной переувлажнёностью, более высоким природным плодородием и оптимальны для возделывания сельскохозяйственных культур [Подурец, 2008].

Рассмотренные процессы (гранулометрический и структурный состав почвы, pH водной вытяжки, содержание гумуса и биофильный элементов), позволяют составить представление о направлении трансформации почв учебной станции (таблица. Последние десятилетие доминирующими выступают естественные процессы, т.к. какое-либо искусственное культивирование почв отсутствует. Происходит регенерация свойств и признаков почв к исходному. Из естественных процессов основными являются гумусообразование и гумусонакопление, протекающие под влиянием процессов разложения естественного растительного опада; дерновый процесс, связанный с естественным развитием травостоя на территориях, где отсутствует хозяйственная деятельность; подзолистый процесс, который в исследуемых почвах проявляется слабо; плоскостная водная эрозия, которая происходит равномерно под действием дождевых и дефляция почв, которая также как и водная эрозия проявляется повсеместно без каких-либо значительных изменений свойств почвы.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- 1) почвы обоих площадок преимущественно средне оструктуренные (содержание зернистой фракции изменялось от 50% до 70%);
- 2) почвы по гранулометрическому составу получились среднесуглинистыми, кроме 6 образца который является тяжелым суглинком;
- 3) в среднем для темно-серых лесных почв содержание гумуса характерно от 4-6%, для исследованных образцов почв учебной станции данный показатель изменялся от 2,5 до 5%, наибольшим содержанием гумуса характеризуются почвы 2 участка;
- 4) темно-серая лесная почва учебной станции в пределах территории заброшенного парка слабокислая, на 2 участке (заброшенный плодово-ягодный участок) - нейтральная. Отмечено появление щелочных почв по микрозападинам.
- 5) содержание фосфора от 6-10 мг/100г, содержание калия 10-17 мг/100г. В соответствии с градацией уровней содержания почв обоих участков по фосфору являются средне обеспеченными, по калию характеризуется средним и повышенным уровнем.
- 6) почвенно-экологическое состояние почв менее благоприятная для ведения сельскохозяйственной деятельности, на первом участке.

Литература

1. Белобров В.П., Замотаев И.В., Овечкин С.В. География почв с основами почвоведения: Учеб. Пособие для студ. пед. Вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352с.
2. Подурец О.И. Почвенные ресурсы // Кемеровская область. Часть 1. Природа и население. – Новокузнецк, 2008. – С.59-68.

Научный руководитель: Подурец О.И. – доцент кафедры биологии и МПБ КузГПА.

Газообразные и пылеватые вещества, поступающие в атмосферу, в результате производственных выбросов, вызывают в первую очередь локальное, а также глобальное загрязнение природной среды. Почва находится на пересечении всех транспортных путей миграции химических элементов, поэтому ее можно считать индикатором геохимической обстановки ландшафта.

Загрязнение почв фторидами представляет особую опасность, поскольку они относятся к 1 классу высокотоксичных веществ. Известно, что накопление фторидов в почве способствует разрушению их структуры, изменению кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных свойств, негативно влияет на состояние почвенного микробного комплекса и биологическую активность почв [Мониторинг..., 2010], увеличивает подвижность гумусовых веществ [Устойчивость..., 2004].

Как правило, максимальное содержание загрязняющих веществ и элементов приурочено к верхнему горизонту [Волкова, Давыдова, 1987]. Это связано со спецификой состояния загрязняющих веществ, которые поступают в почвы преимущественно (в среднем на 80 %) в твердой малорастворимой форме. Для их перехода в более подвижное состояние требуются специфические (отличные от тех, при которых они образовались) условия и время для взаимодействия с факторами среды.

Поверхность почвы служит границей разделения потока твердых аэрозолей, движущихся под действием сил гравитации, на две части: малорастворимую и растворимую. Первая большая часть, представленная твердым веществом, задерживается на поверхности и медленно продвигается по пустотам в глубину задержанного гумусового горизонта или откладывается на поверхности в местах с уплотненной почвой. Вторая, меньшая по объему часть, в виде солевых растворов разной концентрации быстрее проникает в нижние горизонты и далее за пределы почвенного профиля. Обогащение элементами здесь осуществляется в процессе сорбционно-десорбционного обмена между твердой и жидкой фазами почв, а также благодаря наличию различных геохимических барьеров с иными механизмами взаимодействия. В верхнем аккумулятивном слое почвы вещество находится преимущественно в карбонатной форме, а в более глубоких горизонтах – в форме сорбированных ионов [Геохимия ..., 2008].

Присутствие в почвах фтора, алюминия и натрия хорошо индицируют загрязнение выбросами алюминиевых производств, а щелочноземельных элементов и ванадия – воздействие предприятий теплоэнергетики (тепловые станции, котельные, печные трубы) [Мониторинг..., 2010; Павлов]. В частности, исследованиями Н.Д. Давыдовой [2010] показано, что специфическими элементами выбросов такого типа производства, как алюминиевое, загрязняющими почвенные растворы, являются фтор и натрий. Кальций и магний поступают от тепловой станции, находящейся рядом с площадкой завода, а железо – как реликт былой гидрогенной аккумуляции.

Согласно классификации А.И. Перельмана [Перельман, 1972] фтор и натрий относятся к сильным водным мигрантам в широком диапазоне сочетаний условий миграции, подобно кальцию, магнию и стронцию. Величину подвижности химических элементов определяет, прежде всего, степень растворимости их природных солей. Данные, полученные Н.Д. Давыдовой [2010] показывают, что от суммарного количества элементов, поступающих в геосистемы, растворимая часть фтора составляет 80 %, натрия – 55 %, алюминия – 4 %. Из этого следует, что большая часть фтора и половина натрия, поступающих от источника эмиссий, переходят в раствор. Как наиболее подвижные, они являются основными загрязнителями почвенных растворов и водных объектов, тогда как алюминий загрязняет твердую субстанцию почв.

Исследования И.Н. Павлова [2010], проведенные в обыкновенных черноземах под факелом КрАЗа, показали, что увеличение степени загрязнения при производстве алюминия способствует разрушению структуры, изменению кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных свойств почв, а также усилению подвижности гумусовых веществ, нарушению циклов азота в агроэкосистемах, негативно влияющих на почвенный микробный комплекс и биологическую активность.

В ходе исследований было установлено, что атмосферное загрязнение оказывает как прямое воздействие на формирование химического состава ассимилирующих органов растений (аккумуляция поллютантов, выщелачивание элементов питания), так и косвенное, через почву, в результате чего нарушается снабжение растений питательными веществами из-за повышения кислотности почвы и накопления в ней загрязняющих веществ.

Твердые выбросы завода при осаждении за многолетний период образовали техногенный слой до 5 см, который препятствует нормальному процессу увлажнения и воздухообмена почв. В непосредственной близости от завода в подфакельном пространстве в верхнем горизонте почвы содержится 5–6 г/кг общего фтора и более 0,25 г/кг воднорастворимого. На глубине 45–90 см концентрация фтора, особенно экстрагируемого, значительно снижается, оставаясь, однако, в 10–16 раз выше контрольных значений. С удалением от завода установлено снижение концентрации фтора, особенно в верхнем слое.

Наиболее экологически опасным загрязнителем почвенной среды г. Шелехова по данным И.А. Белозерцевой [Мониторинг..., 2010] является фтор, который максимально накапливаясь в зоне ИркАЗа в водорастворимой форме, достигает 10–14 ПДК, в санитарно-защитной зоне завода – 3–6 ПДК, в жилой части города – 1–2 ПДК, превышая фоновый региональный уровень. Поскольку загрязнение окружающей среды и почв фторидами представляет особую опасность, так как они относятся к 1 классу высокотоксичных веществ, необходимо разрабатывать способы снижения аэротехногенного воздействия на окружающую среду и почвенный покров в зоне аэротехногенного воздействия ИркАЗа:

- целесообразно внедрение новых технологий, соответствующих современным мировым стандартам;
- переход на создание и использование собственных экологически чистых способов получения энергии с помощью ГЭС;
- увеличение доли рециклингового производства позволяет снизить количество вредных выбросов на 95 %;
- создание искусственных ландшафтно-геохимических барьеров в санитарно-защитной зоне;
- формирование высоких буферных свойств почвы, которые способны нейтрализовать подвижный фтор;
- установление экологического мониторинга природоохранных зон вблизи производств и жесткого контроля за соблюдением утвержденных нормативов.

Литература

1. Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез и трансформация ландшафтов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 187 с.
2. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский геоэкологический полигон) / В.И. Гребенщикова и др. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. – 234 с.
3. Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем Сибирских регионов / Е.Г. Нечаева и др. – Новосибирск: Наука, 2010. – 315 с.
4. Павлов И.Н. Формирование техногенной аномалии фтора в наземных экосистемах Средней Сибири. 2010 // Режим доступа: http://forest-culture.narod.ru/Issled_gr/Stat/Tech_zagr/80.html
5. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. – М.: Недра, 1972. – 288 с.
6. Устойчивость агроэкосистем к загрязнению фторидами / Л.В. Помазкина и др. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2004. – 225 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ОТВАЛОВ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ СИБИРИ

Д.А. Соколов¹, С.П. Кулижский², С.В. Лойко²

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, sokolovdenis@mail.ru

²Национальный исследовательский Томский государственный университет,
s.loyko@yandex.ru

Проблема диагностики процессов почвообразования, определение скорости их протекания в молодых почвах в настоящее время является одной из самых острых поскольку тесным образом связана с проблемой восстановления техногенных ландшафтов. Особенно она актуальна для угледобывающих регионов, где площади отвалов вскрышных и углевлещающих пород составляют несколько сотен тысяч гектаров [Потапов и др., 2005; Андроханов, Курачев, 2010]. Длительное время эти объекты функционируют как техногенные пустыни и, тем самым, наносят непоправимый вред окружающей среде и здоровью населения прилегающих территорий [Глушков и др., 2009].

Минимизация негативных экологических последствий происходит в том случае, если на поверхности техногенных образований начинают развиваться почвообразовательные процессы. При этом исчерпывающая оценка почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов возможна только при проведении многоуровневых морфогенетических исследований, позволяющих выявить интенсивность и направленность процессов почвообразования.

В настоящее время исследованию морфологических особенностей молодых почв на микро- и субмикроскопическом уровнях, в нашей стране сегодня не проводятся. Однако, как указывает Г.В. Добровольский [Добровольский, Шоба, 1978], изучение микроморфологии почв позволяет производить раннюю диагностику почвенных процессов, развитие которых находится на начальных стадиях, и тем самым прогнозировать дальнейший ход эволюции молодых почв.

Цель данного исследования состояла в том, чтобы оценить возможности использования сканирующей электронной микроскопической техники для выявления микро- и субмикроморфологических особенностей почв техногенных ландшафтов Сибири, а также характера протекающих в них процессов.

Для достижения поставленной цели в качестве объектов исследований были выбраны молодые почвы техногенных ландшафтов сформированные на поверхности отвалов каменноугольных разрезов. Были исследованы почвы автономных позиций техногенных объектов, расположенных в гумидном и субгумидном (горно-таежная и лесостепная зоны Кемеровской области), а также семиаридном (степь Хакасии), аридном и аридном экстраконтинентальном климате (степи Тувы). Таким образом, ряд исследуемых углеразрезов можно выстроить по степени увеличения не только аридности, но и континентальности климата.

Для всех этих территорий характерны техногенные ландшафты, исходно сложенные хаотичной смесью различных по размеру обломков углевлещающих пород (аргиллиты, алевролиты и песчаники). Макроморфологический анализ был выполнен на основе классификации почв техногенных ландшафтов, разработанной И.М. Гаджиевым и В.М. Курачевым [1992]. На исследуемых участках были выделены инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные эмбриоземы. Дифференциация рассматриваемых почв на генетические горизонты проявляется через формирование специфического для каждой климатической зоны органо-профиля. Наиболее выражен этот процесс в субгумидном климате, где на старых отвалах формируются почвы, в профиле которых выделяются гумусо-аккумулятивные, дерновые и горизонты подстилки. По мере

усиления аридности и гумидности территорий степень дифференциации органопрофиля почв замедляется [Соколов, 2012]. Общим для всех почв рассматриваемых отвалов является их высокая каменистость. Содержание каменистых фракций в профиле превышает 70%, мелкозема - от 7 до 25%, физической глины от 2 до 8%. Исследуемые отвалы подразделяются по возрасту на группы: молодые – до 10 лет, средневозрастные – 10-20 лет и старые – более 20 лет.

Для диагностики процессов почвообразования на микро- и субмикроморфологическом уровне образцы для анализа отбирались из верхней части почвенного профиля. Кроме того, исследовались образцы естественных почв, расположенных вблизи техногенных ландшафтов, а также лессовидных суглинков, служащих почвообразующими породами для зональных почв всех рассматриваемых районов.

Для проведения микроморфологического анализа отбирались образцы мелкозема, которые в последующем упаковывали в боксы. Микроскопирование проводили в два этапа: 1) поиск и идентификация почвенных агрегатов и новообразований; 2) определение элементного состава поверхности выявленных объектов. Наблюдения проводились с использованием сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM-3000 с приставкой для элементного анализа поверхности Bruker Quantax 70.

Микро- и субморфологические наблюдения показывали, что микромасса исследуемых почв крайне редко ассоциирована в микроагрегаты (Рис.1а). Единичные педогенные агрегаты были обнаружены нами в почвах старых отвалов, сформированных в условиях субгумидного климата, и только в гумусово-аккумулятивных эмбриоземах. В отличие от них, в черноземах выщелоченных, являющихся зональными почвами для данной территории, в состав агрегатов входит практически вся почвенная микромасса (Рис.1б).

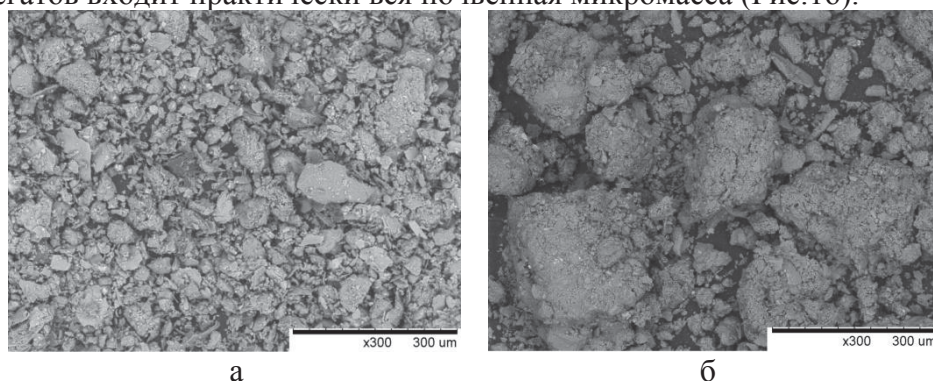


Рис. 1. Микрофотографии фракции $<0,25$ мм: а–гор. АС гумусово-аккумулятивного эмбриозема, б–гор. А чернозема выщелоченного тучного.

Важно отметить, что в отличие от сложноорганизованных, многопорядковых педов естественных почв, в техногенных агрегаты формируют однопорядковую структуру. (Рис. 2а,б). По своей форме они также отличаются. Так, если в гумусово-аккумулятивных горизонтах естественных почв микроагрегаты имеют близкую к сфероидальной форму, то в исследуемых почвах они представляют собой угловатые образования. Подобная угловатость свидетельствует о слабой переработанности материала отвалов структурообразовательными процессами [Герасимова и др., 1992].

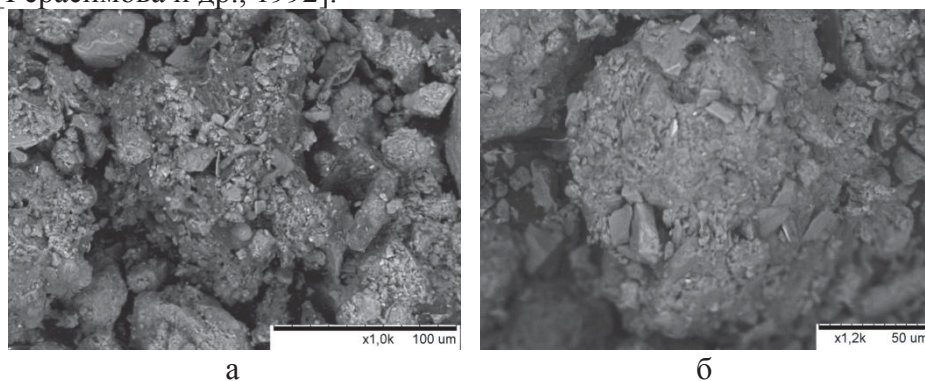


Рис. 2. Почвенные микроагрегаты: а–гор. АС гумусово-аккумулятивного эмбриозема, б–гор. А чернозема выщелоченного.

Еще одной не менее важной особенностью исследуемых почв, является то, что в образцах, отобранных на участках старых отвалов, присутствуют образования, свойственные зональным почвам данной территории (рис. 3). Для эмбриоземов, сформированных в степи, это выделяемое В.И. Волковинцером [1978] специфическое для почв, формирующихся в аридных экстраконтинентальных климатических условиях, мумифицированное органическое вещество. Распространенность отмечаемых образований, охватывающая участки, расположенные не только в аридном экстраконтинентальном, но и в аридном и семиаридном климате, позволяет сделать вывод о том, что почвы техногенных ландшафтов данных территорий характеризуются более выраженным ксероморфизмом по сравнению с зональными.

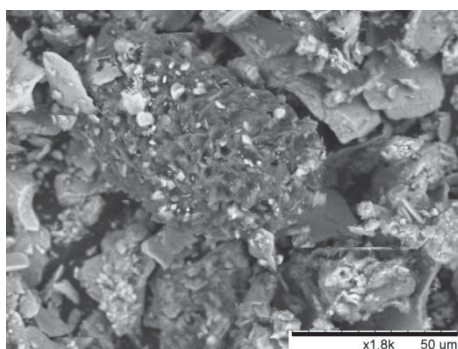


Рис. 3. Мумифицированное органическое вещество.

Совершенно иная тенденция в протекании почвенных процессов была выявлена при микроморфологическом анализе мелкозема старых отвалов субгумидных и гумидных районов. Здесь в профиле эмбриоземов отмечены признаки сезонного переувлажнения (рис. 4а,б). Об этом свидетельствуют новообразования железистых микроконкреций. Большинство из отмечаемых новообразований имеют автохтонный характер, то есть их нерезкие границы и сфероидальность, говорят о том, что формирование этих конкреций проходило не в другой какой-либо среде, а непосредственно в исследуемых нами почвах.

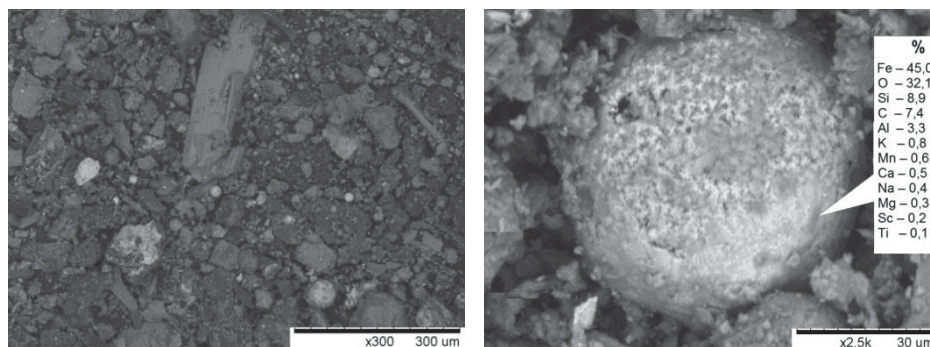


Рис. 4. Железистые новообразования в почвах техногенных ландшафтов.

Наличие конкреций указывает на то, что данные почвы по своему окислительно-восстановительному состоянию характеризуются не абсолютным господством окислительных процессов, как считалось ранее [Андроханов, Курачев, 2010], а имеют контрастный окислительно-восстановительный режим. Принимая во внимание мнение Ф.Р. Зайдельмана [1974] о том, что подзолистый процесс является только частным случаем оглеения, можно судить о начале формировании подзолистого горизонта в исследуемых почвах.

Таким образом, морфологические исследования почв техногенных ландшафтов Сибири на микро- и субмикроскопическом уровне позволили выявить следующее:

1. Микромасса исследуемых почв характеризуется преобладанием унаследованных породных признаков. В силу сравнительной непродолжительности существования эмбриоземов она крайне редко ассоциирована в микроагрегаты. Единичные агрегаты были свойственны для гумусово-аккумулятивных эмбриоземов старых отвалов, сформированных в условиях субгумидного климата. Форма этих образований говорит о слабой переработанности субстрата структурообразовательными процессами.

2. В условиях гумидного климата происходит оподзоливание верхней части профиля. Учитывая зональную специфику, можно спрогнозировать, что дальнейшая эволюция почв будет сопровождаться формированием мощных элювиальных горизонтов и выносом продуктов трансформации материала отвалов.

3. В субгумидном климате на оподзоливание накладывается гумусонакопление. В связи с этим эволюция почв будет развиваться с образованием почв, близких по своим режимам не к черноземам, как считалось ранее [Андроханов, Курачев, 2010], а к серым лесным почвам.

4. Почвы техногенных ландшафтов аридных областей характеризуются более выраженным ксероморфизмом по сравнению с зональными. В этих условиях процесс трансформации органического вещества сопровождается не гумификацией, а мумификацией растительных остатков. В итоге эволюция почв на поверхности отвалов каменноугольных разрезов достигает только органо-аккумулятивной, реже дерновой стадии почвообразования.

5. Использование сканирующей электронной микроскопии при исследовании отвалов каменноугольных разрезов Сибири дает возможность оценить характер ведущих (типодиагностирующих) почвенных процессов, а также выявить сопутствующие, которые в ходе дальнейшей эволюции почв могут определить их подтиповую принадлежность.

Литература

1. *Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливцев Е.Л. Вашилаева Н.Ю.* Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. – Новосибирск: Наука, 2005. – 660 с.
2. *Андроханов В.А., Курачев В.М.* Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
3. *Глушков А.Н., Бондарь Г.В., Мун С.А., Ларин С.А., Браиловский В.В., Чухров Ю.С., Магарилл Ю.А., Зинчук С.Ф., Грищенко С.В., Кузнецова Л.Н., Дмуховская Е.А., Нильсен Н.Т.* Заболеваемость раком легкого населения угледобывающих районов России и Украины // *Здравоохранение РФ.* – 2009. – № 5. – С. 37-40.
4. *Добровольский Г.В., Шоба С.А.* Растровая электронная микроскопия почв. – М.: Изд-во Московского университета, 1978. – 144 с.
5. *Гаджиев И.М., Курачев В.М.* Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. – 305 с.
6. *Соколов Д.А., Кулижский С.П., Доможакова Е.А., Госсен И.Н.* Особенности формирования почв техногенных ландшафтов в различных природно-климатических зонах юга Сибири // *Вестник ТГУ.* – 2012. – № 364. – С. 225-229.
7. *Герасимова М.И., Губин С.В., Шоба С.А.* Микроморфология почв природных зон СССР. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1992. – 214 с.
8. *Волковинцер В.И.* Степные криоаридные почвы. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. – 208 с.
9. *Зайдельман Ф.Р.* Подзоло- и глееобразование. – М.: Наука, 1974. – 208 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 13-04-90773 мол_рф_нр.

СОВРЕМЕННОЕ СОЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

А.П. Сорокин, С.П. Стрелков, Е.В. Стрелкова

Астраханский государственный университет, sor-and@mail.ru

В настоящее время в связи с современной экономической обстановкой, меняющимися природно-климатическими условиями достаточно большая площадь сельскохозяйственных угодий подвержены различным деградационным процессам (дефляция, засоление, вторичное засоление и т.д.). Наибольшим изменениям подвержены сельскохозяйственные угодья, выведенные из оборота в течение 10 – 15 лет, особенно после рисоводства. Нарушение водного режима территории, и, как следствие, засоление почв – основа развития процессов деградации почв сельскохозяйственных земель аридных территорий. Поэтому изучение современного солевого состояния почв земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота, антропогенно преобразованных ландшафтов, является основной целью данного исследования.

Цели исследования – провести сравнительное изучение современного солевого состояния постагрогенных почв антропогенно измененных ландшафтов и дать рекомендации по возможности ремедиации данных почв и возврата их в сельскохозяйственный оборот.

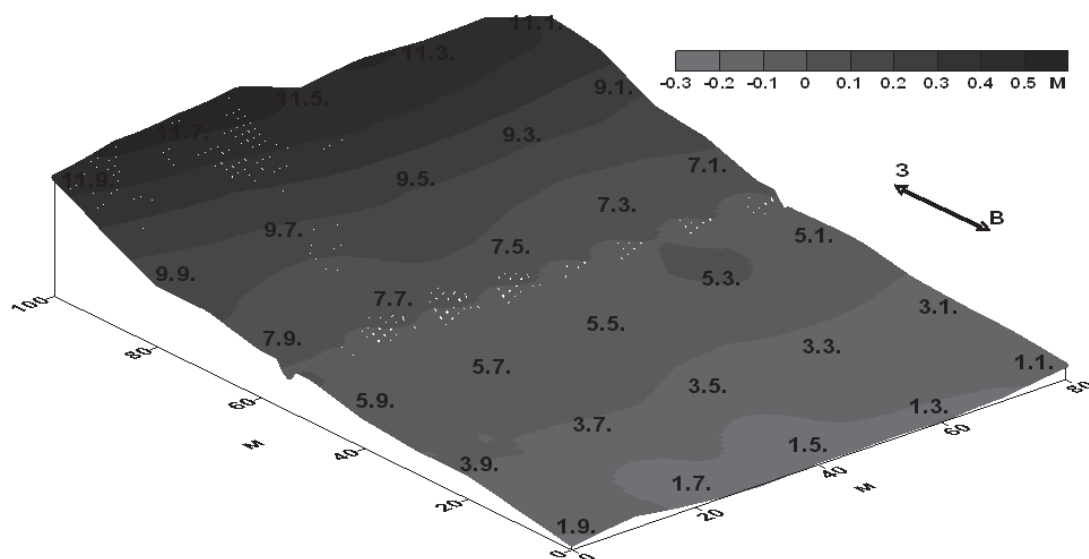
В качестве объектов исследования были выбраны почвы антропогенно преобразованных ландшафтов дельты Волги, представляющих собой заброшенный мелиоративный комплекс с оросительными и дренажными каналами. Первый объект пространственно расположен у подножия бугра Бэра (рис. 1а), второй – на равнинной территории (рис. 1б). В обоих случаях территория подверглась обваловке для перекрытия доступа паводковых вод к планируемым сельскохозяйственным угодьям. В результате чего водный режим почв был нарушен. Почвы перестали подвергаться естественным промывкам от солей паводковыми водами. Почвы исследуемых ландшафтов не используются в сельском хозяйстве больше 20 лет.



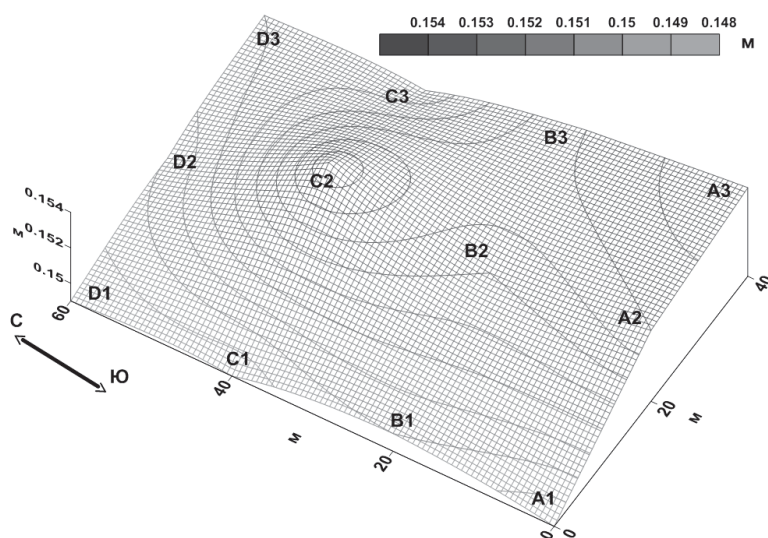
Рис. 1. Космические снимки объектов исследования.

Почвенный покров объектов исследования представлен аллювиальной дерново-опустынивающейся карбонатной среднесуглинистой почвой различной степени засоления на аллювии.

В настоящем исследовании за основу взят комплекс экспресс – методов исследования свойств почв и их солевого состояния [Сорокин, Стрелков, 2012]. Для изучения солевого состояния и оценки экологического состояния почв использовали метод равномерной сетки (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Схема расположения почвенных прикопок в исследуемых ландшафтах: а - у подножия бугра Бэра; б – на равнинной территории.

Отбор проб производили по слоям 0-5, 10-15 и 20-25 см, из которых в дальнейшем составлялась средняя проба по пахотному горизонту исследуемых почв. Обработка и анализ результатов проводились с использованием интегрированных пакетов обработки информации Microsoft Excel v.10, Golden Surfer v.9.

Результаты исследования пространственного распределения солей в постагрогенных почвах антропогенно измененных ландшафтов дельты Волги представлены в виде топоизоплет (рис. 3).

Для почв участка близ бугра Бэра, характерно наличие солевого горизонта, глубина его залегания и мощность изменяются в зависимости от высотного положения. Результаты анализа показали, что содержание солей в пахотном слое почв изменяется в широких пределах от 0,19% до 3,91%. Наиболее высокие значения (2,06 - 3,68%) приурочены к средней и западной части исследуемой территории, пространственно приуроченной к склону бугра Бэра, что соответствует сильнозасоленным почвам. В целом следует отметить, что содержание солей в пахотном слое данных почв достаточно динамично и на распределение оказывает влияние, как микрорельеф местности, так и положение дренажного канала.

При изучении солевого состояния постагрогенных почв равнинной территории установлено, что общее содержание легкорастворимых солей в пахотном горизонте не

превышает 1,1%. Что позволяет отнести данные почвы к слабо и средне засоленным разновидностям, а так же предположить, что процессы вторичного засоления проявляются слабо, скорее всего, из-за специфического водного режима территории. Наибольшее содержание солей в пахотном слое исследуемых почв приурочено к восточной части участка близ антропогенно образованного вала.

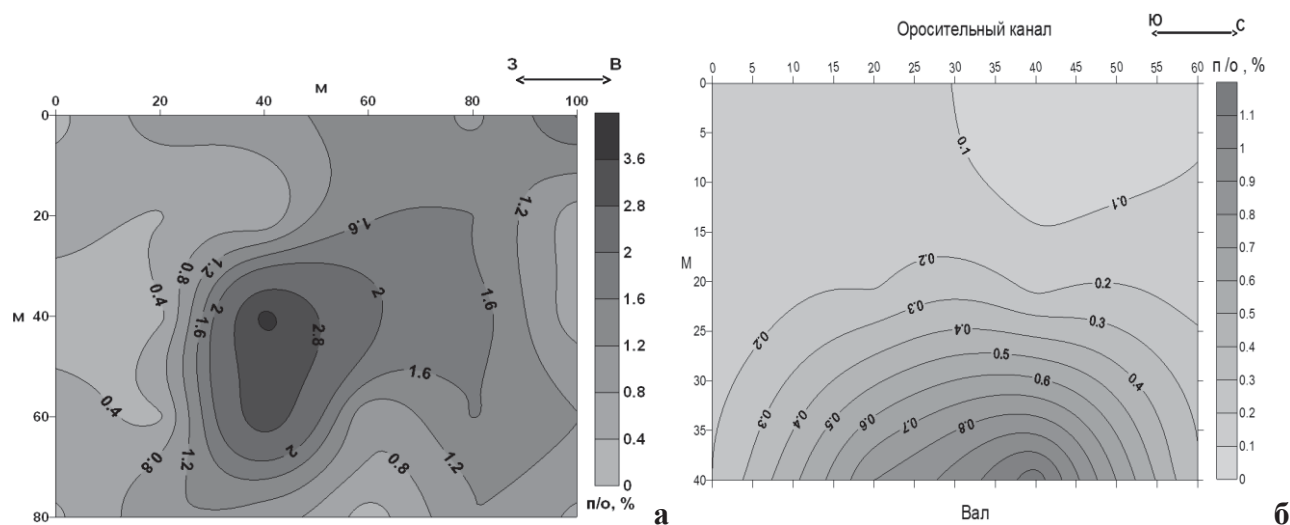


Рис.3. Пространственное распределение легкорастворимых солей по пахотному слою (0-25 см) исследуемых постагрогенных почв: а - у подножия бугра Бэра; б – на равнинной территории.

Анализируя распределение солей в почвах исследуемых ландшафтов, следует отметить, что на их перераспределение оказали влияние бывшие оросительные каналы, наличие которых разделило территорию на наиболее или наименее засоленные участки. Почвенный покров исследуемых ландшафтов характеризуется резко выраженной пространственной мелкопятнистой неоднородностью (комплексностью). Различные компоненты этого комплекса приурочены к определенным элементам микрорельефа, которые имеют разную степень засоления. Наличие бывших оросительных каналов, магистрального дренажного канала и валов антропогенного происхождения создают условия горизонтально-бокового перераспределения солей между почвами комплекса. Новые данные о путях перераспределения солей между почвами комплекса позволяют по-иному подойти к почвенно-мелиоративной оценке комплексных земель. При почвенно-мелиоративном районировании подобных территорий необходимо учитывать не только различия в уровне грунтовых вод, как это делалось раньше, но и микрорельеф и связанную с ним комплексность почвенного покрова, а также запасы солей.

Данные исследования показали, что постагрогенные почвы ландшафта близ бугра Бэра отличаются большим содержанием солей в пахотном слое и более динамичным их варьированием в пространстве. Таким образом, проведение мелиоративных работ по промывке и ремедиации данных почв представляется достаточно затруднительными и дорогостоящими мероприятиями, в отличие от ремедиации постагрогенных почв равнинной территории.

Литература

Сорокин А.П., Стрелков С.П. География почв: практикум. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2012. – 60 с.

Работа выполнена при поддержке гранта ФЦП, Соглашение №14.В37.21.1903.

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ФОСФОРИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ «КОКСУ»

Д. Сулейменова, М. Токтар, М.Б. Абдрешева, М.Б. Атагельдиев, Е. Толеубек, Б. Алибеков, И.В. Сартин

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им.У.У.Успанова, Алматы, Республика Казахстан, murat-toktat@mail.ru, marjanjarkent@mail.ru

Основное нарушение сельскохозяйственных земель и загрязнение природных комплексов в юго-западной части Жамбылской области связано с добычей и переработкой фосфоритов. Каратауский бассейн представляет собой полосу шириной до 20-25 км, вытянутую в северо-западном направлении на 120 км. В нем известно несколько десятков месторождений микрозернистых фосфоритов, крупнейшими из которых являются Чулактау, Аксай, Жанатас, Коксу, Кокджон. Добыча руды в бассейне производится открытым и подземным способами. В строении Каратауского бассейна принимают участие палеозойские и кайнозойские осадочные образования, залегающие на мощной докембрийской терригенной толще с подчиненным количеством карбонатных и вулканогенных пород. Наиболее древними (протерозойскими) образованиями являются метаморфические кварц-хлоритовые и тальк-хлорит-серицитовые сланцы с прослоями рассланцованных туфогенных песчаников и сланцев, содержащей в своей верхней части маломощные пласты фосфоритов и рассеянные обломочные зерна фторкарбонатапатита [Окружающая среда ..., 2008].

Рекогносцировочный выезд на разработки месторождений «Жанатас», «Кокджон» и «Коксу» показали, ближайшие месторождения отстоят от города Тараза на 80-100 км, а наиболее удаленные - на 280-300 км. Мощные пласты фосфоритов тянутся вдоль хребта Малый Каратау несколькими параллельными полосами с юго-востока на северо-запад почти на 200 км, ширина же их от нескольких метров до 25 км.

Месторождение Коксу расположено в предгорной пустынно-степной зоне на высоте 400-500 м над уровнем моря.

Изучение процессов почвообразования в условиях техногенеза является теоретической базой для рекультивации нарушенных земель и возврата их во вторичное использование в народном хозяйстве, а также в целом восстановления нарушенных ландшафтов. Следовательно, исследования направленные на изучение процессов почвообразования в условиях техногенеза являются актуальными.

Для оценки почвенно-экологических функций и почвообразования в техногенно-нарушенных ландшафтах используются методы: картографический, сравнительно-географический, ландшафто-динамический.

Определены отработанные разновозрастные участки, затронутые первичными процессами почвообразования, физические, физико-химические, химические и биологические свойства вскрышных пород.

Цель: Определить скорость, направление почвообразования и дать оценку почвенно-экологическим функциям техногенно - нарушенных земель.

Отвалы месторождений по степени естественного зарастания техногенно-нарушенных земель очень ярко иллюстрируют результаты биологической продуктивности растений, участвующих в естественном освоении нарушенных экосистем. Выявлены участки разной степени зарастания – незарастающие, слабозарастающие и удовлетворительно зарастающие. На естественно зарастающих отвалах идет инициальный процесс почвообразования. Изучение почвогрунтов отвала по естественно-заросшим участкам показали тесную взаимосвязь растительных сообществ с почвогрунтами. В почвогрунтах, отобранных на участках с различным проективным покрытием содержание гумуса находилось в тесной взаимосвязи от количественного соотношения фитоценозов. Результаты по содержанию

гумуса свидетельствует, что процессами почвообразования затронуты верхние слои почвогрунтов отвалов. Групповой состав гумуса молодых почв на отвалах очень изменчив, что свидетельствует о его несформированности, хотя в молодых почвах уже проявляются зональные особенности качественного состава гумуса, наблюдается высокое содержание негидролизуемого остатка, что указывает на молодость гумусовых кислот и их прочную связь с минеральной частью почвогрунтов. Определение степени гумификации молодой формирующейся почвы показал, что этот процесс замедленный.

Почвенно-экологические функции в техногенно-нарушенных ландшафтах фосфоритовых месторождений проявляются так же, как и в почвах ненарушенных ландшафтов. Но следует отметить, что эти взаимосвязанные функции (входные, внутренние и выходные) в почвогрунтах техногенно-нарушенных экосистем носят инициальный характер и оцениваются эти функции как слабовыраженные.

Вследствие горнотехнических разработок фосфоритовых месторождений образовался техногенный рельеф – это карьеры различной глубины и террасовидных форм в основном вытянутых в длину вдоль низкогорий. Вблизи находятся отвалы вскрыши, под которые отведены значительные площади земель с сохранением потенциально-плодородного слоя (ППС) в буртах.

Общая площадь нарушенных земель на месторождении «Коксу» составляет 331,134 га. Под породными отвалами и отвалами фосфат-кремнистых сланцев № 1, 8, 10 находятся 45,84 га земли. Отвалообразование из пород вскрыши автотранспортная, бульдозерная, послойное и поярусное. Фосфоритная толща Каратау состоит из кремнистых, фосфат кремнистых и фосфоритовых пород. Она залегает на неровной поверхности подстилающих доломитов и покрывается прослоями железисто-марганцевых карбонатных пород. Серия сложена пластовыми фосфоритами, переслаивающимися с кремнистыми и карбо обогащёнными фосфорными веществами. Исследования проводились на отвале породных и фосфат-кремнистых сланцев № 8. Возраст отвала более 20 лет. Поверхность отвала выположенная с уклоном 5-7° на север и северо-запад. По краям отвалов насыпные отвальные породы, образующие цепь в виде небольших холмисто-грядовых насыпей. Овалы сложены из карбонатных, карбонатно-глинистых сланцев и грубообломочных доломитовых пород.

Отвал месторождения «Коксу» имеет трапециевидную аккумулятивную форму неорельефа с уклоном 5-7° на север и северо-восток. Слагается отвал из смеси горных пород различного генезиса. Исследования показали, что на отвале проявляется прямое и косвенное влияние техногенного рельефа на процессы почвообразования. Так, функции почвы рассматриваются в группировках: 1) входные функции – поглощение (отражение, рассеивание) поступающий в систему веществ и энергии; 2) внутренние функции – удержание, преобразование; 3) выходные функции – выделение или потеря веществ и энергии из системы.

В почвогрунтах отвала отмечаются все перечисленные функции, присущие почве. Так, на поверхности отвала проявляются входные функции, т.е. перемещение массы почвогрунтов и перераспределение техногенного элювия под влиянием осадков в виде дождя и талых вод. Ярко проявляются процессы водной эрозии и лессиважа. Отмечается распределение тонкой фракции элювия по профилю почвогрунтов.

На поверхности отвала естественное зарастание идет неравномерно. Исследования показали, что растения поселяются отдельными группировками, зачастую из популяции одного вида (полыни, ковыля и т.д.). Поверхность отвала была условно разделена на 3 участка по степени зарастания естественной растительностью. При этом это деление по зарастанию отвала находится в тесной взаимосвязи со средой обитания. В данном случае проявляются экологические функции взаимодействия условий почвогрунтов со сложным комплексом абиогенных и биогенных факторов. По Шенникову [1964], знание абиогенной основы среды фитоценоза и сравнение ее с фактической биогенной средой дают представление о том, что же именно внесено в мертвую среду данным фитоценозом (и его предшественниками) и дает возможность определить степень изменения среды.

Изучение почвогрунтов отвала по естественно-заросшим участкам показали тесную взаимосвязь растительных сообществ с почвогрунтами. Так, произошли изменения в морфологических признаках почвогрунтов заложенных разрезов. В почвогрунтах, отобранных на участках с различным проективным покрытием содержание гумуса находилось в тесной взаимосвязи от количественного соотношения фитоценозов. Наиболее гумусированными были почвогрунты разрезов, заложенных на участках с 20% проективным покрытием растением. В данном случае в почвогрунтах отвалов проявляются внутренние функции, присущие почвам (удержание, преобразование). Растительный опад подвергается разложению, вследствие образуются гумусовые вещества, что приводит изменению почвогрунтов и среды обитания биоценозов. В обеспечении почвогрунтов отвала нет определенной закономерности. Почвогрунты неравномерно обеспечены фосфором и калием. Но в количественном отношении прослеживается закономерное распределение элементов питания. На участках почвогрунты большим содержанием гумуса соответственно более обеспечены фосфором и калием.

Экологические функции проявляются в тесной взаимосвязи биоты с внутренними условиями почвогрунтов (температура, влажность, наличие элементов питания). Так, в почвогрунтах отвала методом стекол обрастания (педоскопы) обнаружили кокковые формы бактерий (*p. Micrococcus*), реже встречаются бактериальные клетки и бациллярные формы (*p. Bacillus*), а также встречаются мицелиальные грибы. Основными представителями микрозоофауны являются микроартроподы и коллемболы. В разрезах заложенных на слабо и не заросших отвалах встречаются единичные экземпляры микрозоофауны. Это связано с гидротермическим режимом почв. Влажность не является устойчивым признаком какой-либо почвы или почвенного горизонта. Она зависит от многих факторов: метеорологических условий, уровня грунтовых вод, механического состава почвы, характера растительности и т. д. В этом регионе осадки выпадают очень редко. Днем температура воздуха составляет 30-38 °С.

На отвале месторождения «Коксу» в почвогрунтах проявляются почвенно-экологические функции также, как и в почвах ненарушенных ландшафтов. Но следует отметить, что эти взаимосвязанные функции (входные, внутренние и выходные) в почвогрунтах техногенно-нарушенных экосистем носят инициальный характер.

Литература

1. Окружающая среда и устойчивое развитие Казахстана. – Алматы. 2008. – 320 с.
2. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 430 с.

Научный руководитель: Козыбаева Ф.Е. – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник отдела экологии почв КазНИИПиА им. У.У. Успанова.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ГОРОДА СТАВРОПОЛЯ

В.А. Титоренко

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Titorenko-valya@yandex.ru.

Почва является важнейшей составляющей городских экосистем. Благодаря своим специфическим свойствам, она во многом определяет условия жизни человека в городе через выполнение ею санитарных и рекреационных функций. В городских почвах протекают многочисленные и разнообразные процессы трансформации и миграции веществ. Однако, в отличие от природных аналогов, в них появляются новые компоненты, энергетические и вещественные связи, присущие урбанизированным экосистемам [1]. К наиболее значимым антропогенным изменениям почв города относится химическое загрязнение тяжелыми металлами, связанное с выбросами промышленности и автотранспорта. Поэтому возникает необходимость прикладных исследований, направленных на выявление масштабов геохимического преобразования почвенного компонента в связи с деятельностью человека.

Под воздействием техногенных выбросов и урбанизации в почвах г.Ставрополя преобладает изменение физико-химических свойств. Особенно большие преобразования отмечаются в верхних гумусовых горизонтах. Диапазон колебаний pH в городских почвах весьма значителен – от 6,2 до 9,0 (таблица). Среднее значение pH в верхнем почвенном горизонте составляет 7,9 (примерно 55% почв территории). Нейтральные значения преобладают в зоне селитебной многоэтажной застройки, значения pH > 8 выявлены в почвах промышленных зон города. Основные районы подщелачивания почв находятся в северной и центральной части города.

Таблица

Некоторые показатели почв функциональных зон г. Ставрополя

Функциональные зоны	Среднее содержание химических элементов, мг/кг				pH
	Cu	Pb	Cd	Zn	
Промышленная	104,6±0,3	114,3±0,6	16,0±0,2	82,7±0,6	8,4
Селитебная многоэтажная	52±0,8	49,4±0,8	3,7±0,3	53,2±0,8	8,2
Селитебная одноэтажная	43,3±0,7	49,6±0,7	4,1±0,7	46,5±0,7	7,9
Лесопарковая	41,3±0,2	37,0±0,7	3,1±0,7	31,3±0,9	7,7
Дачная	23,9±0,4	17,3±0,8	0,54±0,6	16,9±0,7	7,2
Фоновая территория	26,5±0,5	18,4±0,5	0,58±0,8	26±0,3	7,3

Анализ загрязнения почв кадмием в соответствии с ландшафтной структурой города показывает повсеместное загрязнение территории, т.е. идет накопление элемента вне зависимости от положения в ландшафтном сопряжении.

Среднее содержание кадмия в почвах города – 4,7 мг/кг, что составляет Кс=7,8. Наиболее крупная и интенсивная аномалия кадмия (Кс=4) приурочена к северо-западному микрорайону, к промышленным площадкам заводов Аналог, Нептун, Лисма-Люминофор. Точечные аномалии высокой интенсивности загрязнения почв кадмием на территории города встречаются довольно часто и в различных местах. Аномалии металла в почвах невысокой контрастности имеют сплошное распространение по территории города. Так, техногенные ореолы составляют Кс от 2 - 3 охватывают около 20 % города, интервал Кс=3-6,5 раза - около 45 % города.

Среднее содержание свинца в почвах города составляет 54,2 мг/кг. Педогеохимические аномалии свинца относительно фона занимают практически всю территорию города. Увеличение интенсивности загрязнения наблюдается в северо-восточном направлении.

Наиболее сильное и стабильное загрязнение свинцом выявлено в промышленных районах, почвы дачной зоны практически не загрязнены.

Аномалии свинца в пределах селитебной многоэтажной зоны на автономных позициях плакора увязаны с крупными транспортными магистралями и несколько повторяют их вытянутую форму. Вся центральная и северо-восточная часть города представляет собой территорию с содержанием свинца преобладанием $K_c=2,3-2,7$.

Превышения содержания цинка в почвах по природному фону приурочены большей частью к подчиненным трансэлювильным ландшафтам. Самая обширная и наиболее контрастная аномалия цинка практически целиком охватывает селитебную зону частной и многоэтажной застройки пологих склонов структурно-денудационных плато.

В западном направлении эта аномалия включает в себя многоэтажную селитебную зону с наиболее интенсивными транспортными потоками (ул. Доваторцев, ул. Ленина). Периферийные участки данной аномалии имеют интервал K_c от 3-4. Наиболее высокие значения загрязнения почв цинком, где $K_c=3,2$ встречаются в селитебных районах, непосредственно примыкающих к урочищу Павлова дача. Автономные ландшафты плакоров имеют достаточно обширные аномалии цинка небольшой интенсивности K_c от 1,5-2. Относительно чистыми в отношении загрязнения почв цинком оказались дачные и лесопарковые массивы.

Территориальное расположение аномалий меди в городских почвах характеризуется приуроченностью к крупным промышленным узлам (северо-западному, восточному и юго-восточному) и центральной части города.

Значительные площади плакора и склонов структурно-денудационных плато загрязнены медью в пределах $K_c=1,6-1,9$. Фоновые и околофоновые значения встречаются на дачных участках, в районах с редкой многоэтажной застройкой, в центральных частях лесопарковых массивов. Довольно обширная аномалия меди со значением $K_c=3,9$ охватывает восточную промышленную зону, распространяясь на прилегающие селитебные районы частной и многоэтажной застройки. Максимальные концентрации обнаружены в районе промплощадок заводов Поршневых колец, Прибороремонтного, Стеклотарного, около железнодорожного вокзала

В результате эколого-геохимических исследований установлено, что в верхних почвенных горизонтах г.Ставрополя ТМ образуют положительные техногенные аномалии различной контрастности, характер которых имеет определенную связь с ландшафтно-функциональной структурой города. Структура техногенных ореолов геохимических аномалий отличается постепенным уменьшением концентраций металлов от центра к периферии. По интенсивности преобладает загрязнение кадмием.

Литература

1. *Алексеев В.А.* Экологическая геохимия. – М.:Логос, 2000. – 627 с.
2. *Титоренко В.А.* Ландшафтно-геохимический подход при анализе распределения тяжелых металлов в почвах Георгиевского района // Вопросы географии и краеведения: Материалы научной конференции «Университетская наука - региону». – Ставрополь: Ставрополь: Изд-во СГУ, 2010. – С.56-58.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М. Токтар, М. Атагельдиев, Ч.Ф. Мураталиев, З.Н. Талуенко

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова,
Алматы, Республика Казахстан, beiseeva2009@mail.ru

Антропогенное загрязнение окружающей природной среды вызывают серьезную озабоченность своими негативными последствиями для здоровья людей. Современная ландшафтно-экологическая ситуация ВКО на землях сельскохозяйственного назначения формируется под влиянием природных и антропогенных факторов, важнейшими из которых являются развитие горнодобывающих и перерабатывающих отраслей промышленности и энергетика. Нарастание добычи полезных ископаемых (рудных, нерудных, строительных материалов), повышенная агрессивность извлекаемого и перерабатываемого сырья влияют на процессы интенсивного загрязнения всех ландшафтообразующих компонентов (атмосферный воздух, поверхностные, подземные, грунтовые воды, почвенный и растительный покров) [Касимов, Перельман, 1995].

Негативное воздействие на качественное состояние земель ВКО определяется процессами их загрязнения. Естественными природными источниками поступления тяжелых металлов в почвы являются вторичные литохимические аномалии цветных, редких и благородных металлов, которые непосредственно связаны с рудными полями, зонами рассеивания, геохимическими барьерами. В области основными источниками загрязнения почвенного покрова являются предприятия цветной металлургии и горнодобывающего комплекса, отрасли сельского хозяйства. Деятельность 198 предприятий и организаций ВКО привело к нарушению земель на площади 12800 га, из которых было рекультивировано 6268 га (49%). Почвенный покров области загрязняется соединениями цинка, меди, марганца, кадмия, свинца, мышьяка. Современная биогеохимическая наука поднимает вопрос об огромном влиянии человеческой деятельности на миграцию и перераспределение химических элементов в биосфере. Изучение биогеохимических процессов миграции, аккумуляции тяжелых металлов в системе почва-растение-вода и биота, поступление их и распределение, определение барьеров, раскрывают теоретические вопросы во взаимосвязанных системах биосферы. Так, эти процессы в техногенно-нарушенных ландшафтах, в условиях биологической рекультивации промышленных отвалов отличаются от процессов, идущих в зональных ненарушенных ландшафтах, где содержание Cu, Pb, Zn, Cd и других элементов в почвах находятся в повышенных концентрациях по сравнению с почвами нерудных регионов. Зона исследования, по Ферсману, является геохимической зоной рудных аномалий.

Целью работы: изучение содержания тяжелых металлов и оценка почвенно-экологических условий техногенно-нарушенных ландшафтов.

Объектом исследования являются техногенно - нарушенные земли Зыряновского и Тишинского месторождений и территории, прилегающие к цинковому и свинцовому заводам г. Риддер Восточно-Казахстанской области. При въезде в г.Зыряновск (объект исследования) видны конусовидные, вытянутые неправильной конфигурации насыпи, образующие промышленные отвалы, создающие эстетически неприглядный ландшафт. Образовался рельеф, обусловленный антропогенной аккумуляцией, относящийся к зрелым формам.

В результате деятельности горнодобывающей промышленности образовались нарушенные земли. Общая площадь отвалов Зыряновского карьера составляет более 200 га. Они сложены из смешанных пород грубообломочных, каменисто-щебнистых, песчаных, глинистых, суглинистых. К техногенно нарушенным землям относятся территории занятые хвостохранилищами. Хвостохранилища являются одним из источников загрязнения окружающей среды. Общая площадь старого хвостохранилища занимает 98 га. Сброс хвостов из обогатительной фабрики осуществляется по трубам. В начале 70-х годов в него

прекратили сбрасывать отходы, и оно в настоящее время зарастает по краям древесно-кустарниковыми породами. Сброс хвостов идет в новое хвостохранилище, которое в настоящее время расширяется. Площадь его в 6,8 раз больше старого хвостохранилища.

Определения тяжелых металлов и других химических элементов в почвах, почвогрунтах, растениях, воде, донных отложениях проводились ядерно-физическими и атомно-абсорбционными методами в лабораториях Института ядерной физики РК.

Почвы, в районах исследования, являются в разной степени выщелоченные черноземы Зырянского и Глубоковского районов низкогорных и предгорно – степных зон ВКО. Из-за несовершенства технологий добывающей, перерабатывающей промышленности, очистных сооружений обогатительных фабрик и заводов происходит загрязнение всех экосистем биосферы. Исследования тяжелых металлов в техногенно-нарушенных ландшафтах показали определенную закономерность в процессе их миграции и аккумуляции.

Отвалы Зырянского месторождения содержат высокие концентрации тяжелых металлов. Содержание цинка превышает ПДК в 2-45 раза, свинца в 3-406 раз. Такие высокие концентрации тяжелых металлов в отвальных породах свидетельствуют о беспорядочном смешивании надрудных и рудосодержащих пород при разработке месторождения. Результаты определения тяжелых металлов в почвогрунтах, рекультивированных участков (13, 12, 11) показали повышенные концентрации свинца, цинка, меди в верхних слоях (0-2; 0-6 см) насыпных почвогрунтов. Если сравнить среднее содержание перечисленных элементов в почвах по Виноградову [Виноградов, 1957] в %, то в почвогрунтах объектов они в 100 и более раз выше. Аккумуляция загрязняющих веществ в самом поверхностном горизонте почвы – характерная особенность техногенного загрязнения [Боев и др., 2002]. Это обусловлено не только осаждением нерастворимых пылеватых частиц на поверхности, но также и прочным связыванием поллютантов с органическими веществами и тонкодисперсными частицами почвы [Предельное содержание токсичных соединений..., 1984].

По результатам наших исследований в верхнем (0-2; 0-6 см) слое почвогрунтов на опытных участках (13, 12, 11) Pb составляет в среднем от 44,2 до 151,5 мг/кг, превышает ПДК в 7,4-19,3 раз. Содержание Zn колеблется от 157,3 до 276,7 мг/кг, превышает ПДК в 6,84-12,0 раз. Среднее содержание Cu составляет от 50 до 58,2 мг/кг, превышает ПДК в 16,7-19,4 раза. В среднем (6-15 см) слое насыпных почвогрунтов содержание свинца составляет от 23 до 64,5 мг/кг (превышает ПДК в 3,8-10,8 раз), цинка от 98 до 158 мг/кг (превышает ПДК в 4,3-6,9 раз), меди от 51 до 93 мг/кг (превышает ПДК в 17-31 раз). Так, в нижних слоях (20-40 см) этих участков Pb в среднем составляет от 21,7 до 1743,5 мг/кг, превышает ПДК в 3,61-290,6 раз. Содержание Zn колеблется в пределах 98-2732 мг/кг, превышает ПДК в 4,26-118,7 раз. Количество Cu составляет от 44,7 до 238,2 мг/кг, превышает ПДК в 14,9-79,4 раз. Исследования содержания тяжелых металлов на всех опытных участках показали о наличии механизма биогенного накопления в верхних слоях почвогрунтов токсичных элементов Cu, Zn, и Pb. Из результатов следует, что концентрация тяжелых металлов в верхних слоях (0-2; 0-6 см) объясняется биологическим накоплением. Растения переносят тяжелые элементы через корневую систему в верхние вегетирующие органы и аккумулируют в поверхностных слоях почвогрунтов. В данном случае идет миграция, и аккумуляция тяжелых элементов с нижних слоев (20-40 см) в верхние (0-2; 0-6 см) слои почвогрунтов.

В почвенных образцах, отобранных из разрезов, заложенных возле цинкового, свинцового заводов, хвостохранилища города Риддер по профилю в нижних горизонтах наблюдается снижение содержания тяжелых металлов. По статистическим данным вариационный коэффициент (V, %) по цинку составляет 4,3-44,3, по меди 13,3-53,4, по свинцу 12-82,2%. В почвенных образцах, отобранных возле хвостохранилища по свинцу самый высокий вариационный коэффициент (82,2%). В почвенных образцах, отобранных возле свинцового завода содержание цинка составляет 144,7 мг/кг, что превышает кларк элемента в почве 2,9 раза, в 1,7 раза кларк литосферы, 2,07 раза меньше ПДК по Kloke, 6,3 раза больше ПДК, утвержденный в Казахстане [Совместный приказ МЗО (30.01.04) и ООС (27.01.04).2004]. Содержание меди 47,9 мг-кг, в 2,4 раза превышает кларк элемента в почве, в 1,0 раз кларк

литосферы, 2,09 раза меньше ПДК по Kloke, в 1,45 раза больше казахстанского ПДК. Содержание свинца составило 294,0 мг/кг. Это в 29,1 раз превышает кларк элемента в почве, в 18,4 раза кларк литосферы, в 9,2 раза больше ПДК по Kloke, в 9,2 раза превышает ПДК, по Казахстанским нормативам. Полученные результаты определяют степень техногенного влияния промышленных комплексов Зыряновского и Тишинского месторождений. В процессе исследования были выявлены приоритетные тяжелые металлы, их источники поступления в систему почва-растение-вода. Основными загрязняющими элементами являются свинец, цинк и медь. Источниками загрязнения природных экосистем г.Риддер являются: свинцовый завод (Pb, Zn); цинковый завод (Zn, Pb, Cu); - хвостохранилище (Pb, Zn, Cu). На Зыряновском месторождении: Зыряновский горно-обогатительный комбинат (Zn, Pb, Cu); хвостохранилище Зыряновского горно-обогатительного комбината. Суммарное загрязнение почвы тяжелыми металлами в зоне влияния свинцового, цинкового заводов и хвостохранилища г. Риддер составляет $(Z_c) = 88,71$, что позволяет отнести, исследуемую территорию к категории опасного уровня загрязнения почв. Суммарное загрязнение почвы тяжелыми металлами в зоне влияния Зыряновского горнообогатительного комбината и хвостохранилища составляет $(Z_c) = 108$, что позволяет также отнести, исследуемую территорию к категории опасного уровня загрязнения.

Литература

1. Касимов Н.С., Перельман А.И. Геохимические принципы эколого-географической систематики городов// В кн. Экогеохимия городских ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – С. 20-36.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.
3. Боев В.М., Куксанов В.Ф., Быстрых В.В. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования. – М.: Медицина, 2002. – С. 79-175.
4. Предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах, обуславливающее отнесение этих отходов к категории по токсичности. – М., 1984.
5. Совместный приказ МЗО (30.01.04) и ООС (27.01.04). – 2004.

Научный руководитель: Бейсеева Г.Б. – д.с.-х.н., заведующая отделом экологии почв КазНИИПиА им. У.У. Успанова.

ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЬ ПО ПРОФИЛЮ ОСНОВНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ ГРУПП РИСОВО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ АКДАЛИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

А.М. Устемирова

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова,
Алматы, Республика Казахстан, Zhanel-Aigul@mail.ru

Почва является важнейшим компонентом природной среды. Состояние почв во многом определяет экологическое равновесие в целом. Через почву проходят наиболее значительные потоки многих элементов – углерода, кислорода, азота и других. Почва играет важную роль и в аккумуляровании органического вещества, химических элементов [Аммосова, Ладонин, 2000].

В настоящее время недостаточная изученность процессов, протекающих внутри почвенного профиля становится главным источником загрязнения окружающей среды. Кроме этого загрязненные почвы сами могут являться источниками вторичного загрязнения приземного слоя воздуха, поверхностных и грунтовых вод. Они представляют большую опасность, как для человека, так и для природных и сельскохозяйственных экосистем. Связано это с тем, что они достаточно быстро накапливаются в почве, но очень долго из нее удаляются.

Исследования проводились на периодически затопляемых рисово-болотных почвах в условиях Акдалинского массива рисосеяния где были заложены разрезы. Причем, для сравнения с пахотными аналогами и определения возможного антропогенного привноса тяжелых металлов были заложены репрезентативные площадки также и на целинных почвах.

Данные почвы бедны гумусом, их содержание в пахотном горизонте не превышает 1,0-1,1 %. Характерным является растянутый на всю толщу почвы гумусовый профиль обусловленный процессом выноса гумуса в условиях повышенной щелочной реакции почвенного раствора и дефицита кислорода. Причем, в горизонте скопления восстановленных продуктов наблюдается второй максимум содержания гумуса, тип распределения – эллювиально-иллювиальный. Общего азота содержится 0,065-0,084 %, а легкогидролизуемая форма в пределах грааций низко обеспеченной. Содержание карбонатов довольно высокое по всему профилю. Почвы щелочные, величина рН пахотного горизонта находится в пределах 8,63-8,86. Причем с глубиной наблюдается их постепенное увеличение. По степени засоления – средnezасоленные. Тип химизма – сульфатно-гидрокарбонатный, магниевый-кальциевый.

Процесс почвообразования в условиях рисосеющих массивов протекают исключительно в специфических условиях, который заключается в ежегодном периодическом затоплении почв в течение всего вегетационного сезона и последующего интенсивного просушивания в условиях аридного климата. Согласно сезонам затопления и высушивания процесс почвообразования приобретает циклический характер, каждый цикл согласно создающимся условиям почвообразования вызывает соответствующие изменения в составе и свойствах почвы. В подобных условиях, среди процессов почвообразования начинают преобладать группа антропогенных элементарных процессов почвообразования. Их направление зависит главным образом от того, как используются почвы и от интенсивности мероприятий по ее окультуриванию.

Нисходящий ток воды преобладающий в условиях постоянного затопления приводит к перераспределению веществ по профилю почв - гумуса, илестых частиц, элементов питания, в том числе и тяжелых металлов, т.е. происходит их профильная дифференциация [Отаров, Ибраева, Сапаров, 2007; Макутов, 1993; Отаров, Ибраева, 2000]. Причем характер перераспределения зависит в основном от сочетания основных факторов почвообразования и от набора свойств почв определенных горизонтов. В зависимости от этого определенные

горизонты почв могут выступать как геохимические барьеры, так и среда по транспорту поступающих в нее тяжелых металлов.

На контактах пород различного механического состава в условиях временного переувлажнения формируются обогащенные свинцом глеевые горизонты, которые содержат более 100 мг/кг [Белицина, Пачепская, 1980].

Также по результатам проведенных исследований установлено, что накопление Pb в основных мелиоративных группах почв Акдалинского массива зависит главным образом от свойств почв [Отаров, Устемирова, Мамышов, 2008]. Причем решающее значение имеют те свойства почвы, от которых зависит подвижность и миграционная способность тяжелых металлов. Чем выше способность почв переводить ТМ в труднорастворимые соединения, тем сильнее она ограничивает их миграцию по трофической цепи, и наоборот, чем меньше способность перевода тяжелых металлов в труднорастворимые соединения, тем больше она способствует их выносу за пределы почвенного профиля и орошаемого агроландшафта дренажными водами. Поэтому изучение и установление закономерностей миграций тяжелых металлов по профилю орошаемых почв является одним из актуальных направлений почвенной науки, имеющее как научное, так и практическое значение.

Обычно профиль почв классифицируется по типу строения профиля и по распределению веществ по профилю [Розанов, 1983]. Для каждой почвы характерным является почвенный профиль с определенным набором генетических горизонтов, формирование которых подчинено зональным факторам почвообразования. Обычно по соотношению различных генетических горизонтов определяют типы строения почвенного профиля. А вторая классификация основана на закономерностях миграции веществ по почвенному профилю в зависимости от факторов почвообразования. Закономерности, положенные в основу обеих классификаций взаимосвязаны и взаимообусловлены и служат инструментом детального генетического анализа почв. При исследовании загрязнения почв тяжелыми металлами определенным интерес представляет изучение их миграции по почвенному профилю, определение геохимических барьеров, типы распределения по почвенному профилю. Используя полученные аналитические данные, были определены типы распределения свинца по профилю основных мелиоративных групп почв (рис. 1)

Акдалинского массива орошения и их целинных аналогов (рис. 2).

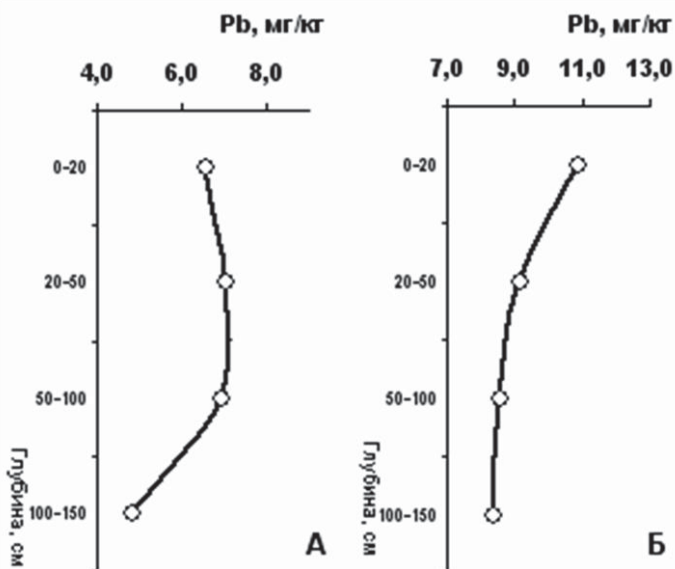


Рисунок 1-Характер распределения свинца 1-ой (А) и 2-ой (Б) мелиоративных групп пахотных почв

Как видно из рисунка 1 по профилю 1-ой мелиоративной группы почв свинец распределен по элювиально-иллювиальному типу, т.е. для них характерным является вынос свинца из верхнего пахотного горизонта в нижние иллювиальные горизонты. На наш взгляд это можно объяснить тем, что почвы 1-ой мелиоративной группы отличаются в основном легким механическим составом, достаточно высокой водопроницаемостью, низким содержанием органического вещества, низкой емкостью

поглощения и как следствие низкой сорбционной емкостью по отношению к тяжелым металлам. Характер распределения свинца по профилю 2-ой мелиоративной группы имеет несколько иную картину, чем по профилю 1-ой мелиоративной группы почв. Здесь свинец имеет регрессивно-аккумулятивный тип распределения. Максимум свинца содержится в

верхнем пахотном горизонте и с глубиной происходит его резкое убывание, т.е. почвы 2-ой мелиоративной группы благодаря утяжеленному механическому составу, низкой водопроницаемости, относительно высокому содержанию органического вещества обладают повышенной сорбционной емкостью по отношению к тяжелым металлам. Данная разница между мелиоративными группами почв по накоплению свинца наглядно видно при их сравнении по содержанию абсолютных количеств подвижной формы свинца. Если почвы 1-ой мелиоративной группы содержат лишь $6,5 \pm 0,6$ мг/кг почвы, то почвы 2-ой мелиоративной группы содержат уже $10,8 \pm 1,39$ мг/кг.

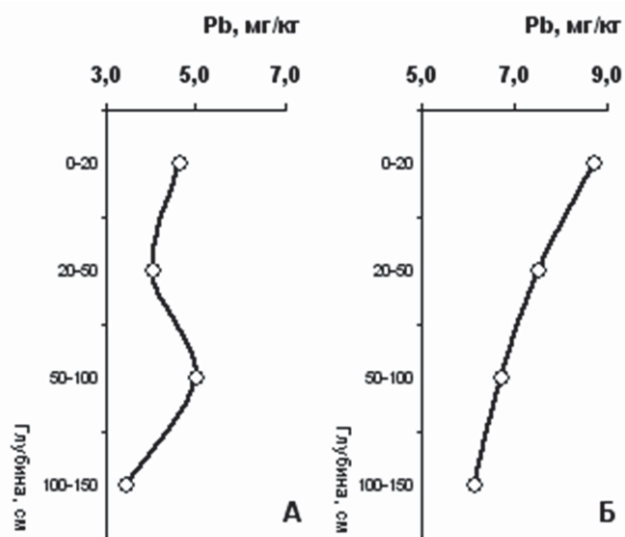


Рисунок 2-Характер распределения свинца по профилю 1-ой (А) и 2-ой (Б) мелиоративных групп целинных почв

Для установления влияния длительного орошения на характер распределения тяжелых металлов по профилю рисово-болотных почв массива были также проанализированы характер распределения свинца по профилю их целинных аналогов. В распределении свинца по профилю целинных почв первой мелиоративной группы наблюдается аналогичная их пахотным вариантам закономерность (рис. 2).

В профиле этих почв свинец распределен по элювиально-иллювиальному типу, о котором подробно изложено выше. А по профилю почв второй мелиоративной группы свинец распределен по равномерно-аккумулятивному типу, который отличается от других типов равномерным

постепенным снижением содержания свинца с глубиной. На наш взгляд такой тип распределения можно объяснить в отличие от пахотных аналогов отсутствием интенсивного длительного нисходящего тока воды. Целинные почвы обеих групп от пахотных аналогов отличаются также и относительно меньшим содержанием свинца. Целинные варианты почв первой группы содержат свинца на 1,9 мг/кг меньше, второй группы 2,1 мг/кг почвы.

Резюмируя вышеизложенное можно сказать, что в целинных почвах свинец относительно более подвижен и образует достаточно заметные элювиальные и иллювиальные горизонты. Целинные почвы содержат свинца относительно меньше, чем их пахотные аналоги, т.е. можно сказать, что длительное орошение способом постоянного затопления способствует некоторому накоплению свинца в пахотном горизонте почв. Свинец по профилю как пахотных, так и целинных почв первой мелиоративной группы распределен по элювиально-иллювиальному типу. Элювиальным горизонтом, откуда происходит вынос свинца, является пахотный горизонт (слой), а иллювиальным, где происходит накопление свинца, является подпахотный горизонт. Можно сказать, что элювиальный пахотный горизонт в меньшей степени подвержен загрязнению. А подпахотный иллювиальный горизонт оказался своего рода геохимическим барьером на пути миграции свинца по профилю данных почв. По профилю второй мелиоративной группы почв свинец распределен по аккумулятивному типу, подтип – регрессивно-аккумулятивный. Здесь горизонтом накопления свинца, т.е. геохимическим барьером является с утяжеленным механическим составом и относительно обогащенный гумусом пахотный горизонт.

Литература

1. Аммосова Я.М., Ладонин Д.В. Изучение уровня загрязнения городских почв тяжелыми металлами // Агрохимический вестник. – 2000. – № 2. – С. 23-26.

2. *Отаров А., Ибраева М.А., Сапаров А.С.* Деградационные процессы и современное почвенно-экологическое состояние рисовых массивов республики // Экологические основы формирования почвенного покрова Казахстана в условиях антропогенеза и разработка теоретических основ воспроизводства плодородия. – Алматы, 2007. – С. 73-104.
3. *Мамутов Ж.У.* Щелочность почв, оросительных вод рисовых полей Казахстана и способы ее регулирования. Диссертация в форме научного доклада на соискание уч. степени доктора биол. наук. – Москва, 1993. – 48 с.
4. *Отаров А., Ибраева М.А.* Эколого-биогеохимическое состояние Акдалинского массива. // «Балхаш-2000»: сборник материалов Международного экологического форума. Вып. 1. – Алматы, 2000. – С. 261-276.
5. *Белицина Г.Д., Пачепская Т.А.* Особенности поведения Рb в некоторых почвах дерново-подзолистой золы// Тяжелые металлы в окружающей среде. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 45-50.
6. *Отаров А., Устемирова А., Мамышов М.М.* Содержание свинца и кадмия в основных мелиоративных группах почв Акдалинского массива орошения и их статистические характеристики // Почвоведение и агрохимия. – Алматы: Тетис. – 2008. – № 3. – С.40-45.
7. *Розанов Б.Г.* Морфология почв. – М.: МГУ, 1983. – С. 319.

ФОРМЫ ЖЕЛЕЗА В ЭМБРИОЗЕМАХ СТЕПНОГО ЯДРА ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КУЗНЕЦКОЙ КОТЛОВИНЫ

Т.Н. Хатылёва¹, В.Г. Двуреченский²

¹Иркутский государственный университет

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, dvu-vadim@yandex.ru

Железо, являясь одним из основных элементов, содержащихся в почве и, обладая способностью менять валентность и свойства, диагностирует направление почвообразования, типовые и подтиповые особенности многих почв.

Исследования проводились в эмбриоземах, формирующихся на внешних транспортных отвалах Моховского углеразреза Кемеровской области, в так называемом степном ядре лесостепной зоны. Субстрат отвала состоит из хаотичной смеси вскрышных (карбонатные покровные глины, лессовидные суглинки) и вмещающих (песчаники, аргиллиты, алевролиты) пород. Возраст отвалов – 45 лет.

Железо подразделялось на формы и фракции, согласно классификации [Зонн, 1982]: общее; несиликатное железо; аморфные формы. Проведенные аналитические исследования позволили разделить свободное железо на сильно - и слабоокристаллизованные фракции, выделить аморфные органо-минеральные и минеральные фракции железа.

Согласно классификации почв техногенных ландшафтов [Курачев, Андроханов, 2002] почвенный покров в нарушенных экосистемах формируется сингенетично стадиям развития растительных сукцессий. Проведенные ранее исследования показали, что развитие эмбриоземов в степном ядре лесостепи Кузбасса имеет 2 направления: 1) инициальные ↔ органо-аккумулятивные; 2) инициальные → органо-аккумулятивные → дерновые → гумусово-аккумулятивные [Двуреченский, 2011]. Типы эмбриоземов характеризуются определенным строением слабовыраженного почвенного профиля и различаются по степени развитости биологических и почвообразовательных процессов.

Зональными почвами лесостепной зоны Кузбасса являются черноземы выщелоченные. Силикатное железо преобладает над несиликатным во всем профиле. Количество силикатного железа с глубиной увеличивается, в то время как количество несиликатного незначительно сокращается, имея максимум в горизонте АВ (таблица). Несиликатное железо представлено сильноокристаллизованными и слабоокристаллизованными фракциями, причем количество слабоокристаллизованной фракции, значительно превышает сильноокристаллизованную по всему профилю. Только в нижних горизонтах В и С содержание фракций окристаллизованного железа становится одинаковым. Количество аморфного железа снижается глубиной.

Во всех эмбриоземах, кроме органо-аккумулятивных, определяется увеличение вниз по профилю количества силикатного железа. В эмбриоземах органо-аккумулятивных содержание силикатного железа уменьшается с глубиной, а несиликатное железо распределено равномерно. В эмбриоземах инициальных и дерновых количество несиликатного железа снижается с глубиной. В эмбриоземах гумусово-аккумулятивных происходит увеличение содержания несиликатного железа с глубиной. Силикатное железо преобладает над железом несиликатным в профиле всех типов эмбриоземов. Во всех типах эмбриоземов сильноокристаллизованная фракция превышает слабоокристаллизованную. В эмбриоземах органо-аккумулятивных отмечается снижение количества слабоокристаллизованной фракции. В эмбриоземах инициальных и органо-аккумулятивных наблюдается следующая дифференциация: содержание сильноокристаллизованной фракции увеличивается вниз по профилю, в то время как содержание слабоокристаллизованной фракции уменьшается. В эмбриоземах дерновых содержание двух фракций снижается с глубиной. В эмбриоземах гумусово-аккумулятивных – увеличивается. Аморфное железо в эмбриоземах инициальных (верхняя часть профиля) и органо-аккумулятивных (вся толща) в

основном представлено органо-минеральной фракцией, что говорит о высокой интенсивности почвообразования. Количество аморфной формы в эмбриоземах дерновых и гумусово-аккумулятивных невысокое, что свидетельствует о низкой подвижности железа, а значит и скорости почвообразования. Железо органическое преобладает над железом неорганическим в верхних горизонтах. В нижних горизонтах преобладает фракция железа неорганического. Исключение составляют эмбриоземы органо-аккумулятивные и гумусово-аккумулятивные, в которых железо органическое преобладает над железом неорганическим. Образование органического железа происходит вследствие того, что под формирующимся лесным биоценозом создаются условия, при которых железо комплексируется с гумусовыми веществами и накапливается в верхних горизонтах почв. Преобладание железа неорганического над железом органическим в нижней части профиля эмбриоземов отражает процессы оглинивания. Аморфное железо, накапливаясь в верхних горизонтах, ниже распределяется равномерно, то есть интенсивность почвообразования не снижается.

Таблица

Групповой и фракционный состав железа

Горизонт, глубина, см	Вало- вое, %	Сили- кат- ное, %	Неси- ликат- ное, %	Окристаллизованное, %			Аморфное, %		
				об- щее	силь- но-	слабо-	об- щее	орга- нич.	неорга- нич.
Чернозем выщелоченный									
A (0 – 12)	5,45	3,62	1,83	1,44	0,04	1,40	0,39	0,31	0,08
A (12 – 28)	4,92	3,21	1,71	1,40	0,09	1,31	0,31	0,26	0,05
AB (28–55)	5,67	3,72	1,95	1,67	0,23	1,44	0,28	0,20	0,08
B ₁ (55 – 65)	5,49	3,87	1,62	1,51	0,60	0,91	0,11	0,02	0,09
B ₂ (65 – 80)	5,49	3,95	1,54	1,45	0,63	0,82	0,09	0,02	0,07
B _к (80–100)	5,70	4,29	1,41	1,32	0,68	0,64	0,09	0,02	0,07
C _к (> 100)	5,75	4,36	1,39	1,34	0,64	0,70	0,05	0,02	0,03
Эмбриозем инициальный									
C ₁ (0 – 4)	5,12	2,23	2,89	1,99	0,95	1,04	0,90	0,79	0,11
C ₂ (15 – 55)	7,67	5,80	1,87	1,62	1,29	0,33	0,25	0,02	0,23
Эмбриозем органо-аккумулятивный									
A ₀ (0 – 5)	-*	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁ (5 – 15)	3,94	2,29	1,65	1,40	1,11	0,29	0,25	0,20	0,05
C ₂ (15 – 50)	3,51	1,99	1,52	1,25	1,15	0,10	0,27	0,18	0,09
Эмбриозем дерновый									
A _д (3 – 9)	4,45	2,81	1,64	1,50	1,05	0,45	0,14	0,12	0,02
C ₁ (9 – 20)	5,58	4,31	1,27	1,13	0,74	0,39	0,14	0,07	0,07
C ₂ (20 – 55)	5,81	4,82	0,99	0,88	0,64	0,24	0,11	0,01	0,10
Эмбриозем гумусово-аккумулятивный									
A _д (2 – 5)	3,84	2,56	1,28	1,17	0,75	0,42	0,11	0,10	0,01
A ₁ (5 – 10)	4,90	2,79	2,11	2,02	1,28	0,74	0,09	0,07	0,02
C (45 – 65)	6,54	4,27	2,27	2,16	1,29	0,87	0,11	0,02	0,09

Примечание: * – не определялось.

Групповой состав железа эмбриоземов дерновых и гумусово-аккумулятивных, как и фоновых черноземов выщелоченных, имеет генетическое сходство. Процесс перехода аморфных фракций в окристаллизованные носит обратимый характер: аморфные ↔ окристаллизованные. При увлажнении из окристаллизованных фракций образуются подвижные фракции железа, в основном литогенного происхождения. При осушении и аэрации они вновь кристаллизуются. Основное генетическое различие заключается в том,

что, несмотря на преобладание в черноземах и эмбриоземах силикатного железа над несиликатным, в эмбриоземах подобное преобладание свидетельствует о слабой степени выветрелости пород, зависящей от каменистости субстрата и небольшим периодом времени почвообразования.

Преобладание в эмбриоземах дерновых и гумусово-аккумулятивных силикатного железа; сильноокристаллизованной фракции несиликатного железа; уменьшение с глубиной слабоокристаллизованной фракции; распределение по профилю фракций аморфного железа указывает на то, что процессы почвообразования происходят по типу гумусонакопления с признаками оглинивания, что наиболее соответствуют тем процессам, которые происходят в фоновых почвах (гумусонакопление).

Исследование группового и фракционного состава железа на участках, с эмбриоземами инициальными и органо-аккумулятивными (под искусственными и самосевными посадками древесных растений) показало наиболее выраженные изменения, по сравнению с другими типами эмбриоземов. Подобное распределение и соотношение форм и фракций железа свидетельствует о том, что на данных участках происходят процессы подзолообразования [Гаджиев и др., 1988], тем самым диагностируя эволюцию почвы, которая отличается от эмбриоземов органо-аккумулятивных [Двуреченский, 2011; Андроханов, Курачев, 2010].

Проведенные исследования показали, что в почвах техногенных ландшафтов степного ядра Кузбасса фоновый характер направленности процессов почвообразования прослеживается в эмбриоземах дерновых и гумусово-аккумулятивных. В эмбриоземах инициальных и органо-аккумулятивных повышенное содержание аморфного железа указывает на то, что эти типы почв находятся в некотором переходном состоянии. Известно, что техногенный ландшафт в степных ареалах входит в эоклин в течение 15–20 лет с момента образования [Андроханов, Курачев, 2010], с формированием эмбриоземов гумусово-аккумулятивных. Тем не менее, после 45 лет развития техногенной экосистемы, в ее почвенном покрове присутствуют все типы эмбриоземов, что определяет неоднородность почвенного покрова, которая связана с различными факторами и условиями почвообразования.

Несмотря на то, что процессы почвообразования в черноземах выщелоченных и эмбриоземах дерновых и гумусово-аккумулятивных похожи, эволюция почв техногенных ландшафтов происходят не по зональному типу. Первоначально материнская порода, на которой формируются эмбриоземы, отличается от материнской породы фоновых почв. Что касается эмбриоземов органо-аккумулятивных, то в результате искусственной посадки на отвалы не типичных для степных ареалов древесных и кустарниковых пород был изменен биотический фактор. За 45 лет развития ландшафта, на месте формирования эмбриоземов органо-аккумулятивных произошла смена сукцессий – сформировался биоценоз, состоящий из хвойных и лиственных растений с подростом и разнотравьем, выпали некоторые кустарниковые виды. Изменения коснулись и других факторов – климат и рельеф. По законам генетического почвоведения подобные изменения влекут за собой образование нового подтипа эмбриоземов органо-аккумулятивных.

Литература

1. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
2. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Шоба В.Н. и др. Генезис, эволюция и география почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 224 с.
3. Двуреченский В.Г. Географо-генетическая характеристика форм железа в эмбриоземах Кузбасса: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2011. – 19 с.
4. Зонн С.В. Железо в почвах. – М.: Наука, 1982. – 208 с.
5. Курачев В.М., Андроханов В.А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. – 2002. – № 3. – С. 255-261.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ЦЕЛИННЫХ И ПАХОТНЫХ ПОЧВ ПРИМОРЬЯ

*Ан.В. Черновалова, М.Н. Александров, Ал.В. Черновалова, А.М. Дербенцева,
И.В. Коробова, Н.В. Грущак*

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, anastasyach7@mail.ru

С физико-механической точки зрения почву, прежде всего, характеризуют такие показатели, как гранулометрический и микроагрегатный составы, по результатам определения которых почвы называют тяжелыми или легкими. Это позволяет провести ряд оценок устойчивости микроструктуры. В свою очередь, противоэрозионная стойкость почв характеризует способность их противостоять смывающему действию водного потока или совместному действию потока воды и капель дождя. Количественно она выражается величиной размывающей скорости потока, которая непосредственно определяется размером водопрочных агрегатов и сцеплением их друг с другом. Противоэрозионная стойкость, как и другие водно-физические свойства, в значительной степени определяется свойствами коллоидно-дисперсных минералов.

Цель работы: определить изменение физико-механические и противоэрозионные свойства целинных почв под влиянием распашки.

Объект исследования – целинные и пахотные почвы высокой надпойменной террасы р. Раздольная (текстурно-метаморфические и агрозем текстурно-метаморфический), низкой надпойменной террасы р. Артемовка (темногумусово-глеевые и агротемногумусово-глеевые). В названии почв использована классификация [Классификация ..., 2004]. Морфологическая характеристика названных почв приведена по [Черновалова, 2012].

Обсуждение результатов. По данным анализов, гранулометрический состав текстурно-метаморфической почвы меняется с глубиной от глины легкой до суглинка среднего. Преобладающей является фракция крупной пыли, правда, ее содержание с глубиной уменьшается от 38 до 32%. Эта же фракция преобладает в микроагрегатном анализе, ее содержание с глубиной увеличивается до 63%; минимум частиц приходится на илистую фракцию 1-4%, т.к. при микроагрегатном анализе часть микроагрегатов, включающих ил, не разрушается и ил участвует в структурообразовании микроагрегатов.

Агрозем текстурно-метаморфический представлен в основном легкой глиной, преобладающей является фракция крупной пыли (34-39 %). По микроагрегатному анализу максимум частиц приходится на ту же фракцию, что и при гранулометрическом составе, ее содержание в отличие от целинных почв больше и варьирует по профилю от 36 до 43%. Минимум частиц содержится в илистой фракции 1-2%.

В темногумусово- глеевых почвах гранулометрический состав представлен в основном суглинкам средним и только в верхнем горизонте глиной легкой, преобладающей фракцией является крупная пыль, содержание которой уменьшается вниз по профилю от 29 до 22%. В микроагрегатном анализе преобладает так же фракция крупной пыли, ее содержание варьирует то 46 до 43%. Минимум приходится на илистую фракцию 1-4%.

В агротемногумусово-глеевой почве, в отличие от темногумусово-глеевой гранулометрический состав представлен в основном глиной легкой. Преобладает так же фракция крупной пыли, ее содержание по профилю составляет 33-35%. Так же как и при гранулометрическом анализе в микроагрегатном преобладает фракция крупной пыли и ее содержание варьирует по всему профилю от 49 до 52%, а минимум содержится частиц в илистой фракции 1-2%.

Используя результаты гранулометрического и микроагрегатного анализов были посчитаны показатели способности почв к оструктуриванию (таблица), из которой видно, что агрозем текстурно-метаморфический обладает удовлетворительной способностью к

Таблица

Показатели способности почв к оструктуриванию

Горизонт	Глубина, см	Коэффициент дисперсности по [6]	Фактор структурности [1]	Степень агрегированности почв [11]	Противоэрози- онная стойкость почв [3] (в долях)
		%			
4-2011 с. Тереховка, агрозем текстурно-метаморфический					
P	0-22	7 – структура водопрочная	52 – способность к оструктуриванию незначительная	57- микроагре- гированность удо- влетворительная	0,2 – противоэ- розионная стойкость низкая
ELM	22-28	5 – структура водопрочная	61 – способность к оструктуриванию удовлетворительная	42- микроагре- гированность слабая	0,2 – то же
BT	28-88	10 – структура водопрочная	54 –способность к оструктуриванию незначительная	3 – микроагре- гированность низкая	0,3- то же
3-2011 с. Тереховка, текстурно – метаморфические почвы					
AY	0-14	22 – структура слабо водопрочн.	39- способность к оструктуриванию незначительная	38 – микроагре- гированность слабая	0,1 то же
ELM	14-25	5 - структура водопрочная	82 – способность к оструктуриванию удовлетворительная	74- микроагре- гированность хорошая	0,2 то же
BT	25-86	9 - структура водопрочная	150 - способность к оструктуриванию наилучшая	0 –микроагре- гированность низкая	0,8 – то же
6-2011 с. Штыково, агротемногумусово- глеевые почвы					
PU	0-24	9 - структура водопрочная	49 – способность к оструктуриванию незначительная	48 – микро- агрегированность слабая	0,1- то же
AU	24-37	9 - структура водопрочная	47 - способность к оструктуриванию незначительная	46 – микро- агрогированность слабая	0,1 – то же
G	37-55	12 - структура достаточно волопрочная	67- способность к оструктуриванию удовлетвори- тельная	47 – микроа грегированность слабая	0,2 – то же
CG	55-90	16 - структура достаточно водопрочная	96 - способность к оструктуриванию удовлетвори- тельная	42 – микро- агрегированность слабая	0,3 – то же
5-2011 с. Штыково, темногумусово- глеевые почвы					
AU	0-35	18 - структура достаточно водопрочная	47 - способность к оструктуриванию незначительная	25 – микро- агрегированность весьма слабая	0,1- то же
G	35-54	6 – структура водопрочная	61 – способность к оструктури-ванию удовлет- ворительная	50 – микро- агрогированность удовлетворительная	0,2- то же
CG	54-85	19 - структура достаточно водопрочная	85 – способность к оструктури-ванию удовлетво- рительная	36 – микро- агрегированность слабая	0,3 то же

оструктуриванию, слабой степенью микроагрегированности и противоэрозионной стойкостью. В текстурно-метаморфической почве, способность к оструктуриванию в верхних горизонтах удовлетворительная, а в нижних хорошая. Степень микроагрегированности и противоэрозионная стойкость слабая.

Агротемногумусово-глеевая почва обладает удовлетворительной способностью к оструктуриванию и слабой микроагрегированностью и противоэрозионной стойкостью. Подобная закономерность наблюдается и для темногумусово- глеевой почвы.

Заключение:

- оценка микрооструктуренности по коэффициенту дисперсности показала, что целинные текстурно-метаморфические и темногумусово-глеевые почвы обладает хорошей микрооструктуренностью, в отличие от агрогумусовых, которым присуща высокая микрооструктуренность. Это объясняется многолетним воздействием на них антропогенных факторов;

- по фактору структурности все изученные почвы обладают незначительной способностью к оструктуриванию;

- по показателям степени агрегированности целинные текстурно - метаморфические почвы слабо устойчивы, агрозем текстурно-метаморфический имеет удовлетворительную агрегированность. Темногумусово-глеевые почвы обладают весьма слабой степенью агрегированности, агротемногумусово-глеевые почвы – слабой;

- полученные данные по противоэрозионной стойкости почв показывают, что все изученные почвы обладают очень слабой противоэрозионной стойкостью.

Литература

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 345 с.
2. Воронин А.Д. Основы физики почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 244 с.
3. Воронин А.Д., Кузнецов М.С. Опыт оценки противоэрозионной стойкости почв // Эрозия почв и русловые процессы. – Вып. 1. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970.
4. Зайдельман Ф.Р. Изучение физических свойств почв на объектах осушения. – М.: Ленгипроводхоз, 1988. – 214 с.
5. Качинский Н.А. Физика почвы. Ч. 1. – М., 1965. – 204 с.
6. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы. Методы его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.
7. Классификация и диагностика почв России / Авт. и сост.: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
8. Муха В.Д., Картамышев, Кочетов, Муха Д.В. Агропочвоведение. – М., 1944. – 527 с.
9. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств почв / Под ред. Е.В. Шеина. – Изд-во Моск. ун-та, 2001. – 218 с.
10. Ревут И.Б. Физика почв. – Л.: Изд-во «Колос», 1964. – 320 с.
11. Шеин Е.В., Гончаров В.М. Агрофизика. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 400 с.
12. Черновалова А.В., Плехотина Н.В., Кондратьева А.А., Заболотная А.М., Зависимость качества структуры целинных и пахотных почв от их физико-механических свойств. Труды I Всеросс. научн. конф. «Современные исследования в биологии». – Владивосток, 25-27 сент. 2012 г. – С. 292-296.

Научный руководитель: Дербенцева А.М. – д.с.-х.н., профессор.

ГРУППОВОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЕЛИЗАВЕТИНСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

М.Н. Шилова¹, Е.А. Гетте¹, В.Г. Дзуреченский²

¹Пермская государственная сельскохозяйственная академия

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, dvu-vadim@yandex.ru

Железо, являясь одним из основных элементов земной коры, находясь в составе различных химических соединений содержащихся в почве, обладая при этом способностью менять валентность и свойства, способно диагностировать направление почвообразования, а также типовые и подтиповые особенности практически всех почв.

Изучение процессов почвообразования и прогноз развития почв, формирующихся на отвалах техногенных ландшафтов во всех биоклиматических зонах мира, представляет научный интерес, являясь частью проблемы восстановления почвенного покрова в целом. При этом возникает необходимость выявления различных индикаторов, характеризующих почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов, по которым можно было бы проследить скорость и направленность почвообразовательных процессов. Такие параметры, как количество, соотношение различных форм и фракций железа и распределение их в почвенном профиле обладают индикаторной способностью.

Групповой состав железа в профилях почв как естественных, так и техногенных ландшафтов имеет диагностическое значение, выражая различные внутрипочвенные процессы, такие как накопление гумуса, микроагрегация, формирование органо-минеральных комплексов [Зонн, 1982]. Чувствительность железа к изменению окислительно-восстановительных условий, способность образовывать соединения с органическими кислотами, склонность к гидролизу отражают различные стадии почвообразовательного процесса.

Поведение железа зависит от реакции среды, водного и воздушного режима почв. В нейтральных и щелочных почвах при достаточной аэрации железо не растворяется, поэтому его непосредственная роль в почвообразовательных процессах может усилиться только с повышением увлажнения и снижением аэрации. В кислой среде роль железа в почвообразовании значительно усиливается. Органические кислоты интенсивно разрушают минералы и способствуют усилению подвижности железа. При изменении валентности железа из-за переизбытка влаги и недостаточной аэрации железо приобретает наибольшую подвижность, что может приводить, при переменном водном режиме (влажность, сухость), к образованию кирас и конкреций и обесцвечиванию почвенной массы или к полному выносу железа вертикальным и боковым стоком. Таким образом, изменение условий почвообразования сопровождается перераспределением и сменой соотношений различных форм железа в профилях почв.

Как мы знаем, почвообразовательный процесс – есть совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще. Из этого следует, что важнейшим компонентом почвообразовательного процесса является превращение минералов почвообразующих пород, составляющих субстрат отвалов, а впоследствии и самих эмбриоземов посредством биологического, геологического и биохимического круговорота энергии и вещества. Скорость преобразования минералов определяется основными факторами почвообразования – это биота, климат, рельеф, материнские породы, умноженные на функцию времени. В техногенных ландшафтах прибавляется антропогенный фактор

Почвообразовательные процессы делятся на 3 основные группы. Микропроцессы – в результате которых осуществляется элементарное преобразование вещества на самой ранней стадии развития экосистемы. Мезопроцессы проявляются при сочетании и взаимодействии между собой микропроцессов, при этом обеспечивая специфические признаки эмбриоземов.

Макропроцессы – это собственно почвообразовательные процессы или процессы, формирующие определенные типы эмбриоземов техногенных ландшафтов со свойственной им системой генетических горизонтов. Согласно классификации почв техногенных ландшафтов почвенный покров в нарушенных степных, и не только, экосистемах формируется сингенетично стадиям развития растительных сукцессий. Типы эмбриоземов характеризуются определенным строением слабовыраженного почвенного профиля и различаются по степени развитости биологических и почвообразовательных процессов. В инициальных эмбриоземах органогенных горизонтов нет; в органо-аккумулятивных обязательно есть горизонт подстилки древесного и травяного опада; в дерновых – подстилки может не быть, но обязательно есть дернина; в гумусово-аккумулятивных – всегда присутствует гумусово-аккумулятивный горизонт.

Исследования проводились в 2013 году, в эмбриоземах, которые формируются на автомобильных отвалах Елизаветинского железорудного месторождения. Объект расположен в черте г. Екатеринбурга. Субстрат отвала состоит из хаотичной смеси продуктов мезозойской коры выветривания. Возраст отвалов – 72 года.

Железо подразделялось на формы и фракции, согласно классификации [Зонн, 1982]. Аналитическими методами определялось валовое, силикатное и несиликатное железо. Из несиликатного железа выделялись аморфные формы [Зонн, Рукава, 1978].

Согласно классификации почв техногенных ландшафтов [Курачев, Андроханов, 2002], почвенный покров в нарушенных экосистемах формируется сингенетично стадиям развития растительных сукцессий. Развитие эмбриоземов в бореальных техногенных экосистемах прослеживается 2 направления: 1) инициальные ↔ органо-аккумулятивные; 2) инициальные → органо-аккумулятивные → дерновые → гумусово-аккумулятивные [Двуреченский, 2011]. Типы эмбриоземов характеризуются определенным строением слабовыраженного почвенного профиля и различаются по степени развитости биологических и почвообразовательных процессов.

В пределах Уктусского лесопарка под вторичными лесами диагностируются дерново-подзолистые почвы, которые определяются, как зональные. В дерново-подзолистых почвах происходят процессы, для которых характерно слабое биогенное накопление аморфных и сильноокристаллизованных форм железа при резком обеднении всеми формами и полном выносе аморфного железа из белесого (A_2) горизонта. Горизонт В выделяется иллювиальной аккумуляцией железистых аморфных фракций. В горизонте С фиксируется железистая аморфная фракция и сильноокристаллизованные формы [Зонн, 1982]. Фоновыми почвами, формирующимися в пределах железорудного месторождения являются бурые лесные почвы, в которых характерно преобладание и повышение с глубиной слабоокристаллизованных и снижение аморфных и сильноокристаллизованных форм железа. Бурая лесная почва характеризуется высоким содержанием и равномерным распределением по профилю валового железа, в составе которого силикатное железо преобладает над несиликатным (табл.). Аморфное железо накапливается в верхних горизонтах и уменьшается вниз по профилю, по мере ослабления интенсивности выветривания и почвообразования, то есть имеет аккумулятивный характер, что свойственно буроземообразованию.

Данные группового состава железа позволили определить подтиповые особенности эмбриозема органо-аккумулятивного. Отмечается преобладание силикатного железа над несиликатным во всех почвах (таблица). В верхней части профиля эмбриоземов органо-аккумулятивных типичных и буроземоподобных, как и в фоновой почве, аморфное железо аккумулируется в верхней части профиля; снижается в средней и немного увеличивается в нижней. В эмбриоземе органо-аккумулятивном псевдоподзолистом аморфная форма аккумулируется в нижней части профиля.

Аморфное железо накапливается в верхних горизонтах и уменьшается вниз по профилю, по мере ослабления интенсивности выветривания и почвообразования, то есть имеет аккумулятивный характер, что свойственно буроземообразованию. В эмбриоземе

органо-аккумулятивном псевдоподзолистом аморфное железо выносится из средней части профиля и накапливается в нижней, что свойственно подзолообразованию.

Таблица

Групповой состав железа				
Горизонт, глубина, см	Валовое, %	Силикатное, %	Несиликатное, %	Аморфное, %
Бурая лесная почва				
A ₀ (0-6)	-	-	-	-
A ₁ (6-16)	6.14	4.35	1.79	1.5
B ₁ (16-27)	7.66	6.04	1.62	1.28
B ₂ (27-50)	8.89	6.63	2.26	1.27
BC(50->)	9.33	6.76	2.57	1.47
Эмбриозем органо-аккумулятивный буроземоподобный				
A ₀₁ (0-3)	12.24	7,97	4,27	2.22
A ₀₂ (3-7)	34.34	19,24	15,10	1.34
C ₁ (7-20)	43.12	27,22	15,90	1.44
C ₂ (>20)	47.54	33,24	14,30	1.73
Эмбриозем органо-аккумулятивный типичный				
A ₀ (0-4)	11.94	8,75	3,19	2.15
C ₁ (4-20)	11.41	8,84	3,57	1.44
C ₂ (>20)	14.18	11,12	3,06	1.74
Эмбриозем органо-аккумулятивный псевдоподзолистый				
A _д (0-5)	9.53	3,23	6,30	1.39
C ₁ (5-10)	10.18	4,10	6,08	2.30
C ₂ (>20)	11.18	7,10	4,08	1.82

Групповой состав железа эмбриоземов и фоновых бурых лесных имеет некоторое генетическое сходство. Это проявляется в следующем: а) преобладание силикатного железа над несиликатным свидетельствует о слабой степени выветрелости пород, зависящей от каменистости субстрата, времени почвообразования; б) аморфное железо накапливается в органогенных горизонтах, где представлено, в основном, органической фракцией, так как в горно-таежной зоне происходит биогенное накопление железа в результате преобразования растительного опада путем интенсивной аккумуляции, минерализации и гумификации органического вещества вследствие большого количества опада и благоприятными для этих процессов климатическими условиями. Вниз по профилю содержание аморфного железа снижается, т.е. подвижность железа падает; в) процесс перехода аморфных фракций в окристаллизованные имеет обратимый характер: аморфные ↔ окристаллизованные. При избыточном увлажнении из окристаллизованных фракций могут образовываться аморфные подвижные фракции железа, в основном, литогенного происхождения. При осушении и аэрации они вновь кристаллизуются.

Проведенные исследования показали, что в почвах, формирующихся на Елизаветинском железорудном месторождении, направление почвообразования под лесной, в основном, хвойной растительностью происходит по типу буроземообразования. На открытых участках, под лесным разнотравьем почвообразование происходит по типу подзолообразования.

Таким образом, в почвенном покрове предполагается формирование, как бурых лесных почв, так и дерново-подзолистых. Площадь бурых лесных почв будет значительно превышать площадь дерново-подзолистых. Если учесть, что бурые лесные почвы обладают меньшими почвенно-экологическими функциями, по сравнению с дерново-подзолистыми, то

техногенная экосистема по своим биолого-экологическим характеристикам будет уступать фоновым естественным экосистемам.

Литература

1. *Двуреченский В.Г.* Географо-генетическая характеристика форм железа в эмбриоземах Кузбасса: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2011. – 19 с.
2. *Зонн С.В.* Железо в почвах. – М.: Наука, 1982. – 208 с.
3. *Зонн С.В., Рукака А.Н.* Методы определения несиликатных форм железа в почвах // Почвоведение. – 1978. – № 2. – С. 89-101.
4. *Курачев В.М., Андроханов В.А.* Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. – 2002. – № 3. – С. 255–261.

Секция III

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ И ЭКЗОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВАХ

НОРМИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ПОЧВЕ

А.А. Астайкина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
astaikina-anzhel@mail.ru

Современное крупномасштабное сельское хозяйство и пестициды в настоящее время уже неразделимые понятия. Хотя Россия еще существенно отстает по масштабам применения пестицидов от развитых стран, темпы роста пестицидной нагрузки в нашей стране за последние годы существенно возросли, а количество зарегистрированных пестицидных препаратов приближается к тысяче.

Как правильно оценить опасность и риск применения пестицидов для окружающей среды и поставить барьер к доступу на рынок недостаточно изученных и некачественных средств защиты растений? Ответ на этот вопрос дает нам система национальной регистрации пестицидов, включающая всестороннее изучение негативных последствий применения пестицидов до их поступления на рынок. Регистрация пестицидов в значительной степени дает гарантию отсутствия этих негативных последствий, если пестициды применяются в соответствии с рекомендуемым регламентом применения [www.penreg.ru].

Еще один важный вопрос – контроль за применением пестицидов после их регистрации и что считать нормой их содержания в природных объектах и, в частности, в почве. Предварительный анализ значений гигиенического норматива – ПДК пестицидов в почве – показал, что они не соответствуют рекомендуемым нормам применения пестицидов. В большинстве случаев норма применения выше ПДК, то есть уже в момент применения пестицида почва загрязнена им выше допустимого уровня. Поэтому в данной работе сделана попытка критически оценить подходы санитарно-гигиенического нормирования пестицидов в почве, выявить их изъяны и предложить простой и эффективный метод определения их ПДК, учитывающий риск и регламент применения пестицидов и позволяющий получить научно-обоснованный норматив для контроля за содержанием этих химикатов в почве.

При разработке и регистрации пестицида определяются показатели его поведения в окружающей среде и экотоксичности, устанавливаются классы их стойкости, подвижности, а также опасности для полезных организмов. Решение о регистрации пестицида принимается после оценки риска – вероятности проявления различного рода опасностей пестицида в конкретных условиях его применения. В основе схем оценки риска пестицида заложен показатель отношения токсичность/концентрация пестицида в природном объекте, где данный полезный вид обитает. Риск считается низким и регистрация пестицида возможна, если концентрация пестицида в почве не менее, чем в 5 раз ниже его недействующей концентрации NOEC [Горбатов, 2011].

Важным условием регистрации пестицидов является наличие нормативов концентраций пестицидов в природных объектах, которые используются для контроля за пестицидами в послерегистрационный период. В частности, для этого используется гигиенический норматив – ПДК пестицидов в почве [Яковлев, 2011]. Сравнение ПДК (ОДК) с максимальными дозами применения пестицидов по действующим веществам показало, что из 170 действующих веществ более половины из них превышают допустимые значения ПДК (ОДК). То есть уже в момент применения пестицида мы имеем загрязненную почву [Гигиенические нормативы ...; Государственный каталог ..., 2012].

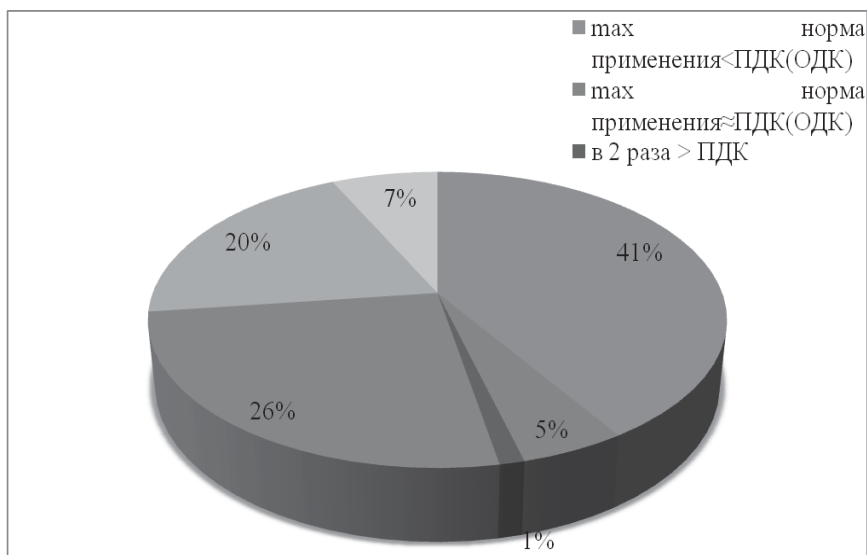


Рисунок. Сравнение ПДК пестицидов в почве с их максимально-рекомендуемыми нормами применения (в пересчете на мг/кг).

Расчет коэффициентов парных корреляций между ПДК и показателями стойкости, токсичности для дождевых червей, млекопитающих, а также транслокационным коэффициентом TSCF показал слабый уровень этих связей. Это является дополнительным свидетельством непригодности данного норматива ПДК.

Вместо него мы предлагаем простой способ расчета норматива содержания пестицида в почве, который может использоваться для его последующего мониторинга. Он базируется на максимально-рекомендуемой норме применения пестицида, безопасность которой подтверждена оценкой риска.

Литература

1. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень) ГН 1.2.2701-10.
2. Горбатов В.С., Кононова Т.В. Структура и формы информации о пестициде// Нива Поволжья. – 2011. – № 1 (18). – С. 17-21.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – 2012.
4. Яковлев А.С., Евдокимова М.В. Экологическое нормирование почв и управление их качеством // Почвоведение. – 2011. – № 5. – С. 582-596.
5. <http://www.penreg.ru/>

Научный руководитель: Горбатов В.С. – к.б.н.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СОСТАВЕ ГУМУСА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Н.В. Бовина

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, skrassy@mail.ru

В настоящее время всевозрастающее внимание исследователей, как отечественных, так и зарубежных уделяется изучению органического углерода почвы, как одному из важнейших агрохимических показателей, с количественным и качественным составом которого связаны не только основные режимы и свойства почвы, устойчивость агроэкосистем, но и участие в биосферных процессах эмиссии и стока углерода.

Углерод органического вещества почвы определяет ее главное свойство – плодородие, а значит, оказывает прямое воздействие на урожай и продовольственную безопасность населения.

Роль длительных опытов, как уникальной экспериментальной базы, позволяющей проводить исследования комплекса компонентов агроэкосистем в их взаимосвязи с природными и агрогенными факторами, а также и изменения во времени с учетом разнообразных зональных условий хорошо известна ученым и специалистам всего мира. Длительные полевые опыты являются основным научным фундаментом, позволяющим адекватно оценивать изменения медленно текущих во времени процессов, свойств, режимов, состояний различных показателей почв, особенно таких фундаментальных, как гумус, азотный фонд, гранулометрический и минералогический состав и др.

Цель работы: изучить изменения состояния органического вещества дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы в длительном полевом опыте при применении различных систем удобрений.

Задачи:

- 1) Изучить изменения состояния органического вещества при длительном применении удобрений;
- 2) Определить содержание активных компонентов гумуса, используя методы, рекомендованные комиссией Географической сети опытов с удобрениями;
- 3) При помощи методов математической статистики определить точность проведения анализов по повторностям, а так же достоверность различий, обусловленных влиянием системы удобрений.

Исследования проводили по материалам длительного полевого опыта Центральной опытной станции Всероссийского НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, заложенном в трех полях последовательной закладки И.П. Мамченковым. Опыт открыт в 1964-1966 гг., ему присвоен индекс СШ-5 (стационар шебанцевский пятый). Для анализа были взяты образцы почвы из разрезов с органоминеральной и минеральной систем удобрения, а так же с варианта контроль (без удобрений). В этом длительном опыте на протяжении 28 лет применялись различные системы удобрений в различных вариантах, затем было принято решение перевести опыт на последствие, которое продолжалось 19 лет. Образцы были отобраны в 2011 году.

В ходе работы были определены: содержание органического вещества методом Тюрина, содержание активных компонентов в составе гумуса следующими методами: непосредственная 0,1н. NaOH вытяжка-№1 (подвижный углерод по Тюрину) с выделением гуминовых и фульвокислот; 0,1М Na₄P₂O₇, pH 7,0 (лабильное органическое вещество по Дьяконовой); горячая водная вытяжка (ЭГВ) методом Шульца, гидролитическая кислотность

методом Каппена, обменная кислотность и содержание подвижного алюминия методом Соколова.

После проведения всех анализов были рассчитаны показатели математической статистики для определения различий между системами удобрений и их существенности. Рассчитанные показатели говорят о существенных различиях между системами удобрений.

Определенные показатели представлены в виде таблиц ниже.

Таблица 1

Содержание общего углерода

Горизонт, № п/п	Система удобрения		
	Органоминеральная	Минеральная	Контроль
1	0,83	0,69	0,86
2	0,26	0,22	0,54
3	0,22	0,18	0,27
4	0,16	0,22	0,20
5	0,18	0,25	0,23

Таблица 2

Содержание углерода гуминовых и фульвокислот

Горизонт, № п/п	Система удобрения					
	Органоминеральная		Минеральная		Контроль	
	С _{гк}	С _{фк}	С _{гк}	С _{фк}	С _{гк}	С _{фк}
1	0,08	0,19	0,06	0,15	0,10	0,22
2	0,03	0,07	0,02	0,03	0,05	0,16
3	0,02	0,06	0,01	0,03	0,04	0,08
4	0,02	0,05	0,01	0,02	0,02	0,09
5	0,01	0,04	0,00	0,01	0,02	0,11

Таблица 3

Содержание углерода, экстрагируемого горячей водой

Горизонт, № п/п	Система удобрения	
	Органоминеральная	Минеральная
1	0,041	0,030
2	0,010	0,009
3	0,009	0,005
4	0,007	0,003
5	0,005	0,001

Таблица 4

Содержание лабильного углерода

Горизонт, № п/п	Система удобрения	
	Органоминеральная	Минеральная
1	0,15	0,09
2	0,07	0,06
3	0,05	0,03
4	0,03	0,03
5	0,02	0,02

Таблица 5

Содержание подвижного алюминия, обменная и гидролитическая кислотность, pH_{KCl}

Горизонт, № п/п	Система удобрения											
	Органоминеральная				Минеральная				Контроль			
	pH_{KCl}	H_g	H_o	$Al_{подв}$	pH_{KCl}	H_g	H_o	$Al_{подв}$	pH_{KCl}	H_g	H_o	$Al_{подв}$
1	5,60	4,40	0,13	0,06	5,86	2,97	0,15	0,21	6,25	-	0,77	0,55
2	4,35	10,85	3,74	2,87	4,86	9,42	0,88	5,69	6,05	-	1,25	1,01
3	4,30	10,54	3,39	2,61	4,61	9,21	2,68	13,79	5,10	-	1,88	1,60
4	4,33	9,21	2,52	1,91	4,51	8,70	2,91	14,64	4,50	-	1,98	1,67
5	4,39	7,68	1,78	1,23	4,52	6,35	2,60	13,37	4,51	-	2,00	1,68

Из приведенных выше данных видно, что содержание общего углерода и углерода гуминовых и фульвокислот выше в контрольном варианте, где удобрения не применялись, несколько ниже на органо-минеральной системе удобрения, еще ниже на минеральной. Содержание лабильного углерода и углерода, экстрагируемого горячей водой выше на органо-минеральной системе удобрения, ниже на минеральной. Рассчитанные показатели математической статистики подтверждали, что различия существенные. Содержание углерода во всех формах снижается по профилю.

Относительно значений параметров, приведенных в таблице 5 можно сделать некоторые предположения. В контрольном варианте удобрения не применялись, значение pH солевой вытяжки близко к нейтральному, но из-за того, что почва слабогумусированная, содержание подвижного алюминия достаточно высокое и возрастает вниз по профилю. То же можно сказать и про обменную кислотность, ее содержание увеличивается с продвижением по профилю. При применении комплекса органических и минеральных удобрений большая часть подвижного алюминия связывается в комплексные соединения с органическими веществами, его содержание резко сокращается в пахотном горизонте, причем резко увеличивается в подпахотном и далее постепенно снижается вниз по профилю. Так же наблюдается резкое увеличение гидролитической кислотности: в пахотном слое до 4 единиц, в подпахотном скачок почти до 11, далее постепенное снижение вниз по профилю. Вероятно из-за увеличения гидролитической кислотности снижается значение pH солевой вытяжки по всему профилю. При применении только минеральных удобрений увеличивается значение подвижного алюминия по всему профилю, причем содержание его в пахотном горизонте ниже, чем в контрольном варианте. Гидролитическая кислотность так же увеличивается, но до меньших значений, чем на органо-минеральной системе удобрения. Предположительно этим и обусловлено снижение pH солевой вытяжки. Распределение значений гидролитической и обменной кислотности, pH и содержание подвижного алюминия имеют между собой прямую корреляционную зависимость по каждой из рассматриваемых систем удобрений в отдельности (коэффициенты корреляции принимают значения в интервале 0,95 – 0,98).

В дальнейшем планируется продолжение обсуждения полученных результатов с научными руководителями и формулирование более конкретных выводов по работе.

Научные руководители:

Черников В.А. – академик Российской Экологической Академии, д.с.-х.н., профессор кафедры экологии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева.

Хайдуков К.П. – к.б.н., ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова.

УСКОРЕНИЕ ПРОЦЕССА КОМПСТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Е.В. Врагова

Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов топливно-энергетического комплекса Минэнерго России, vragovae@rambler.ru

Локальное накопление, не контролируемое хранение, захоронение и сжигание - наиболее используемые в мире способы избавления от отходов. В последнее время внимание обращается на «регуляционные» методы обращения с отходами, что предусматривает максимально возможное возвращение органических веществ в грунт, особенно это касается сельскохозяйственных органических отходов. Чтобы получить качественный компостный продукт, с соблюдением экологических и агротехнических требований, система компостирования должна разрабатываться с комплексным учетом физических, химических и микробиологических преобразований, которые характерны для процесса компостирования. Компостирование в современном понимании - это управляемый аэробный процесс распада органических соединений отходов с целью получения относительно стабильного, безопасного, с высокими качественными показателями материала и свойствами, приближенными к гумусу. Механизм основных биоконверсионных преобразований, которые происходят во время компостирования, такой же, как и при распаде любого органического вещества.

Рассматривая процесс компостирования с инженерной точки зрения, т.е. с позиций разработки, создания, контроля, управления, технического обеспечения и т.д., следует учитывать, что компостирование это в основном все-таки биологический процесс, и все существующие для биологических систем ограничения относятся в такой же мере и к нему. Процесс распада осуществляется различными микроорганизмами, в том числе бактериями, актиномицетами и грибами. Учитывая, что навоз, помет и другие отходы сельскохозяйственного происхождения в большинстве состоят из органических веществ, то основными продуктами этого аэробного процесса - двуокись углерода, вода, минеральные остатки и тепловая энергия. Следует иметь в виду, что во время компостирования не происходит полного распада органики или полной стабилизации компоста. В системах компостирования любого направления действие полного распада органических соединений достигнуть невозможно, да это и не требуется, точнее не желательно. Обычно необходима такая степень стабилизации конечного продукта, который не только не сопровождается проблемами при его дальнейшем хранении (гниении с высвобождением неприятных запахов, загрязнении окружающей среды стоками и т.п.), но и давала бы возможность широко использовать его как ценное органическое удобрение всестороннего действия.

Основным методологическим подходом к разработке и созданию компостной системы есть рациональное сочетание механизированных и технологических операций по микробиологическим процессам, на основе знаний протекания этих процессов, возможности влияния на них путем контроля и управления изменением режимных параметров. Несоблюдения технологических и режимных параметров может привести к анаэробным процессам, которые могут происходить как в отдельных зонах компостного материала, так и в системе в целом.

Особенности, по которым происходят компостирование, зависит от физических и химических факторов. Температура - основной параметр, который обеспечивает успешность процесса компостирования. Физические особенности компостных компонентов определяются их влажностью и размером частиц, которые влияют на скорость процесса компостирования. Другие физические особенности касаются размера и типа системы, которые отличаются способом и интенсивностью аэрации и способностью сохранять или рассеивать освободившуюся тепловую энергию из компостной смеси. К химическим факторам следует отнести количественное и относительное содержание биогенных элементов, реакцию среды.

Температурные режимы. Извлеченная тепловая энергия с компоста является вторичным продуктом распада органического вещества микроорганизмами. Количество ее зависит от размера компостной системы, влажности смеси, содержания органических соединений, аэрации и отношения C/N . Дополнительно на биоэнергетические параметры открытых компостных систем влияет температура окружающей среды.

По температурным режимам процесс компостирования можно разделить на несколько стадий: стадия саморазогревания (психрофильно-мезофильная); стадия стабильно высоких температур (термофильная); стадия постепенного охлаждения и стадия созревания компоста (мезофильная). Наилучшими условиями для компостирования с мезофильным и термофильным температурными режимами. Мезофильный режим характеризуется умеренными скоростями биохимических превращений и распада органики и значительной продолжительностью переработки. Термофильный режим привлекателен тем, что обеспечивает не только быстрый распад органических соединений навоза, помета, растительных остатков, но и благодаря высоким температурам свыше $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ обеспечивает уничтожение патогенной микрофлоры и подавляет семена сорняков, которые теряют всхожесть. Согласно отечественных норм продолжительность термофильного режима должна составлять 7-8 суток.

В наставлении Американского агентства по охране окружающей среды написано, то достичь существенного уменьшения патогенной микрофлоры при компостировании можно путем выдерживания компоста в течение пяти суток при минимальном температурном режиме $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом температура свыше $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ должна держаться минимум четыре часа [Discussion ..., 1980].

Рационально разработанная система компостирования позволяет компосту в течение трех-пяти суток разогреться до температуры $+60-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Правильно подготовленная смесь уже на стадии саморазогревания обеспечивает рост температуры на $1-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час. В течение короткого времени (несколько часов) максимальная интенсивность роста температур может достигать $2-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час. При разработки компостных систем стремятся поддерживать температуру компоста не выше $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$, так как более высокие температуры приводят к гибели полезной микрофлоры [Discussion ..., 1980]. Срок выхода процесса в термофильный режим ($t > 50^{\circ}\text{C}$) должен быть в пределах 1-1,5 суток [Веснер, 1985].

Влажность. При компостировании сельскохозяйственных отходов оптимальным считается содержание влаги 55-65%, в действительности влажность компостной смеси может несколько отличаться от этих показателей и определяется влаго-поглотительной способностью компостных материалов и ее энергетическим потенциалом в целом. Так, например, влажность компостных смесей, подготовленных на основе осадков сточных вод должна быть в пределах 45-50% [Веснер, 1985], а по другим данным 50-60% [Туровский и др., 1989; Composting ..., 1981] и даже 60-67% [Чертеж и др., 1988], на наш взгляд, эти разногласия, прежде всего, обусловлены склонностью смесей к уплотнению, низким содержанием органики и соответствующим ограничением высвобождения тепловой энергии.

Распад под действием микрофлоры наиболее быстро происходит в тонких жидкостных пленках, охватывающих поверхность органических частиц. Следует учитывать, что незначительная влажность ($<30\%$) приостанавливает бактериальную деятельность, а слишком высокая ($> 75\%$) - приводит к замедлению аэробного процесса распада, образованию неприятных запахов и сопровождается потерей питательных веществ и гниением.

Размер частиц. Известно, что деятельность микрофлоры происходит на поверхности органических частиц. По этому поводу уменьшения размера частиц, вследствие эффекта роста их общей поверхности, улучшает деятельность микрофлоры и повышает скорость ее распада, и с другой стороны, если частицы достаточно небольшие и компактно уплотнены, внутреннее воздушное пространство (пористость) уменьшается, наличие доступного кислорода резко снижается и этот фактор оценивается как негативный.

Для механизированных систем с перемешиванием и принудительной аэрацией органические компоненты могут измельчаться до частиц размером 12-15 мм [Экологическая биотехнология,

1990]. При складировании с естественной аэрацией лучшими могут быть частицы с размером от 50 мм до 100 мм.

Аэрация. Кислород необходим для метаболизма и дыхания аэробных микроорганизмов, а также для окисления различных органических соединений имеющихся в отходах. В начале микробной окислительной активности уровень концентрации кислорода O_2 что находится в воздушных порах, составляет около 15-20% (примерно как в воздухе), а уровень концентрации углекислого газа CO_2 меняется в пределах 0,5-5%. При росте биологической активности, концентрация кислорода падает с соответствующим ростом содержания двуокиси углерода. Когда средняя концентрация кислорода в компостной массе снижается до уровня менее 5%, возникают зоны с анаэробными условиями. Соблюдение аэробных условий можно достичь разными методами: созданием воздушных отверстий, применением принудительной аэрации, путем механического смешивания и периодического перелопачивания до образования массы плотностью 550-750 кг/м³. Этих параметров можно достичь, воспользовавшись специализированными машинами.

Среди многих элементов, необходимых для микробного распада, углерод и азот является наиболее важным. С одной стороны углерод это источник энергии, с другой - основной стандартный компонент, который составляет около 50% от массы микробных клеток. Азот - основной компонент протеина (белков), нуклеиновых кислот, аминокислот, ферментов необходимых для роста клеток и их функционирования. Из химического анализа микроорганизмов известно [Экологическая биотехнология, 1990], что содержание азота в среднем 50% (сухого вещества), азота - 5% и фосфора - (0,25-1,0)%. Так как до 50% органического углерода смеси при компостировании превращается в двуокись углерода и улетучивается, то оптимальное соотношение имеющегося углерода и азота будет находиться в пределах $C/N = 25/1$, или выше до $C/N = 30/1$. Одним из путей уменьшения потерь азота - это обеспечение оптимального соотношения C/N еще в начале процесса компостирования.

Реакция среды. Уровень pH в пределах от 5,5 до 8,5 следует считать оптимальным для компостных микроорганизмов. Поскольку бактерии и грибковые переваривают органическое вещество, то они производят органические кислоты. Как результат снижение уровня pH стимулирует развитие грибковой микрофлоры (грибы развиваются лучше в кислой среде) и соответствующий распад лигнина и целлюлозы. Если процесс переходит на анаэробную стадию, то происходит накопление органических кислот, что снижает pH до 4,5 и существенно снижает эффективность процесса. В таких случаях, обычной аэрации может быть достаточной, чтобы восстановить pH до надлежащего уровня. После повышения температуры до +60°C реакция pH изменяется до щелочной благодаря образованию аммиака от распада белков. В дальнейшем реакция pH практически не меняется и может быть нейтральной или слабощелочной.

Выводы. Основными влиятельными факторами процессов ускоренного биотермического компостирования являются: температура, влажность, доступность биогенных элементов, концентрация кислорода, структура субстрата, кислотность среды. Для рационального функционирования процесса технологические параметры должны поддерживаться в следующих пределах: температура - оптимальный уровень в 55-60°C (допустимый - 40-65°C); влажность - 55-65% (45-75%), размер частиц - до 50 мм (до 100 мм), отношение $C/N = 25/1 - 30/1$ (20:1-40:1), концентрация кислорода - более 10% (не менее 5%); плотность - 650 кг/м³ (550 - 750 кг/м³).

Литература

1. Discussion of Haug R.T. "Engineering principles of sludge composting" / Finstein M.S. et.al. // Journal of the Water Pollution Control Federation. - 1980. - № 52. - P. 2037-2042.
2. Веснер Дж. М. Компостирование осадков сточных вод // Обработка и удаление осадков сточных вод, В 2 т. / Т.2; Утилизация и удаление осадков. - М.: Стройиздат, 1985. - С. 62-100.

3. Туровский И.С., Букреева Т.Г., Асгахова А.В. Биотермическая обработка осадков сточных вод // Мелиорация и водное хозяйство // Комплексное использование и охрана водных ресурсов; Обзорная информация. – М.: 1989. – Вып.1. – 58 с.
4. Composting theory and practice for city, industry and farm / Edited by the Staff of Control Science (Land Utilization) the JG Press, Inc. – Emmaus. –1981.
5. Чертес К.П., Аюкаев Р.И., Туровский И.С. и др. Установка для компостирования осадков сточных вод // Водоснабжение, санитарная техника. – 1988. – № 5. – С. 4-6.
6. Экологическая биотехнология; Пер. с англ. / Под ред К Ф Форстера. Д.А. Дж Вейза. – Л.; Химия. – 1990. – 384 с.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ С МИНЕРАЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ И МИГРАЦИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Е.Л. Дамбинова

Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, knopa_pylit@mail.ru

Находящаяся в почве влага представляет собой сложный раствор, состав и концентрация которого зависят от многих факторов. Эта влага получила название почвенного раствора. Он служит основным источником обеспечения растений не только водой, но и элементами минерального питания. Основными природными источниками поступления элементов в раствор являются выветривание почвообразующих пород, выпадение из атмосферы, минерализация органического вещества, продукты жизнедеятельности организмов.

Атмосферные осадки, попадая в почву, растворяют различные соединения и превращаются в почвенные растворы. В результате вода насыщается кислородом, углекислым газом и различными органическими кислотами. Полученные растворы с различной интенсивностью выщелачивают химические элементы из почвообразующих пород и насыщают этими элементами растворы.

Нами были проведены эксперименты по извлечению химических элементов из горных пород различными типами растворов. В качестве объектов деструкции были выбраны типоморфные для побережья озера Байкал и контрастные по химическому составу горные породы: гранито-гнейс, амфиболит, мрамор. Образцы горных пород были отобраны по трансектам экспериментальных байкальских полигонов: м. Березовый, Б. Ушканий остров. Пробы были измельчены ($< 0,25$ мм) и проанализированы на содержание химических элементов. В качестве модели почвенных растворов были выбраны – байкальская вода с высоким содержанием кислорода (свыше 9 мг/л), с добавлением CO_2 , с растворенным в ней ацетатом аммония и лимонная кислота. Пробы анализировались на масс-спектрометре Agilent 7500ce фирмы AgilentTechnologies с квадрупольным масс-анализатором.

Анализируя результаты экспериментов, следует отметить некоторые общие тенденции экстракции элементов различными растворами. Эксперимент с влиянием воды, насыщенной кислородом, выявил особенность процесса гидролиза поверхности минералов. Из гранита экстрагируется в результате окисления лишь один марганец, а из мрамора – барий. Амфиболит поставляет в воду алюминий, калий и халькофильные элементы. Добавление CO_2 в воду приводит к тому, что параллельно с окислительным процессом идет конгруэнтное растворение карбонатов мраморов. Растворы с ацетатом аммония экстрагируют из пород катионы металлов в концентрациях, превышающих значения в воде с растворенными газами. Лимонная кислота выщелачивает из пород значительное количество макро- и микроэлементов. Главным их источником являются амфиболиты. Гранито-гнейс сложен устойчивыми минералами, поэтому только магнетит подвергается интенсивному окислению. Вследствие этого идет накопление железа и марганца. Из мраморов главным образом выщелачиваются щелочноземельные элементы. Из амфиболитов в водные растворы всеми экстрагентами выносятся практически все макро- и микроэлементы.

Кроме основных пороодообразующих элементов в растворы в разных концентрациях выходят и элементы-примеси, такие как Sr, Ba, Ti, Ni, Co и т.д. В больших количествах они поступают в раствор под воздействием лимонной кислоты. В небольших количествах выщелачиваются водой с диоксидом углерода и ацетатом аммония.

Результаты эксперимента показали, что интенсивность выщелачивания элементов главным образом зависит от газового состава растворов и присутствия в них органических веществ. В свою очередь это зависит от производных жизнедеятельности организмов – кислорода, диоксида углерода, органических кислот и других продуктов метаболизма.

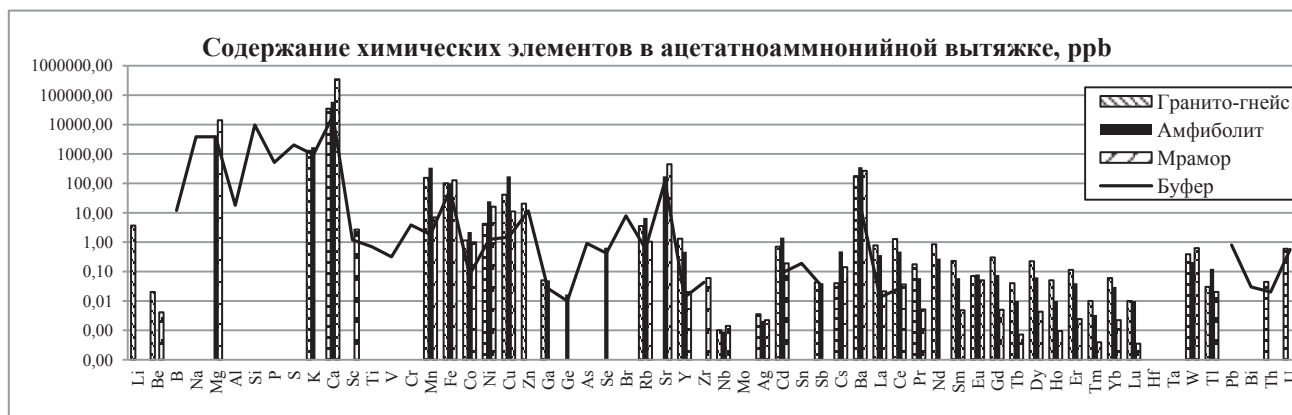
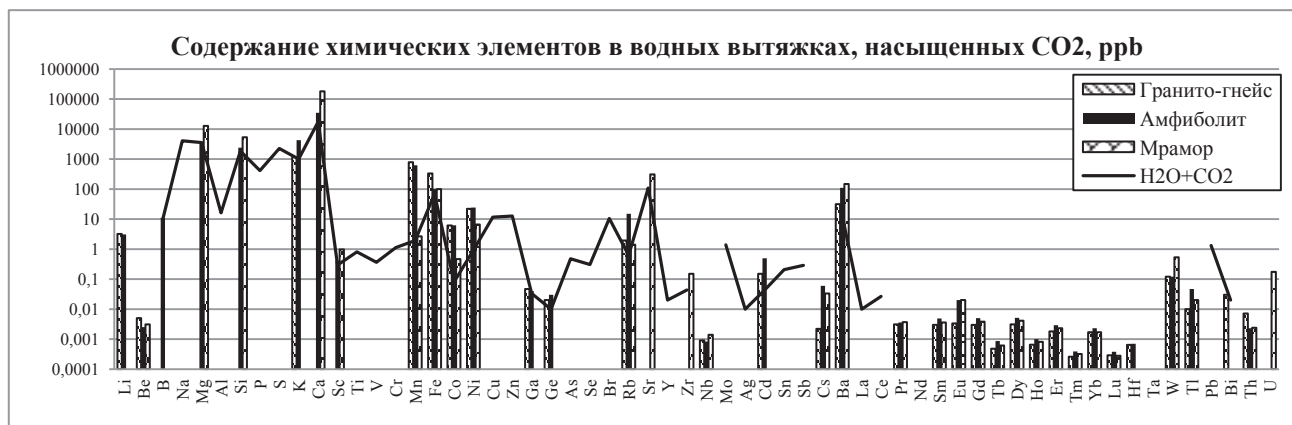
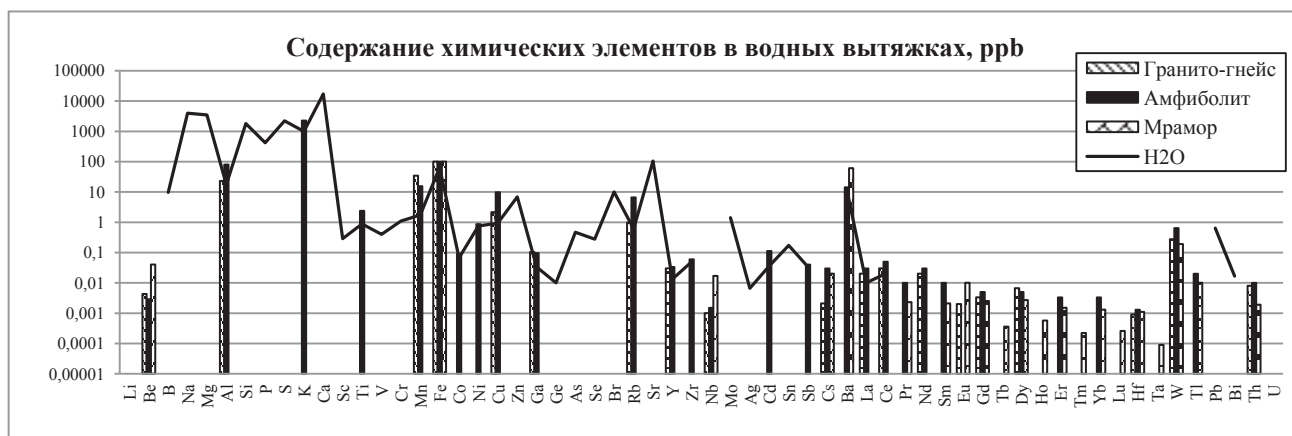


Рисунок. Содержание элементов в исходных растворах и экстрактах, мкг/л (прим., на графике обозначены только те элементы, концентрация которых выше чем в исходных растворах).

Научный руководитель: Сутурин А.Н. – к.г.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии ЛИН СО РАН.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭМИССИИ МЕТАНА ИЗ БОЛОТ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Л.А. Кривенко¹, М.В. Глаголев^{1,2,3}

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

²Институт лесоведения РАН

³Югорский государственный университет, krivenok_lyudmila@mail.ru, m_glagolev@mail.ru

Среди всех почвенных газов метан занимает второе место (после CO₂) по вкладу в парниковый эффект [МГЭИК, 2007, с.39]. Основываясь только на выбросах в атмосферу углекислого газа и не учитывая данные по метану, предположить темпы климатических изменений с достаточной точностью невозможно. Наиболее интенсивен процесс метанообразования в затопляемых почвах [Алексеев и др., 1978, с.101]. Среди естественных источников CH₄ первое место по мощности занимают торфяные болота [Ciceron, Oremland, 1988, p. 316].

На территории России относительно много данных по эмиссии метана собрано в Западной Сибири, несколько меньше – в Европейской части и почти совсем не изучены Восточная Сибирь и Дальний Восток (далее – ВСДВ) [Глаголев, 2010].

Цель данной работы – получение первичной оценки величины годового потока метана с территории ВСДВ. Для этого решались следующие задачи:

- 1) выяснить распределение болот и мелкоотторфованных земель на данной территории;
- 2) установить период эмиссии метана;
- 3) собрать и проанализировать данные об удельных потоках метана.

В работе использовалась информация о болотах и заболоченных землях из [Вомперский и др., 2005]. Районирование болот и заболоченных территорий взято из [Кац, 1971]. Для Западной Сибири нами ранее было показано, что в качестве периода эмиссии метана (ПЭМ) можно принять летне-осенний сезон, увеличенный на 11% [Глаголев, 2008]. В связи с отсутствием иной информации и для ВСДВ возьмем такой же ПЭМ по данным из [Берг, 1947, с. 296; Природные..., 1964; 1969; 1970] – см. табл. 1.

Таблица 1

Период эмиссии метана и заболоченность Восточной Сибири и Дальнего Востока

№ про вин ции	Болота (тыс. км ²)						Заболоченные земли (тыс. км ²)			ПЭМ (час ы)
	Мерзлотные		олиго- троф- ные	мезо- троф- ные	ев- троф- ные	ГМК ¹	тундра и лесотун- дра	леса и редко- лесья	поймы и луга	
	полиго- нальные	бури- стые								
1	18.5	21.3	0.7	9.6	40.0	-	100.0	36.3	2.9	2856
2	9.1	-	5.15	120.1	7.5	5.3	91.3	329.4	7.7	2808
3	-	-	8.9	41.1	4.1	-	23.4	254.3	4.8	2664
4	-	-	64.5	50.4	2.3	-	2.8	97.5	13.3	3408
5	19.3	-	-	3.7	14.3	0.7	110.9	6.4	6.1	1368
6	3.1	-	-	0.1	3.2	-	11.5	0.1	3.9	1368
8	2.7	9.7	0.7	2.1	24.1	1.3	68.8	63.3	8.6	2664
10	-	0.6	8.4	2.0	3.6	1.4	6.5	132.6	0.8	2964
12	-	0.3	18.1	7.2	0.1	-	1.7	1.2	-	3408
13	-	-	6.3	0.7	0.3	-	-	5.2	-	3132
14	-	-	6.1	3.4	0.3	-	-	1.3	3.4	3864
16	-	-	4.5	5.0	15.0	-	1.3	97.3	6.6	2976
17	-	-	0.2	4.1	11.7	-	-	14.0	4.6	3000

¹Примечание: ГМК - грядово-мочажинные комплексы.

Таблица 2

Удельные и суммарные потоки CH_4 с болот и заболоченных земель провинций ВСДВ

№ провинции	Удельный поток с болот, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$						Удельный поток с заболоченных земель, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$		
	мерзлотные		олиготрофные	мезотрофные	евтрофные	ГМК	тундра и лесотундра	леса и редколесья	поймы и луга
	полигональные	бугристые							
1	1.2	0.01	0.03	3.3	0.96	-	4.3	0.27	12.5
2	1.2	-	2.74	3.3	3.14	0.0	4.3	0.27	12.5
3	-	-	2.74	6.48	3.14	-	4.3	0.27	12.5
4	-	-	2.87	5.59	5.59	-	4.3	0.27	12.5
5	1.2	-	-	1.42	0.96	2.2	1.95	0.27	12.5
6	1.2	-	-	1.42	0.96	-	1.95	0.27	12.5
8	1.2	0.01	0.49	1.35	1.12	0.0	4.3	0.27	12.5
10	-	0.0	2.75	4.55	3.14	0.07	4.3	0.27	12.5
12	-	0.0	2.74	6.48	3.14	-	4.3	0.27	-
13	-	-	2.76	2.62	3.14	-	-	0.27	-
14	-	-	2.68	4.98	3.36	-	-	0.27	12.5
16	-	-	2.76	2.62	3.14	-	4.3	0.27	12.5
17	-	-	2.87	5.59	5.59	-	-	0.27	12.5
* Суммарная	0.14	0.00087	1.13	3.25	0.73	0.0024	3.32	0.80	2.17

Примечание. Жирным шрифтом выделены величины потоков, непосредственно измеренные в ВСДВ. * – суммарная эмиссия, Мт/год.

Величины удельных потоков CH_4 , найденные в литературе, мы суммировали в табл. 2. За неимением места мы не можем указать здесь все ссылки на оригинальные публикации, посвященные измерениям в ВСДВ, в связи с чем отсылаем читателя к [Глаголев, 2010], где суммированы результаты измерений почти всех исследовательских групп, работавших на территории РФ. Однако экспериментальных измерений эмиссии CH_4 в ВСДВ было осуществлено крайне мало и для большинства провинций нам пришлось воспользоваться характерными значениями удельных потоков, полученных в аналогичных местообитаниях Западной Сибири [Глаголев и др., 2010]. К сожалению, и после этого некоторые местообитания оказывались не покрыты экспериментально обоснованной информацией. В этом случае характерные значения удельных потоков им присваивались, исходя из логических соображений. Так, например, для тундр и лесотундр значения распределялись в зависимости от преобладающей природной зоны: для арктической тундры взято значение удельного потока из провинции 5, для лесотундры – провинции 2. Для пойм и лугов всех провинций было взято значение из провинции 5. В результате суммарный поток метана с ВСДВ составил 11.54 Мт/год.

Таблица 3

Эмиссия метана из почв России по оценкам разных авторов

Авторы, годы	Поток, Мт/год
Andronova and Karol, 1993	7.5
Розанов, 1995	39.8
Зеленев, 1996	24.06
Кондратьев с соавт., 2003-2004	16.5-23.5
Mikaloff Fletcher et al., 2004	14.0-19.9
Dolman and Shvidenko [2013]	12.3-17.5
Zhu et al. [2013]	16.6

Примечание. Все ссылки (кроме двух последних) см. в [Глаголев и др., 2012].

Для оценки реалистичности полученного результата сравним его с потоками, приводимыми разными авторами для почв всей территории РФ – см. табл. 3. Учитывая, что эмиссия из почв Западной Сибири, согласно современным оценкам составляет до 7.2 Мт/год [Глаголев, 2008], представляется, что величина, полученная для ВСДВ достаточно реалистична (хотя, вероятно, слегка завышена).

Литература

1. Алексеев Ф. А., Войтов Г. И., Лебедев В. С., Несмелова З. Н. Метан. – М.: Недра, 1978. – 310 с.
2. Берг Л. С. Географические зоны Советского Союза. – М.: ОГИЗ, 1947. – 398 с.
3. Вомперский С. Э., Сирин А. А., Цыганова О. П., Валяева Н. А., Майков Д. А. Болота и заболоченные земли России: попытка анализа пространственного распределения и разнообразия. // Известия РАН. Серия географическая. – № 5. – Природные процессы и динамика геосистем. – М., 2005. – С. 39-50.
4. Глаголев М. В. Аннотированный список литературных источников по результатам измерений потоков CH_4 и CO_2 на болотах России. // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – Т.1. – № 2 (2). – 2010. – С. 5-57.
5. Глаголев М. В. Эмиссия метана: идеология и методология «стандартной модели» для Западной Сибири. // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата: Сборник научных трудов кафедры ЮНЕСКО Югорского государственного университета. Вып. 1. – Новосибирск: НГУ, 2008. – С. 176-190.
6. Глаголев М. В., Сабреков А. Ф., Клепцова И. Е., Максюттов Ш. Ш. «Стандартная модель» CH_4 эмиссии из болот Западной Сибири. // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – Т.1. – № 2 (2). – 2010. – С. 68-78.
7. Глаголев М. В., Филиппов И. В., Клепцова И. Е. Эмиссия и поглощение метана почвами России. // Болота и биосфера. Материалы VIII Всероссийской с международным участием научной школы (10-15 сентября 2012 г.). – Томск, 2012. – С. 32-41.
8. Кац Н. Я. Болота земного шара. – М.: Наука, 1971. – 295 с.
9. МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Пачаури, Р. К., Райзингер, А., и основная группа авторов). – МГЭИК, Женева, Швейцария. – 104 с.
10. Природные условия и естественные ресурсы СССР. Север Дальнего Востока. Под ред. Шилов Н. А. – М.: Наука, 1970. – 488 с.
11. Природные условия и естественные ресурсы СССР. Средняя Сибирь. Под ред. Герасимова И. П. – М.: Наука, 1964. – 480 с.
12. Природные условия и естественные ресурсы СССР. Южная часть Дальнего Востока. Под ред. Герасимова И. П. – М.: Наука, 1969. – 480 с.
13. Cicerone J. R., Oremland R. S. Biochemical aspects of atmospheric methane // Global Biogeochemical Cycles 2, 1988. – P. 299-327.
14. Dolman H., Shvidenko A. 2013. The carbon balance of Russia // EGU General Assembly 2013, held 7-12 April, 2013 in Vienna, Austria, id. EGU2013-1888. URL (дата обращения 11.05.2013): <http://adsabs.harvard.edu/abs/2013EGUGA..15.1888D>.
15. Zhu X., Zhuang Q., Qin Z., Glagolev M., Song L. 2013. Estimating Wetland Methane Emissions from the Northern High Latitudes from 1990 to 2009 Utilizing Artificial Neural Networks // Global Biogeochemical Cycles. – DOI: 10.1002/gbc.20052.

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ КЛЕВЕРА В РАЗЛИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ СРЕДАХ

А.Н. Мальцева, Д.Л. Пинский

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино,
anasmalts@rambler.ru

Трансформация растительных остатков (РО) в почве является сложным процессом. В каждый момент времени происходит образование различных органических веществ (ОВ) и каждое из них в той или иной степени взаимодействует с минеральными компонентами почвы. В ходе деструкции РО идут процессы минерализации наиболее доступных форм ОВ и образования новых органических соединений, стабилизированных на поверхности минералов. Взаимодействие остатков надземных и корневых систем растений с минеральными частицами сопровождается образованием минералоорганических комплексов [Александрова, 1980; Орлов, 1990, 1993]. Этот процесс не только контролирует динамику ОВ, но и играет ключевую роль в формировании структуры и устойчивости почв. Стабилизация ОВ в основном достигается за счет селективного поглощения продуктов разложения органических остатков и новообразованных гумусовых веществ (ГВ) минеральными компонентами почв (преимущественно глинистыми минералами) и формирования из них прочных минералоорганических соединений труднодоступных для микроорганизмов деструкторов [Ghosh, 2009; Kaiser, 2003; Kogel-Knabner, 2008; Mikutta, 2006; Zavarzina, 2006]. Естественно, на эти процессы влияют как состав и свойства органических молекул, так и состав и свойства минеральной среды. Исследованию проблемы гумификации РО и гумусного состояния почв посвящено огромное количество работ. Однако, в настоящее время ни один из подходов к объяснению механизмов гумификации не является общепризнанным.

В лабораторных условиях проведен модельный эксперимент по разложению надземной части клевера в присутствии различных минеральных фаз в аэробных условиях при оптимальных температуре и влажности. Срок инкубации составил 6 месяцев. Объектами исследования являлись искусственные органоминеральные субстраты, полученные смешиванием минеральной среды с растительными остатками в соотношении 1:10. В качестве минеральной фазы использовались песок и покровный суглинок, а также песок с добавлением 15 % (по массе) бентонита или 30 % каолинита.

Минералогические и физико-химические свойства минеральной фазы определяют наряду с другими факторами интенсивность протекания биохимических процессов. Для установления количественных закономерностей временной динамики $C_{\text{орг}}$ проанализировано содержание общего углерода ($C_{\text{общ}}$) в органоминеральных субстратах в каждый срок отбора: 5, 10, 20, 30, 60 и 180 суток (рис. 1). Интенсивность процессов минерализации максимальна в песчаном субстрате. За первые 5 суток инкубации клевера в песке минерализовалось 41 % от первоначально внесенного углерода (C_0). Наименьшие минерализационные потери $C_{\text{орг}}$ (13 % от C_0 в первые 5 суток) характерны для суглинистого субстрата. Суглинок способствует сохранению ОВ в большей степени по сравнению с другими минеральными субстратами. К концу эксперимента по разложению клевера в суглинке осталось 35 % от C_0 , в бентоните – 28 %, в каолините – 25 % и песке – 22 % от C_0 .

Для изучения динамики ОВ в процессе гумификации РО проведена последовательная экстракция органических веществ водой, а затем 0.1 н. раствором NaOH. Водорастворимое ОВ (ВОВ) представляет собой наиболее активную фракцию, отражающую специфику процесса трансформации РО [Kalbitz, 2000]. Водные экстракты имели щелочную реакцию. К концу инкубации в субстратах с каолинитом и бентонитом pH установилось на уровне 9.5, в песке – 9.0, в суглинке – около 8.0. Максимальная концентрация ВОВ наблюдается в период наиболее активного протекания процессов минерализации – первый месяц инкубации. По

мере гумификации РО происходит закрепление водорастворимой фракции ОВ минеральной матрицей, снижается их растворимость, вследствие чего уменьшается концентрация экстрагируемого $C_{орг}$.

Из песка и песка с добавлением каолинита извлекается наибольшее количество водорастворимого ОВ, причем в сопоставимых количествах (свыше 20 % от $C_{общ}$). В бентонитовом субстрате содержится меньшее количество подвижного ОВ. При разложении клевера в суглинке на долю ВОВ приходится 5-7 %. В щелочную вытяжку наоборот наибольшее количество ОВ переходит из суглинистого субстрата, а из бентонитового – наименьшее.

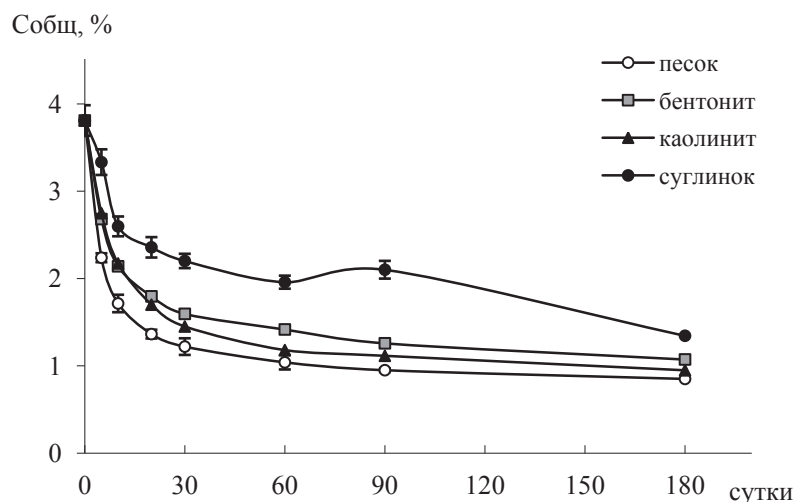


Рисунок. Минерализационные потери в процессе разложения растительных остатков клевера в различных минеральных средах.

Анализ группового состава водорастворимых органических компонентов выявил качественные различия ВОВ. В бентонитовом и каолинистовом субстратах динамика содержания гуминовых кислот (ГК) в течение 3-х месяцев опыта носила колебательный характер, затем концентрация ГК стала неуклонно снижаться. В суглинке содержание ГК резко уменьшилось в первые 20 суток, до трех месяцев практически оставалось постоянным, затем также наблюдалось постепенное снижение. При разложении РО в песке концентрация ГК начинает уменьшаться после 1 месяца и резко падает, начиная с 2-х месяцев эксперимента. Содержание ГК в бентонитовом субстрате выше, чем в субстрате с добавлением каолинита. Наименьшее количество ГК отмечено для песчаного субстрата. В исследуемых субстратах содержание фракции фульвокислот (ФК) со временем постепенно уменьшается. Максимальное образование и сохранение ФК наблюдалось для суглинка. В суглинистом субстрате концентрация ФК к окончанию эксперимента была в 1.5-2 раза больше, чем в других вариантах. В песчаном субстрате содержание ФК больше, чем с добавлением бентонита, но меньше, чем с каолинитом. В варианте с бентонитом концентрация ФК наименьшая. Так, через месяц инкубации в каолинистовом субстрате содержалось примерно в 2 раза больше ФК, чем в бентонитовом субстрате.

Более отчетливо специфика влияния минеральной среды на процесс новообразования гумусовых веществ (ГВ) проявляется в соотношениях $C_{ГК}/C_{ФК}$. Следует отметить, что отношение $C_{ГК}/C_{ФК}$ водной вытяжки в песке с добавлением бентонита намного выше, чем с каолинитом, а также выше, чем в песке и суглинке. Данный показатель в суглинке меньше единицы на протяжении всего времени инкубации растительного материала. В бентонитовом субстрате показатель $C_{ГК}/C_{ФК}$ становится больше единицы уже через 10 суток эксперимента, а с добавлением каолинита – к 2 месяцам. К концу инкубации отношение $C_{ГК}/C_{ФК}$ в водной вытяжке бентонитового субстрата становится выше в 1.5 раза, чем в вытяжке каолинистового субстрата.

Суглинок способствует наибольшей стабилизации ОВ, по сравнению с песком, как с добавлением глинистых минералов, так и без них. Причем, в составе ОВ суглинка преобладают гумусовые вещества, прочно связанные с минеральными компонентами. Однако, в составе ГВ суглинистого субстрата преобладают ФК, в результате чего отношение $C_{ГК}/C_{ФК} < 1$. Полиминеральный состав суглинка способствует существенной «фульватизации» системы ГВ. Для песка характерно слабое накопление органического вещества. Показано, что добавление глинистых минералов к песку меняет интенсивность и направленность процессов трансформации растительных остатков клевера. Выявлено, что влияние глинистых минералов в исследуемых системах проявляется в основном в качественных различиях ОВ, в то время как количественные отличия проявляются в меньшей степени. Различия в значениях показателя $C_{ГК}/C_{ФК}$ указывает на то, что взаимодействие водорастворимого ОВ с минеральными компонентами сопровождается его фракционированием. Отношение $C_{ГК}/C_{ФК}$ в водных вытяжках растет за счет более быстрого уменьшения содержания фракции ФК. Уменьшение содержания фракции ФК обусловлено не только минерализационными потерями, но и, возможно, интенсификацией процессов полимеризации низкомолекулярных подвижных компонентов на минеральной поверхности. Кроме того, в процессе трансформации ОВ происходит стабилизация ГК, повышается их устойчивость к гидролизу, продуктами которого, возможно, и является фракция ФК. Каолинит уступает бентониту по своим каталитическим и сорбционным свойствам. В бентонитовом субстрате образуются более прочные органо-минеральные комплексы. Добавление бентонита к песку способствует закреплению новообразованных ГВ в большей степени, чем внесение каолинита. При разложении растительного материала подвижность новообразованных гумусовых веществ уменьшается, а стабилизация ОВ усиливается в ряду песок < каолинит < бентонит < суглинок.

Литература

1. *Александрова Л.Н.* Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
2. Гуминовые вещества в биосфере / Под ред. Д.С. Орлова. – М.: Наука, 1993. – 237 с.
3. *Орлов Д.С.* Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
4. *Ghosh S., Wang Zhen-Yu, Kang S., Bhowmik P.C., Xing B.S.* Sorption and fractionation of a peat derived humic acid by kaolinite, montmorillonite, and goethite // *Pedosphere*. – 2009. – V. 19. № 1. – P. 21–30.
5. *Kaiser K., Guggenberger G.* Mineral surfaces and soil organic matter // *Europ. J. Soil Sci.* – 2003. – V. 54. Issue 2. – P.219-236.
6. *Kalbitz K., Solinger S., Park J.-H., Michalzik B., Matzner E.* Controls on the dynamics of dissolved organic matter in soils: a review // *Soil Science*. – 2000. – V.165. № 4. – P. 277-304.
7. *Kögel-Knabner I., Guggenberger G., Kleber M., Kandeler E., Kalbitz K., Scheu S., Eusterhues K., Leinweber P.* Organo-mineral associations in temperate soils: integrating biology, mineralogy and organic matter chemistry // *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. – 2008. – V. 171. № 1. – P. 61-82.
8. *Mikutta R., Kleber M., Torn M. S., Jahn R.* Stabilization of soil organic matter: association with minerals or chemical recalcitrance? // *Biogeochemistry*. – 2006. – V. 77. № 1. – P. 25-56.
9. *Zavarzina A.G.* A mineral support and biotic catalyst are essential in the formation of highly polymeric soil humic substances // *Eur. J. Soil Sci.* – 2006. – V. 39. Suppl. 1. – P. S48-S53.

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ АГРОХИМИИ В УСЛОВИЯХ
СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РОССИИ: КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ*****Т.В. Нечаева***Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, taya_@inbox.ru

Основным условием стабильного развития страны является успешная работа ее определяющей отрасли – сельского хозяйства и агропромышленного комплекса (АПК) в целом. Вместе с тем, залогом развития сельскохозяйственного производства с получением высоких урожаев выращиваемых культур является наличие в почве необходимого количества питательных веществ и знание не только закономерностей и особенностей минерального питания растений, но и состояние почвенного плодородия [Мерзликин, 2010]. Решением данных вопросов занимается агрохимия – наука о взаимодействии растений, почвы и удобрений в процессе выращивания культур, о круговороте веществ в земледелии, рациональном применении удобрений с целью увеличения урожая, улучшения его качества и повышения плодородия почв [Шеуджен, Онищенко, Жиленко, 2009].

Анализ результатов многолетних исследований, выполненных научными учреждениями и агрохимической службой, а также мировая практика химизации земледелия свидетельствуют о том, что в современных условиях развития России нарушаются общебиологические законы земледелия. Несоблюдение же основных законов земледелия ведет к проявлению негативных экологических последствий, снижению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур [Иванов, 2011; Сычев, Лунёв, Павлихина, 2012]. Большое значение плодородию почв в истории человечества придавал Ю.Либих – один из основателей агрохимии. Он писал, что страны, не обеспеченные условиями, определяющими плодородие почв, по закону природы прекращают свое существование, а те, которые поддерживают эти условия, обеспечивают себе длительное существование, богатство и могущество. Чтобы сохранить плодородие почвы необходимо вернуть ей все, что выносятся с поля с урожаем [Либих, 1936].

Сегодня не менее половины прироста растениеводческой продукции в мире получают именно за счет внесения минеральных удобрений. Цивилизованные страны уделяют особое внимание развитию высокопродуктивного земледелия, поддерживая в агроэкосистемах оптимальное состояние биологического круговорота веществ. Применение удобрений позволяет не только обеспечить население продуктами питания в необходимом количестве, но и сохранять на должном уровне плодородие пахотных земель. Так, американские ученые в системе мер повышения урожаев наибольший удельный вес (в %) отводят удобрениям – 41; далее гербицидам – от 13 до 20; благоприятным погодным условиям – 15; гибридным семенам – 8; ирригации – 5; прочим факторам – от 11 до 18. Немецкие ученые половину прироста урожая относят на счет применения удобрений, французские – от 50 до 70 %, российские – до 50-60 % [Мерзликин, 2010]. Мировой опыт показывает, что даже повышенные нормы применения удобрений могут сочетаться не только с высокой продуктивностью агроэкосистем, но и с хорошим качеством и относительной безопасностью получаемых продуктов, высоким уровнем жизни людей и их долголетием. Негативное же влияние удобрений на биосферу возможно лишь при неграмотном их использовании.

В настоящее время остро стоит вопрос сохранения плодородия пахотных почв России. С началом структурной перестройки народного хозяйства страны и переходом сельского хозяйства на нерегулируемые государством рыночные отношения поставка и применение минеральных удобрений значительно сократились. Например, в среднем за 1986-1990 гг. в стране было произведено 17,6 млн. т минеральных удобрений в действующем веществе (д.в.) и использовано в отечественном земледелии 13,0 млн. т; за 1996-2000 гг. – 10,4 и 1,4 млн. т; за 2006-2010 гг. – 16,5 и 1,8 млн. т соответственно [Гогмачадзе, 2011].

При переходе на рыночные отношения по сравнению с доперестроечным периодом объемы применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве России сократились в 6-10 раз, объемы внесения навоза и компостов на его основе – в 7 раз [Державин, 2011]. В среднем на 1 га посевной площади вносится 30 кг/га в д.в. минеральных и 1 т/га органических удобрений, что отрицательно сказывается на содержании в почве подвижных форм элементов минерального питания, характеризующих эффективное плодородие. Совершенно очевидно, что такое количество удобрений не может гарантировать получения стабильных урожаев и создавать оптимальный режим питания растений. Следует отметить, что негативные изменения в области применения минеральных удобрений выражаются не только в уменьшении их количества, но и в изменении соотношения между вносимыми формами. В отличие от прошлых лет, когда соотношение N:P:K в удобрении было одним из самых сбалансированных в мире, что по праву считалось важным достижением отечественной агрохимической службы, произошло резкое уменьшение доли фосфора и калия. Следовательно, продуктивность культур будет лимитироваться сразу тремя макроэлементами, а не только азотом. Например, если в 1990 г. соотношение N:P:K в удобрении применяемых в мире и России было 1:0,47:0,32 и 1:0,89:0,58 соответственно, то в 2000 г. – 1:0,40:0,27 и 1:0,29:0,19 [Кудеяров, Семенов, 2004]. Для обеспечения воспроизводства гумуса в пахотных почвах страны необходимость в органических удобрениях в настоящее время составляет примерно 840 млн. т в год. Однако в связи с резким сокращением поголовья скота и птицы, даже при полной мобилизации всех ресурсов навоза и помета, потребность в органических удобрениях может быть удовлетворена лишь на 17 % [Сельскохозяйственные угодья ..., 2008]. Недостаточность производства органических удобрений определяет актуальность применения сидератов, компостов, введения в севообороты бобовых культур и многолетних трав.

С начала преобразований в АПК России прослеживается устойчивая тенденция к сокращению посевных площадей на 35 % – с уровня 115 млн. га в 1990 г. до 75 млн. га в настоящее время. В географии сокращения посевных площадей отмечаются закономерности, связанные с почвенно-агроклиматическими различиями регионов, историческими и этническими традициями землепользования, местоположением относительно городских центров и транспортной доступности [Мухин, 2012]. Сокращение площади посевов в условиях рыночной конъюнктуры, безусловно, сопровождалось и значительными изменениями структуры посевов. Из-за повышенной рентабельности зерновых и технических культур в черноземных регионах страны резко возросла их доля в посевах, и произошло снижение удельного веса посевов кормовых и зернобобовых культур. Например, зернобобовые культуры (за исключением сои) за период 1970-1990 гг. высевали на 3,0-3,5 млн. га, а в настоящее время – примерно на 1,0 млн. га. Средний урожай зерновых культур за период 1970-2000 гг. составил 13,9 ц/га зерна, при этом площадь их посевов сократилась на 33 % (с 75 до 50 млн. га). За последнее десятилетие средний урожай зерновых культур составил 18,3 ц/га, а их посевы уменьшились еще на 4,5 млн. га. Из 45,5 млн. га посевов всех зерновых культур примерно 30 млн. га приходится на пшеницу [Гогмачадзе, 2011].

Итак, в зернопроизводящих регионах России налицо нарушение структуры севооборотов в сторону агротехнически истощающих плодородие почв зерновых и особенно технических культур. Можно предположить, что в условиях невысокого агротехнического уровня производства, отсутствия селекционных новаций и общего сокращения посевных площадей объяснить сохранение уровня валовых сборов и урожайности зерновых культур можно факторами локализации возделывания зерновых в традиционных зернопроизводящих регионах страны, сокращением площади посевов в зонах рискованного земледелия и климатическими изменениями [Мухин, 2012]. Одновременно в большинстве регионов Нечерноземья полевые севообороты трансформировались в кормовые с доминирующей долей многолетних трав. При общем сохранении площадей под картофель и овощи произошла их локализация в хозяйствах населения. За последнее два десятилетия страна практически потеряла такую знаковую отрасль как льноводство.

Аграрный сектор России в силу своих особенностей, выражающихся в сильной зависимости от климатических факторов, резко выраженной сезонности производства, низкой конечной цене продукции, является одной из наименее доходных отраслей экономики. Даже при наличии благоприятных погодных условий агропромышленный комплекс может функционировать стабильно и прибыльно только при значительной поддержке государства (через дотации, цены, квоты, кредитно-налоговую политику). Так, в Австрии уровень поддержки аграрного сектора составляет около 44 % от стоимости продукции сельского хозяйства, в Канаде – 35 %, в Финляндии – 72 %, в Швеции – 47 %, в Швейцарии – до 76 %, в США – колеблется по годам от 26 до 40 %. В России уровень поддержки сельского хозяйства несоразмерно ниже его роли в обеспечении жизнедеятельности общества и составляет 1,5-1,7 % к стоимости валовой продукции [Мерзликин, 2010]. Отсутствие переходного периода от централизованно регулируемой государством к рыночной модели хозяйствования в середине 90-х гг. XX-столетия привело к нарастанию и углублению кризиса в аграрном секторе страны: падению производства на 44 %, уничтожению 2/3 поголовья скота в общественном секторе, исчезновению 60 тысяч деревень, дефициту производства отечественных продуктов питания и т.д. Например, дефицит производства по мясу составляет 35 %, по молоку и овощам – 32 %, по рису (крупа) – 50 %, по фруктам и ягодам – 86 % [Кирейчева, 2013]. Среди всех сельскохозяйственных предприятий России лишь 22 % являются финансово благополучными, а 78 % – это временно неплатежеспособные или вовсе несостоятельные.

Недооценка законов земледелия и, соответственно, нарушение круговорота питательных веществ в агроэкосистемах, по мнению В.Г. Минеева [2011], приводит к следующим крупным отрицательным последствиям:

- изменению физических, физико-химических и других свойств почв. Проявляются процессы их подкисления и подщелачивания, даже на высокоплодородных черноземах Северного Кавказа, Поволжья, Центрально-Черноземной зоны.

- негативным экологическим процессам в эволюции плодородия почв, снижению содержания гумуса в почвах всех регионов России. Между тем, гумусное состояние почвы – важнейший показатель жизнедеятельности агроэкосистем. Н.Н. Jansen [2009] отмечает, что «та экосистема, которая набирает углерод – эта живая развивающаяся экосистема, та, которая теряет его – теряет и жизненные силы».

- существенному изменению географических закономерностей действия удобрений. При этом недооценка посева в севооборотах многолетних бобовых трав, сидеральных культур, использования различных видов компоста, сжигание соломы усугубляет ситуацию с падением плодородия многих почв. По сути, мы проедаем хлеб наших потомков.

- при недостаточном внесении калийных удобрений происходит интенсивная мобилизация калия не только из необменных его форм, но и алюмосиликатов, что снижает буферную способность почвы, разрушает почвенный поглощающий комплекс. Эти процессы отмечаются на всех типах почв.

- не только к дефициту макро- и микроэлементов питания, но и к изменению соотношения между питательными макро- и микроэлементами в разных почвенно-климатических условиях. Кроме этого, выявляется потребность в ранее малоизученных биогенных элементах (кремний, сера, селен и др.). Возрастают площади земель с низким содержанием подвижных форм микроэлементов. Поэтому обработка семян и растений микроэлементами оказывает положительное влияние на формирование урожая и питательную ценность растительной продукции.

- изменению состава катионов в ППК, что в свою очередь приводит к ухудшению водно-физических свойств и деградации почвенного покрова.

- изменению биологического фактора плодородия почвы. Нарушение круговорота питательных веществ в агроэкосистемах, резко отрицательный их баланс в севооборотах приводит к снижению активности биологических процессов в почве, ухудшению состава микробиоценоза, развитию фитопатогенных микроорганизмов [Селиверстова и др., 2008].

Все выше сказанное позволяет заключить, что какие бы альтернативные адаптивно-ландшафтные системы земледелия ни разрабатывались, важнейшим их звеном является научно обоснованная система использования агрохимических средств и расширенные знания в области агрохимии. Для устойчивого развития отечественного сельского хозяйства основными задачами агрохимии, на наш взгляд, должно быть:

- изучение взаимосвязей в системе «почва-растение» в условиях изменяющегося климата и применения широкого спектра агрохимических средств;
- регулирование химических процессов, протекающих в почвах и растениях;
- оптимизация круговорота веществ в агроэкосистемах.

На сегодняшний день экономические условия в России не позволяют реализовать главную цель агрохимии – создание наилучших условий питания растений с учетом знания свойств различных видов и форм удобрений, выявления особенностей их взаимодействия с почвой и определение наиболее эффективных форм, способов, сроков применения удобрений. Как отмечалось А.Х. Шеудженом с соавторами [2009], в основу современного землепользования должна быть положена новая стратегия интенсификации растениеводческой отрасли базирующейся на рациональном использовании удобрений, дифференцированном воздействии на систему «почва-растение» и предусматривающей следующие аспекты:

- получение высококачественных и безопасных отечественных продуктов питания и сырья для промышленности;
- полную реализацию генетического потенциала сортов возделываемых культур при получении запрограммированных урожаев;
- уменьшение зависимости продуктивности растений от погодных факторов;
- исключения загрязнения окружающей среды при интенсивном использовании отходов в качестве удобрения.

Стратегия современного земледелия должна быть направлена на сохранение почвенного покрова и преумножения его плодородия, защиты его экологической чистоты как главного богатства любого государства, материальной основы существования человечества на Земле [Минеев, 2011]. При этом особое значение в интенсификации и экологизации агротехнологий должны иметь удобрения. Без них невозможно освоение почвозащитных систем обработки почвы, оптимальных севооборотов, получения качественной продукции, не говоря уже о повышении урожайности. Удобрения являются локомотивом, который толкает всю систему земледелия [Кирюшин, 2012].

Обобщение мирового научного и практического опыта позволило определить основные подходы для разработки рациональных систем применения минеральных удобрений, которые легли в основу концепции «4-х правил» (4R Nutrient Stewardship). Согласно этой концепции, удобрения должны вноситься в наиболее подходящей форме и виде, в оптимальной дозе, в необходимые сроки и наилучшим способом [Фиксен, 2010].

Подсчитано, что каждый человеко-час, затраченный на производство минеральных удобрений в промышленности, сохраняет до 255 человеко-часов в сельском хозяйстве [Державин, 2011]. В современных условиях трудоемкость производства сельскохозяйственной продукции в России несколько раз выше, чем в развитых зарубежных странах при широкой химизации, механизации и мелиорации производства. Подъем экономики России невозможен без роста производства продовольствия и сырья, без развития села и повышения уровня жизни сельского населения. Поэтому, на наш взгляд, для успешного развития и модернизации сельского хозяйства страны необходимо:

- создание благоприятных экономических, социальных и демографических условий;
- повышение культуры земледелия;
- осуществление перехода на биологические ресурсосберегающие агротехнологии;
- проведение комплексного мониторинга плодородия почв;
- совершенствование агрохимического обслуживания сельскохозяйственного производства с учетом рыночных отношений и экологических аспектов.

Таким образом, перспективы развития отечественного сельского хозяйства в настоящих условиях не утешительны, поскольку никакие достижения науки не могут реализоваться в условиях низкой рентабельности, и тем более при убыточности производства, отсутствии льготного кредитования и источников капитальных вложений. Сегодня АПК страны необходима финансовая поддержка, научное обеспечение и переход к биологической модели развития с рациональным применением удобрений, что позволит оптимизировать состояние агрогеохимических циклов биофильных элементов в земледелии, приостановить истощение плодородия почв и повысить продуктивность культур до среднемирового уровня. Все это свидетельствует о том, что в условиях возрастающей техногенной и агрогенной нагрузки на почву возрастает актуальность науки агрохимии. Поэтому результаты и методы агрохимических исследований, их использование в практике современного земледелия необходимо более активно доводить до сведения как научных работников, настоящих и будущих специалистов в отрасли сельского хозяйства, так и общественности в целом.

Литература

1. Гогмачадзе Г.Д. Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации / Предисл. и общ. ред. Д.М. Хомякова. – М.: Изд-во Московского университета, 2011. – 272 с.
2. Державин Л.М. Научно-методологические основы проектирования применения удобрений в ресурсосберегающих технологиях // Плодородие. – 2011. – № 3. – С. 19-21.
3. Иванов А.Л. Инновационные приоритеты в развитии систем земледелия в России // Плодородие. – 2011. – № 4. – С. 2-6.
4. Кирейчева Л.В. Мелиорация земель в России: планы и реальность // Мелиорация и Водной хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 2-5.
5. Кирюшин В.И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 3-9.
6. Кудеяров В.Н., Семенов В.М. Оценка современного вклада удобрений в агрогеохимический цикл азота, фосфора и калия // Почвоведение. – 2004. – № 12. – С. 1440-1446.
7. Либих Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1936. – 408 с.
8. Мерзликин А.С. Ценовая политика, эффективность химизации и сельскохозяйственного производства России // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 1. – С. 45-54.
9. Минеев В.Г. Актуальные задачи агрохимии в условиях современного земледелия // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. – № 1. – С. 3-8.
10. Мухин Г.Д. Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель европейской территории России в 1990-2009 гг. // Вестник МГУ. – Сер. 5. География – 2012. – № 5. – С. 19-27.
11. Селиверстова О.М., Верховцева Н.В., Степанов А.Л., Корчагин А.А. Изменение микробного сообщества серой лесной почвы под посевом злаковых культур при применении органических и минеральных удобрений // Агрохимия. – 2008. – № 8. – С. 1-9.
12. Сельскохозяйственные угодья России (состояние и перспективы развития). – М.: Изд-во ООО «НИПКЦ Восход-А», 2008. – 95 с.
13. Сычев В.Г., Лунёв М.И., Павлихина А.В. Современное состояние и динамика плодородия пахотных почв России // Плодородие. – 2012. – № 4. – С. 5-7.
14. Фиксен П.И. Концепция повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и эффективности использования элементов питания растениями // Питание растений. – 2010. – № 1. – С. 2-7.
15. Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М., Жиленко С.В. Эффективность удобрений в Краснодарском крае // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – № 4. – С. 32-38.
16. Jansen H.H. Long-term ecological sites: musing on the future, as seen (dimly) from the past // Global change Biology. – 2009. – V.15. – № 15. – P. 2770-2778.

ДЕСТРУКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА В ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА «КИРСАНОВСКОЕ» ТОМСКОГО РАЙОНА.

Л.Г. Никонова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,
lili112358@mail.ru

В настоящее время изучение процессов трансформации органического вещества приобретает большое значение в связи с возрастанием уровня антропогенного воздействия на природные экосистемы. Следует отметить, что работ, посвященных динамике разложения растений-торфообразователей в болотах сравнительно немного, что подчеркивает актуальность проводимых исследований.

Целью данной работы было изучение скорости разложения растительных остатков растений-торфообразователей в олиготрофном болоте Томского района.

Объектами исследований послужили основные растения-торфообразователи сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза (ряма) олиготрофного болота «Кирсановское» Томского района. В эксперименте участвовало 8 видов растений: *Pinus silvestris* L., *Chamaedaphne calyculata* Moench, *Ledum palustre* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Rubus chamaemorus*, *Sphagnum fuscum* Klinggr., *Sphagnum angustifolium* (Russ. Ex Russ.) C.Jens., *Sphagnum magellanicum* Brid. Для определения скорости разложения растений-торфообразователей применялся метод закладки растительности в торф [Козловская и др, 1978; Головацкая и др, 2010]. Дополнительно, с целью получения количественных характеристик потерь макроэлементов, была определена зольность, содержание общего азота и общего углерода в исходных образцах растительного вещества и после эксперимента по соответствующим методикам [Агрохимические методы исследования почв, 1975]. Опыт закладывался в конце вегетационного периода, повторность – 3-х кратная. Образцы с растительным материалом были извлечены через 12 и 24 месяца после начала эксперимента.

В результате проведенных исследований было выявлено, что в торфяной залежи ряма наиболее устойчивым к разложению является *Sphagnum fuscum* (13 %), а наименее устойчивым - *Rubus chamaemorus* (72 %). В среднем разложение растительных остатков во второй год составляет лишь 33% от общего разложения, в то время как за первый год потери массы растительных остатков составляют в среднем 67% от общего разложения. Это связано с тем, что в первый год микроорганизмы активно разрушают наиболее легкодоступные компоненты углеводного и полипептидного комплексов, содержание которых со временем убывает. К концу второго года эксперимента наблюдается более значимая разница в разложении листьев кустарничков. При этом наибольшее разложение отмечается у *Chamaedaphne calyculata* (48 %), а наименьшее – у *Vaccinium vitis-idaea* (35%). Скорость разложения мхов через 24 месяца после закладки образцов в торф снижается в ряду *Sphagnum angustifolium* > *Sphagnum magellanicum* > *Sphagnum fuscum* (рис.1).

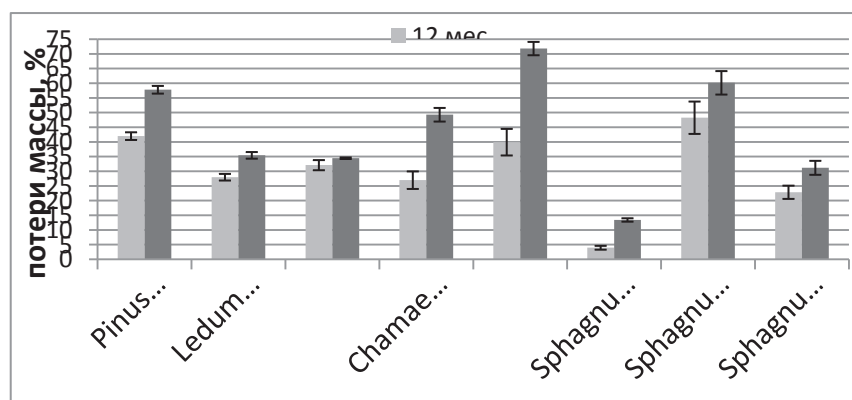


Рис. 1. Разложение растительных остатков в ряме болота «Кирсановское».

Таким образом, в конце эксперимента исследуемые растения по скорости разложения располагаются в ряд: *Rubus chamaemorus* > *Sphagnum angustifolium* > *Pinus sylvestris* > *Chamaedaphne calyculata* > *Ledum palustre* > *Vaccinium vitis-idaea* > *Sphagnum magellanicum* > *Sphagnum fuscum* (рис.1). Полученные результаты исследований согласуются с литературными данными [Козловская и др, 1978; Миронычева-Токарева, 2007; Паршина, 2009].

Известно, что в процессе разложения растительных остатков происходит вынос углерода, азота и зольных элементов [Козловская и др., 1978; Миронычева-Токарева, 2004, 2007; Паршина, 2009]. За два года эксперимента минимальные потери углерода наблюдаются у *Sphagnum fuscum* (5 %), а максимальные потери у - *Rubus chamaemorus* (68 %) у которой в первый год эксперимента вынос углерода составлял 42 %. Изменение количества углерода на протяжении всего эксперимента в листьях кустарничков происходит равномерно и варьируют от 31 % до 49 % от исходного содержания) (рис. 2).

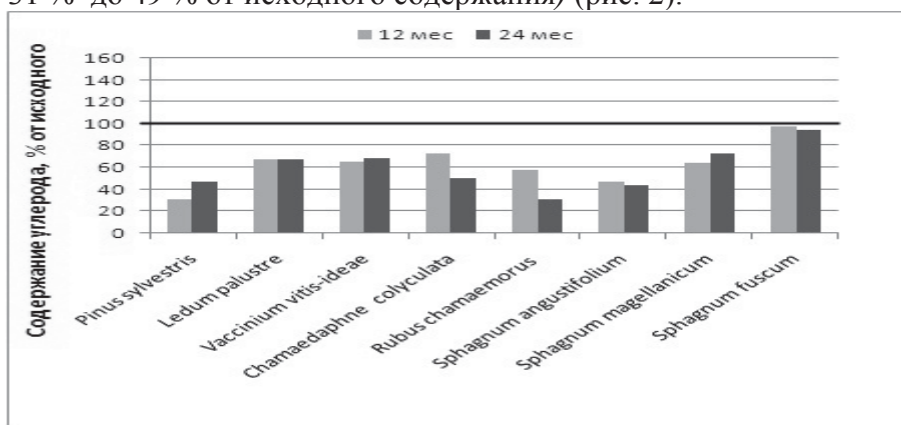


Рис. 2. Изменение содержания углерода в растительных остатках при разложении в торфяной залежи рьяма болота «Кирсановское»

В процессе разложения минеральных остатков может происходить как минерализация азота, так и накопление его в растительных остатках. Наши исследования показывают, что в некоторых образцах растительного материала (*Ledum palustre*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Rubus chamaemorus*, *Sphagnum fuscum*) происходит накопление азота в течение первого года разложения. Согласно литературным данным [Базилович, 2008], такое явление может проявляться на первых стадиях разложения за счет деструкции безазотистых соединений, азотфиксации и потребления азота гифами грибов из почвы, а освобождение азота начинается лишь после достижения в разлагающемся материале критической концентрации азота. Вероятно, это и наблюдается в наших экспериментах. Через 24 месяца после начала эксперимента, процесс иммобилизации азота остается лишь у *Ledum palustre* (рис. 3).

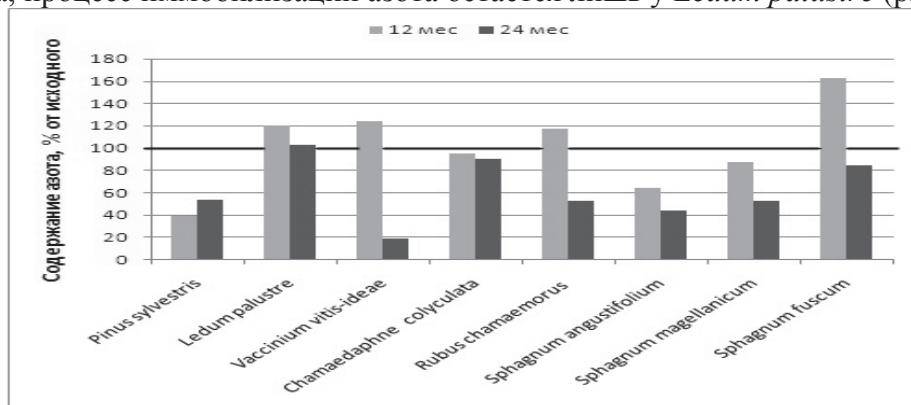


Рис. 3. Изменение содержания азота в растительных остатках при разложении в торфяной залежи рьяма болота «Кирсановское»

Оценка изменения зольности в растениях после 24 месяцев эксперимента показывает, что наибольшие потери зольных элементов наблюдаются у *Rubus chamaemorus* (77 %) у

остальных экспериментальных образцов вынос зольных элементов колеблется от 45 % до 56%. Накопление проявляется у *Sphagnum fuscum* и *Vaccinium vitis-idaea* (рис. 4).

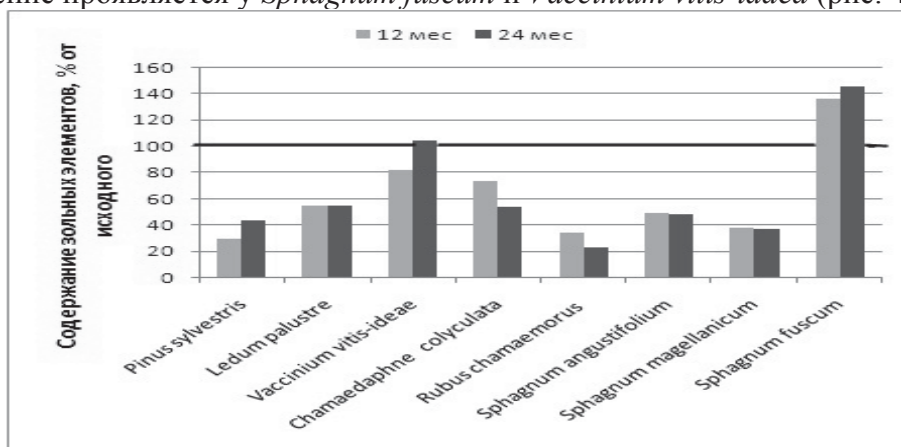


Рис. 4. Изменение содержания зольных элементов в растительных остатках при разложении в торфяной залежи ряма болота «Кирсановское»

В результате двухлетних исследований растения можно расположить в ряд, по убыванию, в зависимости от содержания в образцах общего углерода, общего азота и зольных элементов:

- по содержанию общего углерода: *Sphagnum fuscum* > *Sphagnum magellanicum* > *Vaccinium vitis-idaea* > *Ledum palustre* > *Chamaedaphne calyculata* > *Pinus sylvestris* > *Sphagnum angustifolium* > *Rubus chamaemorus*; (см. рис. 2)

- по содержанию общего азота: *Ledum palustre* > *Chamaedaphne calyculata* > *Sphagnum fuscum* > *Pinus sylvestris* > *Sphagnum magellanicum* > *Rubus chamaemorus* > *Sphagnum angustifolium* > *Vaccinium vitis-idaea*; (см. рис. 3)

- по содержанию зольных элементов: *Sphagnum fuscum* > *Vaccinium vitis-idaea* > *Ledum palustre* > *Chamaedaphne calyculata* > *Sphagnum angustifolium* > *Pinus sylvestris* > *Sphagnum magellanicum* > *Rubus chamaemorus* (см. рис. 4).

Таким образом, основным растением-торфообразователем в торфяной залежи сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза (ряма) является *Sphagnum fuscum*. Наименьший вклад в процесс торфообразования, по нашим данным, вносит *Rubus chamaemorus*, *Sphagnum angustifolium*, *Pinus sylvestris*, *Chamaedaphne calyculata*.

Литература

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Базилевич Н.И., Титлянова А.А. Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах / Отв. ред. А. А. Тишков. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 381 с.
3. Головацкая Е.А., Абзалимова Л.Г., Порохина Е.В. Деструкция растительного вещества в торфяной залежи Кирсановского болота // Болота и биосфера / Мат. VII Всеросс. с междунар. уч. научной школы (13-15 сентября 2010 г). – Томск, 2010. – С 157-161.
4. Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе тофрообразования. – Л., 1978. – 176 с.
5. Миронычева-Токарева Н.П. Динамика кустарничкового яруса в болотных экосистемах таежной зоны // Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее / Мат. Второго междунар. полевого симпозиума. Ханты-Мансийск, 24 августа – 2 сентября / отв. ред. С. Э. Вомперский. – Томск, 2007. – С. 115-116.
6. Паришина Е.К. Деструкция растительного вещества в болотных экосистемах таежной и лесотундровой зон Западной Сибири. – Томск, 2009. – 23 с.

Научный руководитель: Головацкая Е.А. – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории физики климатических систем ИМКЭС СО РАН.

ФОРМЫ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ НОВОСИБИРСКОГО АКАДЕМГОРОДКА

Т.И. Сиромля

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, tatiana@issa.nsc.ru

Исследования форм соединений тяжелых металлов (ТМ) в почвах и механизмов их трансформации начались уже более полувека назад, но актуальность их растет в связи с необходимостью получения адекватной оценки современного состояния почв и прогнозирования возможных процессов миграции и аккумуляции ТМ. Изучение подвижных форм соединений ТМ в почвах имеет большое значение для различных направлений почвоведения. Знание того, в каких формах находятся ТМ в почве, с какими ее компонентами они образуют связи и какова прочность этих связей, позволяет сделать вывод о запасе элементов, которые могут использоваться растениями и микроорганизмами, о масштабах и возможных экологических последствиях загрязнения почв.

И хотя по данному вопросу накоплен большой экспериментальный материал, до сих пор нет единой общепринятой методики выделения подвижных форм соединений ТМ. Наибольшее распространение получили методы химической экстракции, среди которых наиболее широко используются так называемые методы последовательных экстракций или фракционирования [Ладонин, 2002; Сиромля, 2009].

Целью нашего исследования явилось изучение фракционного состава ТМ в почвенном профиле. В данной работе представлена часть материалов по содержанию и формам соединений Cu, Pb, Ni и Zn в серой лесной почве.

Серые лесные почвы относятся к зональным почвам северной лесостепи Обского правобережья. Они составляют основу почвенного покрова третьей надпойменной террасы Оби и склонов лессового плато, формируются на повышенных формах рельефа в восточной части Академгородка под березовыми лесами и остепненными лугами, а также землях сельскохозяйственного использования. Пробы почвы были отобраны в березовом лесу в районе Ботанического сада Академгородка по генетическим горизонтам. Краткие характеристики почвы приведены в табл. 1, содержание химических элементов (ХЭ) – на рис. 1.

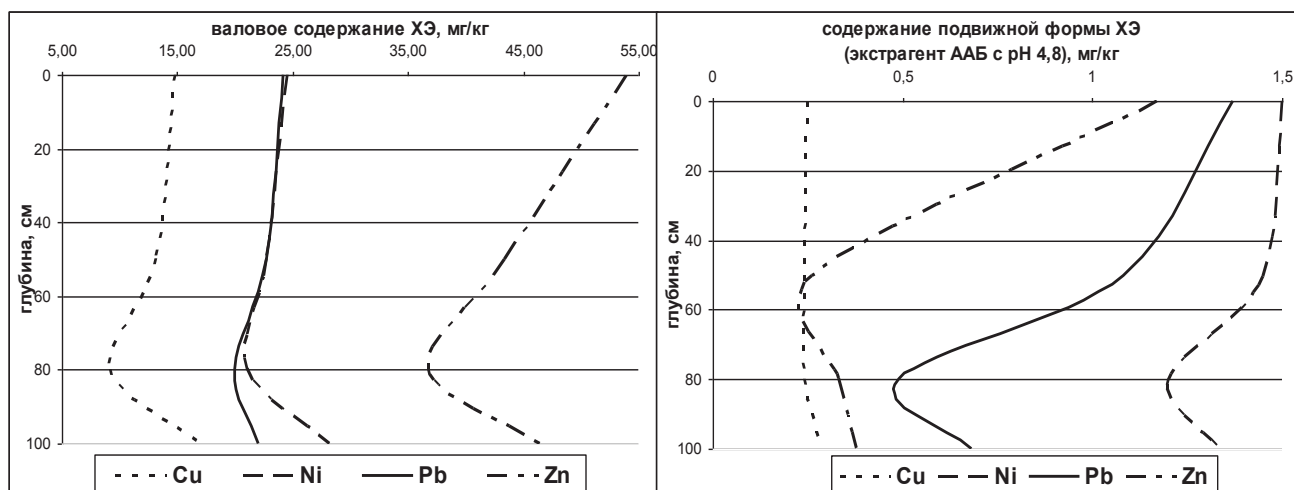


Рис. 1. Распределение ХЭ по почвенному профилю

Как видно из приведенных данных, почвенный профиль четко дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу. Загрязнение тяжелыми металлами не обнаружено, содержание подвижной формы никеля и свинца ниже ПДК, обеспеченность по меди – средняя, по цинку – очень низкая.

Таблица 1

Некоторые физико-химические показатели состава и свойств почвы

Слой, см	pH _{водн}	Гумус, %	Физ. глина, %
0-20	5,9	2,7	18,7
40-60	6,1	0,7	16
75-85	5,7	-	6,7
100-110	7,1	-	16,2

Фракционирование проводилось по методу МакЛарена [McLaren, Crawford, 1973] в модификации Ладонина [Ладонин, 1995] с некоторыми дополнениями. Метод предусматривает последовательную обработку одной навески почвы различными экстрагентами, которые, как предполагается, достаточно селективно взаимодействуют с конкретными почвенными компонентами или оказывают влияние на определенную форму связи ТМ с ними, вследствие этого ионы ТМ переходят в раствор, где могут быть определены, например, методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Подробная схема приведена в табл. 2.

Таблица 2

Схема фракционирования

№ п/п	Название фракции	Экстрагенты
1	Водорастворимая	H ₂ O
2	Обменная	0,1 М Ca(NO ₃) ₂
3	Специфически сорбированная	2,5% CH ₃ COOH
4	Слабо связанная с органическим веществом	0,1 М EDTA
5	Прочно связанная с органическим веществом	0,1 М K ₄ P ₂ O ₇ + 0,1 М NaOH
6	Связанная с аморфными оксидами/гидроксидами Fe и Mn	0,2 М (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ + 0,2 М H ₂ C ₂ O ₄
7	Связанная с окристаллизованными оксидами/гидроксидами Fe и Mn	0,2 М (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ + 0,2 М H ₂ C ₂ O ₄ + 0,1 М аскорбиновая к-та при УФ
8	Связанная с алюмосиликатами	HF + HNO ₃

Навеску почвы помещали в центрифужный стакан, добавляли экстрагент (отношение почва:раствор – 1:10), встряхивали на ротаторе 1 час, отстаивали 24 часа и центрифугировали. Каждый экстрагент использовали 4 раза, перед сменой экстрагента навеску почвы однократно промывали дистиллированной водой.

Определение содержания ТМ в вытяжках проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Квант-2А. Количество ТМ, перешедших в вытяжки под действием одного экстрагента и промывной воды, складывали и пересчитывали на содержание в единице массы почвы.

Полученные результаты представлены на рис. 2, к которому можно дать нижеследующее краткое пояснение.

Медь. Содержание водорастворимой и обменной форм чрезвычайно низкое, порядка 1%, специфически сорбированной формы чуть больше – около 3 % от общего количества, при этом различия по профилю практически нет. В верхних горизонтах преобладает фракция, связанная с органическим веществом, причем доля слабо связанной фракции значительно больше. В нижних горизонтах Cu в большем количестве связана с оксидами и гидроксидами Fe и Mn, причем аморфными. На долю остаточной фракции приходится около 34-39 % от валового содержания.

Свинец. В водной вытяжке не обнаруживается, содержание обменной и специфически сорбированной форм низкое – не более 3 и 5 % соответственно, при этом меньше всего данных форм в горизонте А. Максимальное количество Pb связано с алюмосиликатами (34-39%) и органическим веществом, причем доля слабо связанных соединений на порядок выше, чем прочно связанных. Количество свинца, связанного с оксидами/гидроксидами Fe и

Mn, слабо изменяется по профилю; окристаллизованных форм несколько меньше, чем аморфных.

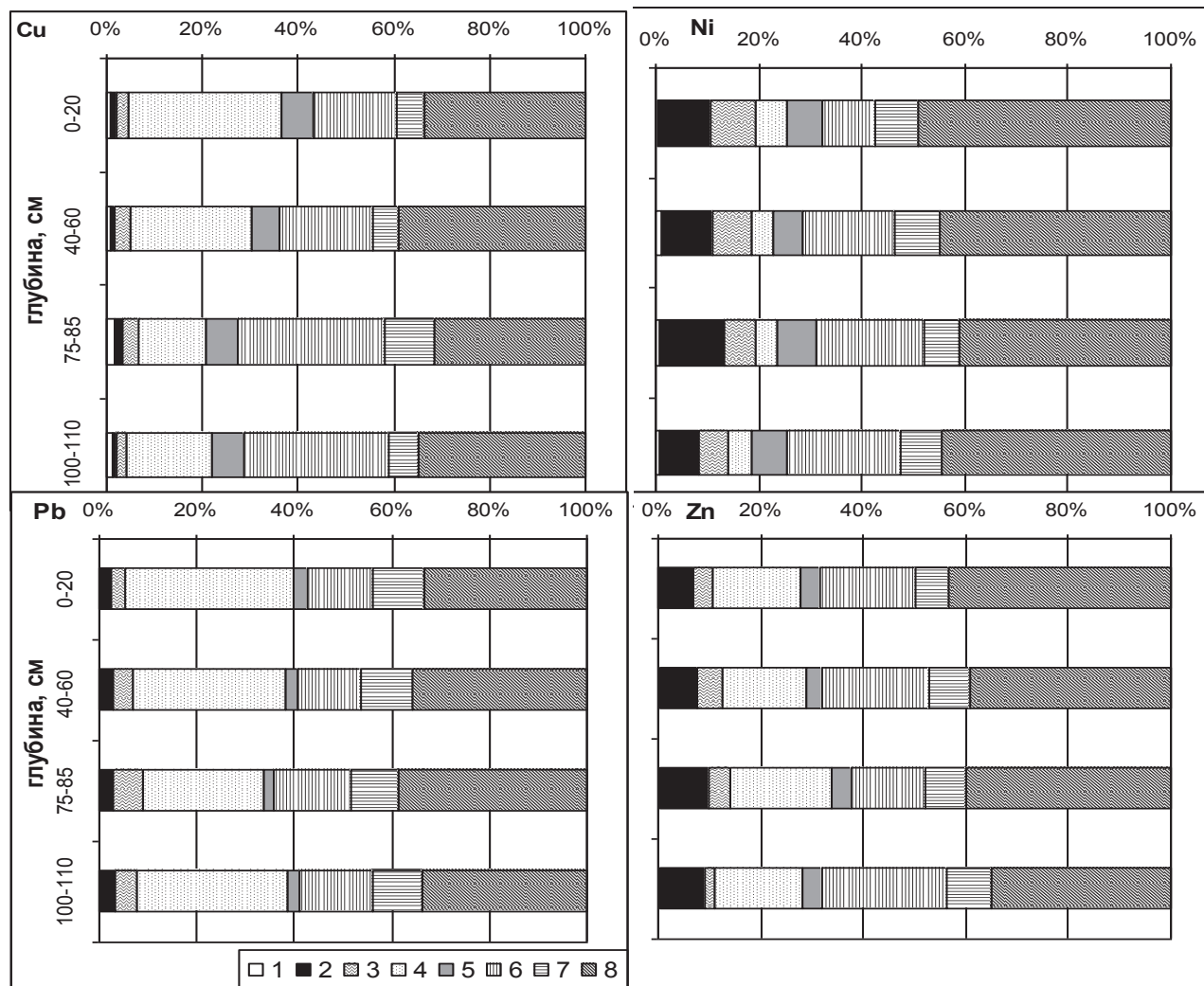


Рис. 2. Фракционный состав соединений ТМ в почве (в процентах от суммы фракций).

Никель. Самый подвижный элемент среди исследованных – содержание обменной формы достигает 10-12 %, специфически сорбированной – 6-9 % от валового. С органическим веществом связывается плохо – около 4 % слабо связанной и 7 % прочно связанной формы. Разница по профилю заметна только для формы, связанной с аморфными железистыми минералами – в горизонте А ее в 2 раза меньше.

Цинк. Содержание в водной вытяжке менее 0,5 %. Не характерна специфическая сорбция – содержание данной фракции меньше, чем обменной – 3-4% и 7-9% соответственно. Около 17-20% Zn приходится на соединения, слабо связанные с органическим веществом и связанные с аморфными оксидами/гидроксидами Fe и Mn. Доля элемента, связанного с окристаллизованными железистыми минералами (около 8 %) выше, чем прочно связанного с органическим веществом (3-4 %). Остаточной фракции около 40%. Каких-либо различий по профилю не выявлено.

Литература

1. Ладонин Д.В. Влияние техногенного загрязнения на фракционный состав меди и цинка в почвах // Почвоведение. – 1995. – № 10. – С. 1299-1305.
2. Ладонин Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения // Почвоведение. – 2002. – № 6. – С. 682-692.

3. *Сиромля Т.И.* К вопросу о подвижных формах соединений химических элементов в почвах // Сибирский экологический журнал. – 2009. – № 2. – С. 307-318.
4. *McLaren R.C., Crawford D.V.* Studies of soil copper. I. The fractionation of copper in soils // Soil. Sci. – 1973. – V. 24. – P. 172-181.

УДК 631.416.1: 631.427

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ ПОЧВЕННОГО АЗОТА В ЭРОДИРОВАННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.В. Смирнова

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, nat-smirnova@yandex.ru

Почвенный азот на 80-90 % состоит из органических соединений различной природы [Блэк, 1973, Гамзиков, 1981]. Трансформация азотсодержащих органических соединений происходит в результате процессов минерализации, конечными продуктами которых являются минеральные и газообразные формы азота [Назарюк, 2002; Помазкина, Лубнина, 2002]. Известно, что запасы почвенного органического вещества (ПОВ) и азота в почвах, расположенных на разных элементах склона, сильно варьируют в зависимости от степени антропогенной нагрузки. С увеличением степени смытости почв запасы ПОВ и питательных веществ резко снижаются, что в конечном итоге приводит к деградации земель, нарушению их биологических свойств и круговорота веществ в целом [Минеев, 2011; Якутина, Нечаева, Смирнова, 2011]. В почвах, подвергающихся окультуриванию и эрозионным процессам, происходят существенные изменения не только водно-физических свойств и условий аэрации, но и видового состава микроорганизмов, осуществляющих процессы минерализации лабильного органического вещества [Орлов, Танасиенко, 1975; Косинова, Гантимурова, Танасиенко, 1993; Артамонова, 2002].

В полевых условиях изучение трансформации почвенного азота сопряжено с определенными трудностями, которые заключаются в том, что в почве одновременно протекают довольно интенсивно процессы биологической и частично симбиотической фиксации азота [Шумный, Сидорова, Клевенская, 1991]. Аммонийная и, особенно, нитратная формы азота могут подвергаться вертикальной и плоскостной миграции, вследствие чего возникают дополнительные трудности в оценке интенсивности процессов трансформации почвенного азота в агроценозах на почвах различной степени смытости. С другой стороны, при увеличении антропогенной нагрузки на почвы происходит значительное возрастание непроизводительных потерь азота удобрений и дестабилизация процессов круговорота азота в почве. Последнее, соответственно, влечет за собой смещение направленности и интенсивности процессов трансформации азотсодержащих соединений в почве и снижению эффективности вносимых удобрений. В связи с этим возникла необходимость проведения дополнительных исследований с целью изучения особенностей биологических свойств черноземов выщелоченных и трансформации соединений азота в почвах расположенных на разных элементах склона.

Исследования проводились в агроэкосистемах лесостепной зоны Западной Сибири на несмытом и среднесмытом черноземе выщелоченном. Содержание гумуса в слое 0-20 см несмытого и среднесмытого чернозема составило 6,7 и 2,7 % соответственно, общего азота (Нобш) – 0,4 и 0,1 %. Определение Нобш в почвенных образцах определяли по Кьельдалю [Аринушкина, 1970], нитратный азот ($N-NO_3$) - потенциометрическим способом с использованием ион-селективного электрода [Аринушкина, 1970], обменно-поглощенный аммоний ($N-NH_4$) - феноловым методом в модификации В.Н. Кудеярова [1965]. Дыхательную активность в почве определяли абсорбционным методом [Шарков, 1984]. Определение нитрификационной способности несмытого и смытого чернозема

выщелоченного проводили по методу Кравкова [Аринушкина, 1970]. Подготовку образцов для изотопного анализа проводили по Замятиной [1977], ^{15}N определяли на масс-спектрометре NOI-6 PC.

Результаты исследований показали, что процессы минерализации ПОВ на несмытом и смытом черноземах существенно отличаются: при инкубировании был выявлен различный тренд в активности процессов нитрификации (рисунок). Так, на несмытой почве наблюдалось постепенное увеличение содержания N-NO_3 , к концу эксперимента его концентрация возросла в 6 раз. На смытой почве не было выявлено накопления азота нитратов.

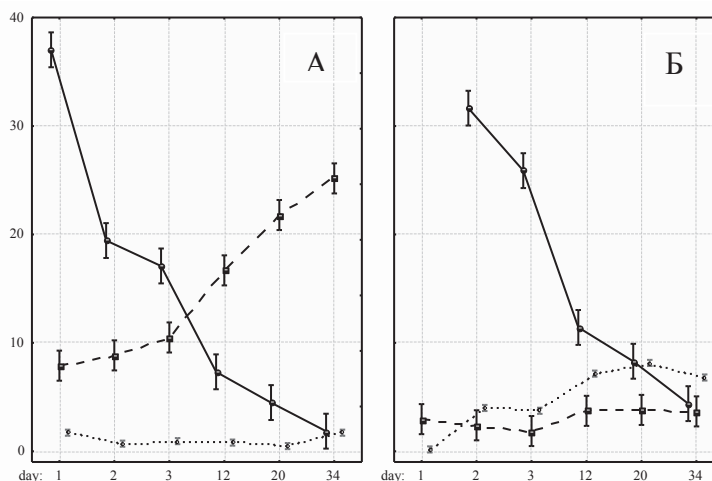


Рисунок. Азотминерализующая способность и дыхание чернозема выщелоченного (слой 0-10 см): А – несмытый, Б – среднесмытый.

○ $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}$; □ $\text{mg NO}_3\text{N kg}^{-1}$; ◇ $\text{mg NH}_4\text{N kg}^{-1}$

Снижение темпов нитрификации на смытом черноземе выщелоченном, при оптимальных для этого процесса условиях, могут быть связаны как со снижением скорости минерализации органического вещества, так и с низкими исходными его запасами.

Результаты наблюдения за процессом накоплением обменно-поглощенного аммония в смытых почвах оказались диаметрально противоположными: через 30 дней инкубирования содержание N-NH_4 возросло в 80 раз в сравнении с исходной концентрацией. На несмытой почве существенных изменений в содержании N-NH_4 не было зафиксировано.

Полученные материалы по азотминерализующей способности чернозема позволяют сделать вывод о снижении запасов ПОВ и интенсивности процессов его минерализации на смытых почвах. С целью подтверждения этого вывода, был проведен эксперимент по изучению дыхательной активности почв и получены противоречивые данные: дыхательная активность микробоценоза была выше на почвах среднесмытых (см. рисунок). Различия в интенсивности почвенного дыхания в черноземе, очевидно, связаны с тем, что при пониженном содержании N-NO_3 на смытой почве происходит снижение ингибирования активности микробоценоза, что влечет за собой увеличение эмиссии CO_2 .

При увеличении антропогенной нагрузки на агроценоз происходит значительное возрастание непроизводительных потерь азота удобрений и дестабилизация процессов круговорота азота в почве. Последнее соответственно влечет за собой смещение направленности и интенсивности процессов трансформации ^{15}N азота удобрений в почве и к снижению эффективности вносимых удобрений. При инкубировании чернозема выщелоченного 0-10 см слоя с естественным ненарушенным сложением в условиях постоянной близкой к естественной влажности и температуре, закрепление ^{15}N удобрений на несмытом черноземе составило 74 %, на смытом - 66 % от внесенного N, а его потери соответственно 26 и 34 %. Анализ полученных результатов по трансформации экзогенного

азота свидетельствует о достоверных различиях величин статей баланса ^{15}N удобрений на несмытой и среднесмытой почвах.

Изучение динамических изменений потерь азота удобрений показало, что их величина зависит от степени нарушенности почвы. Так, уже в первый день после внесения метки были зафиксированы более высокие газообразные потери азота на смытом черноземе и они оказались выше в 1-1,5 раза, чем на несмытом. Подобная закономерность прослеживалась и при последующем наблюдении в течении инкубирования черноземных почв. Это объясняется, в первую очередь, достаточно высокой интенсивностью процессов денитрификации на нарушенных почвах, что было отмечено также в литературе [Мишустин, 1972, Блэк, 1973]. Ранее и нами было отмечено, что дефицит кислорода, органического вещества и азота в смытых почвах приводят к изменению направленности процессов минерализации почвенного азота и азота удобрений, а неблагоприятные условия аэрации способствуют восстановлению азота и повышению его газообразных потерь [Смирнова, 2005].

Таким образом, существенное влияние на баланс и трансформацию почвенного азота и азота удобрений оказывает степень смытости чернозема. При этом решающим фактором на несмытой и смытой почве выступают их биологические свойства (дыхание почвы), запасы органического вещества и азота в почвенном профиле. Бездефицитное азотное питание при выращивании многолетних трав на склоновых почвах можно обеспечить с помощью внесения минеральных удобрений. При этом следует контролировать остаточное количество азота в почве с целью предотвращения его миграции в пониженные участки рельефа и загрязнения окружающей среды.

Литература

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. Изд. 2-е. – М.: МГУ, 1970. – 656 с.
2. *Артамонова В.С.* Микробиологические процессы антропогенно преобразованных почв Западной Сибири. – Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2002. – 225 с.
3. *Блэк К.А.* Растение и почва. – М.: Колос, 1973. – 504 с. – М.: МГУ, 1970. – 656 с.
4. *Гамзиков Г.П.* Азот в земледелии Западной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 263 с.
5. *Кудеяров В.Н.* Колориметрическое определение аммонийного азота в почвах и растениях феноловым методом // *Агрохимия*. – 1965. – № 6. – С.146-150.
6. *Косинова Л.Ю., Гантимурова Н.И., Танасиенко А.А.* Влияние эрозии на микробные сообщества черноземов Западной Сибири // *Почвоведение*. – 1993. – № 8. – С. 72-80.
7. *Мишустин Е.И.* Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М.: Наука. – 1972. – 343 с.
8. *Орлов А.Д., Танасиенко А.А.* Эродированные черноземы Кузнецкой котловины и пути их рационального использования // *Водная эрозия почв в Сибири*. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – С. 4-105.
9. *Помазкина Л.В., Лубнина Е.В.* Сезонная и многолетняя динамика содержания углерода микробной биомассы в пахотных почвах лесостепи Прибайкалья // *Почвоведение*. – 2002. – № 2. – С. 186-192.
10. *Назарюк В.М.* Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах. – Новосибирск: Изд - во СО РАН, 2002. – 257 с.
11. *Смирнова Н.В.* Азот в агроценозах на эродированных почвах Западной Сибири: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Новосибирск, 2005. – 18 с.
12. *Шарков И.Н.* Влияние азотных удобрений на баланс углерода в почве в условиях вегетационного опыта // *Агрохимия*. – 1984. – № 10. – С. 3-10.
13. *Шумный В.К., Сидорова К.К., Клевенская И.Л.* Биологическая фиксация азота. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 271 с.

14. Якутина О.П., Нечаева Т.В., Смирнова Н.В. Режимы основных элементов питания и продуктивность растений на эродированных почвах юга Западной Сибири // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. – № 1. – С. 16-22.

СОДЕРЖАНИЕ

ПАМЯТИ Р.В. КОВАЛЕВА

Клёнов Б.М. Ещё раз о Романе Викторовиче Ковалеве.	5
Кульшин В.А. Славному детищу профессора Р.В. Ковалева, флагману почвенной академической науки в Сибири – Институт почвоведения и агрохимии СО РАН 45 лет.	7
Якименко В.Н., Маслова И.Я. Становление и развитие агрохимических исследований в ИПА СО РАН (к 45-летию Института).	10
Артамонова В.С. Об истории фундаментальных микробиологических исследований сибирских почв в ИПА СО РАН.	18

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Кулижский С.П., Лойко С.В. Современные возможности и вызовы при подготовке специалистов-почвоведов.	30
Березин Л.В. Проблемы инновации в агропочвоведении XXI века.	32
Титлянова А.А. Водно-почвенная система и биотический круговорот в биогеоценозах Карачинской катены.	36
Дергачева М.И. Проблема использования системы гумусовых веществ как индикатора экологического состояния природной среды.	42
Наумов А.В. Дыхание почвы в свете современных экологических проблем.	44

СЕКЦИЯ I. ГЕОГРАФИЯ, ГЕНЕЗИС, ЭВОЛЮЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ

Бахвалов А.В. Изменение элементного состава гуминовых кислот почв ЦЛГ ПБЗ при кислотном гидролизе.	46
Безбородова А.Н. Влияние параметров котловинности на дифференциацию почвенного покрова Курайской котловины Горного Алтая.	49
Бухонов А.Н. Макроструктурное состояние подкурганых и современных каштановых почв Приволжской возвышенности.	52
Быкова М.А. Свойства лугово-болотных почв юго-восточной части Кузнецкой котловины.	54
Валеева А.А., Александрова А.Б., Копосов Г.Ф. Численная классификация серых лесных почв Волжско-Камской лесостепи.	56
Гаврилов Д.А. Опыт применения фосфатного анализа при исследовании археологического памятника – поселение Борлы (Кулундинская равнина).	58
Дамбуев С.С., Дылейко А.А. Специфика свойств почв Западного Прибайкалья.	61
Егудуров А.В., Чиркова Е.Г. Свойства дерново-карбонатных почв Приангарья, осложненных палеокриогенезом.	64
Заров Е.А. Характеристика элементного состава болотных почв и взаимосвязь с ботаническим составом торфа.	67
Истигечев Г.И., Лойко С.В. Признаки ветровального морфогенеза в фоновых почвах черневой тайги (на примере Томь-Яйского междуречья).	70
Калинин П.И., Алексеев А.О. Информативность геохимических коэффициентов при исследовании голоценовых палеопочв в степной зоне.	73
Лим А.Г. Роль Al в формировании кислотности дерново-подзолистых почв южно-таежной подзоны Западной Сибири.	75
Лойко С.В., Истигечев Г.И., Новокрещенных Т.А. Модификации нормальной модели педогенеза в черневой тайге.	78

Миллер Г.Ф. Бониторовочный подход к оценке пахотных угодий лесостепи Присалаирья.	81
Нечаева В.В. Особенности свойств серых почв бугристо-западинных ландшафтов Верхнего Приангарья.	84
Никитич П.А. Гумусовые профили почв черневых лесов Западной Сибири.	87
Попов В.В., Сеньков А.А. Генетические особенности засоления почв черноземно-солонцовых комплексов юга Ишимской равнины.	90
Сапрыкин О.И., Смоленцева Е.Н. Морфохроматическая характеристика почв степного биома Западной Сибири в системе диагностических признаков.	92
Соколова Н.А., Смоленцев Б.А. Количественная характеристика неоднородности почвенного покрова как основного компонента ландшафта.	95
Ушаков Д.А. Сравнительный анализ свойств черноземов европейской территории России (ЕТР) и Предбайкалья.	99

СЕКЦИЯ II. ПОЧВЫ АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Абдрешева М.Б., Токтар М., Атагельдиев М.Б., Сартин И.В., Алибеков Б., Сулейменова Д. Естественное зарастание отвалов фосфоритового месторождения и биологическая продуктивность естественных фитоценозов.	103
Атагельдиев М.Б., Абдрешева М.Б., Токтар М., Мураталиев Ч.Ф., Талуенко З.Н. Микроартроподы – биоиндикаторы изменений почвенной среды.	106
Бащук А.Г. Температурный режим почвы в посевах пшеницы при классической и нулевой технологии.	108
Беланов И.П. Оценка свойств ресурсов рекультивации в районе ведения горных работ Угольного разреза «Бунгурский».	110
Беланов И.П., Мамедов Р.И. Природно-техногенные комплексы и их почвенно-экологическое состояние в районе интенсивной добычи каменного угля.	115
Беспалов А.Н., Госсен И.Н. Оценка эффективности различных направлений рекультивации в Кузбассе.	118
Быкова С.Л., Буряк О.А. Оценка эффективности гуматов – стимуляторов роста сельскохозяйственных культур на техногенно нарушенных землях.	121
Васильева К.И., Подурец О.И. Мониторинг концентрации тяжелых металлов в почвах Центрального района города Новокузнецка.	124
Величко А.Н. Исследование техноземов на археологическом памятнике Усть-Ушаковка.	127
Вотин С.С. Оценка загрязнений почв Иркутской области нефтепродуктами.	128
Горохова О.Г. Динамика пищевого режима мерзлтной лугово-черноземной почвы в полевом опыте со смородиной черной.	131
Госсен И.Н., Соколов Д.А. Оценка гумусового состояния почв на участках различных технологий рекультивации в Кузбассе.	134
Гостинцева Е.В. Почвы парков Фрунзенского района Санкт-Петербурга.	138
Гребенщиков В.Ю., Пузырева А.Ю. Мониторинг нефтезагрязненных земель сельскохозяйственного назначения.	139
Гумарова А.М., Ларина М.С. Обменные катионы в постагrogenных почвах центральной части дельты Волги.	142
Дамбинов Ю.А. Создание искусственных почвогрунтов на базе отходов ЦБК.	145

Дерюга Т.А. Свойства чернозема выщелоченного антропогенно измененного в сравнении с целинным.	147
Егенберди А.Ш., Турсынханова А., Абдрешева М.Б., Токтар М., Атагельдиев М.Б. Восстановление нарушенных и нефтезагрязненных почв месторождения Кумколь Кызылординской области.	150
Елизаров Н.В. Длительное влияние гипса на свойства солонцов Барабинской низменности.	153
Завальцева О.А., Антонова Ж.А., Аванесян Н.М. Оценка современного экологического состояния почв города Ульяновска.	156
Ибрагимова М.Ф. Рекультивация золоотвала ТЭЦ-5 г. Новосибирска и оценка его почвенно-экологического состояния.	159
Изотов Р.Ю. Положительные и отрицательные стороны агрогенного воздействия на почвы юга Иркутской области.	162
Имашева С.Е., Атагельдиев М.Б., Абдрешева М.Б., Мусабаева А., Тлепберген Н., Жунусова С. Влияние биоугля на повышение и сохранение плодородия темно-каштановых почв при разных типах орошения.	164
Исаева О.С., Двуреченский В.Г. Особенности формирования почвенного покрова техногенных ландшафтов Новокузнецкого промышленного узла.	167
Капустянчик С.Ю. Агроэкологические свойства почв в системе сопряженных элементарных ландшафтов Приобского плато.	170
Мураталиев Ч.Ф., Мурат Т., Абдрешева М.Б., Атагельдиев М., Талуенко З.Н. Химический состав растений, произрастающих на фитотоксичном отвале и на рекультивированных участках.	173
Мусабаева А.Ж., Тлепбергенова Н., Имашева С., Жунусова С., Абдрешева М.Б. Видовые и численные показатели микрофауны в темно-каштановых почвах при разных типах орошения.	176
Павлова К.С. Направленность изменений характеристик почв рекреационных территорий (на примере Катунского района).	179
Поморцева Н.С., Двуреченский В.Г. Групповой состав железа в почвах техногенных ландшафтов Красногорского каменноугольного разреза.	182
Прошкин Б.В. Почвенно-экологическая и агрохимическая характеристика почв учебной станции КузГПА.	185
Сабутский М.А. Состояние почвенного покрова при алюминиевом производстве.	187
Соколов Д.А., Кулижский С.П., Лойко С.В. Использование сканирующей электронной микроскопии для диагностики процессов почвообразования на поверхности отвалов каменноугольных разрезов Сибири.	189
Сорокин А.П., Стрелков С.П., Стрелкова Е.В. Современное солевое состояние постагрогенных почв дельты Волги.	193
Сулейменова Д.М., Токтар М., Абдрешева М.Б., Атагельдиев М.Б., Толеубек Е., Алибеков Б., Сартин И.В. Почвообразование и оценка почвенно-экологических функций в техногенно-нарушенных ландшафтах фосфоритовых месторождений «Коксу».	196
Титоренко В.А. Анализ распределения тяжелых металлов в почвенном покрове города Ставрополя.	199
Токтар М., Атагельдиев М., Мураталиев Ч.Ф., Талуенко З.Н. Содержание тяжелых металлов в техногенно-нарушенных ландшафтах при разработке рудных месторождений.	201

Устемирова А.М. Характер распределения Pb по профилю основных мелиоративных групп рисово-болотных почв Акдалинского массива орошения.	204
Хатылёва Т.Н., Двуреченский В.Г. Формы железа в эмбриоземах степного ядра лесостепной зоны Кузнецкой котловины.	208
Черновалова Ан.В., Александров М.Н., Черновалова Ал.В., Дербенцева А.М., Коробова И.В., Грушакова Н.В. Физико-механические и противозерозионные свойства целинных и пахотных почв Приморья.	211
Шилова М.Н., Гетте Е.А., Двуреченский В.Г. Групповой состав железа в почвах техногенных ландшафтов Елизаветинского железорудного месторождения.	214

СЕКЦИЯ III. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ И ЭКЗОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОЧВАХ

Астайкина А.А. Нормирование содержания пестицидов в почве.	219
Бовина Н.В. Экологическая оценка влияния длительного применения различных систем удобрений на содержание активных компонентов в составе гумуса и физико-химические свойства дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы.	221
Врагова Е.В. Ускорение процесса компостирования сельскохозяйственных органических отходов.	224
Дамбинова Е.Л. Взаимодействие почвенных растворов с минеральными компонентами и миграция микроэлементов.	228
Кривенок Л.А., Глаголев М.В. Предварительная оценка эмиссии метана из болот Восточной Сибири и Дальнего Востока.	230
Мальцева А.Н., Пинский Д.Л. Особенности трансформации растительных остатков клевера в различных минеральных средах.	233
Нечаева Т.В. Актуальные проблемы и задачи агрохимии в условиях современного земледелия в России: краткий обзор литературы.	236
Никонова Л.Г. Деструкция растительного вещества в торфяной залежи олиготрофного болота «Кирсановское» в Томской области.	241
Сиромля Т.И. Формы соединений тяжелых металлов в серой лесной почве новосибирского Академгородка.	244
Смирнова Н.В. Биологические свойства и трансформация соединений почвенного азота в эродированном черноземе выщелоченном лесостепной зоны Западной Сибири.	247

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ

Абдрешева М.Б.	103, 106, 150, 164, 173, 176, 196	Егенберди А.Ш.	150
Александрова А.Б.	56	Егодуров А.В.	64
Александров М.Н.	211	Елизаров Н.В.	153
Алексеев А.О.	73		
Алибеков Б.	103, 196	Жунусова С.	164, 176
Антонова Ж.А.	156		
Артамонова В.С.	18	Завальцева О.А.	156
Астайкина А.А.	219	Заров Е.А.	67
Атагельдиев М.Б.	103, 106, 150, 164, 173, 196, 201		
		Ибрагимова М.Ф.	159
Бахвалов А.В.	46	Изотов Р.Ю.	162
Бащук А.Г.	108	Имашева С.Е.	164, 176
Безбородова А.Н.	49	Исаева О.С.	167
Беланов И.П.	110, 115	Истигечев Г.И.	70, 78
Березин Л.В.	32		
Беспалов А.Н.	118	Калинин П.И.	73
Бовина Н.В.	221	Капустянчик С.Ю.	170
Буряк О.А.	121	Клёнов Б.М.	5
Бухонов А.Н.	52	Копосов Г.Ф.	56
Быкова М.А.	54	Коробова И.В.	211
Быкова С.Л.	121	Кривенок Л.А.	230
		Кулижский С.П.	30, 189
Валеева А.А.	56	Кульшин В.А.	7
Васильева К.И.	124		
Величко А.Н.	127	Ларина М.С.	142
Вотин С.С.	128	Лим А.Г.	75
Врагова Е.В.	224	Лойко С.В.	30, 70, 78, 189
Гаврилов Д.А.	58	Мальцева А.Н.	233
Гетте Е.А.	214	Мамедов Р.И.	115
Глаголев М.В.	230	Маслова И.Я.	10
Горохова О.Г.	131	Миллер Г.Ф.	81
Госсен И.Н.	118, 134	Мурат Т.	173
Гостинцева Е.В.	138	Мураталиев Ч.Ф.	106, 173, 201
Гребенщиков В.Ю.	139	Мусабаева А.Ж.	164, 176
Грущакова Н.В.	211		
Гумарова А.М.	142	Наумов А.В.	44
		Нечаева В.В.	84
Дамбинов Ю.А.	145	Нечаева Т.В.	236
Дамбинова Е.Л.	228	Никитич П.А.	87
Дамбуев С.С.	61	Никонова Л.Г.	241
Двуреченский В.Г.	167, 182, 208, 214	Новокрещенных Т.А.	78
Дербенцева А.М.	211		
Дергачева М.И.	42	Павлова К.С.	179
Дерюга Т.А.	147	Пинский Д.Л.	233
Дылейко А.А.	61	Подурец О.И.	124

Поморцева Н.С.	182	Талуенко З.Н.	106, 173, 201
Попов В.В.	90	Титлянова А.А.	36
Прошкин Б.В.	185	Титоренко В.А.	197
Пузырева А.Ю.	139	Тлепбергенова Н.	164, 176
		Токтар М.	103, 106, 150, 196, 201
Сабутский М.А.	187	Толеубек Е.	196
Сапрыкин О.И.	92	Турсынханова А.	150
Сартин И.В.	103, 196	Устемирова А.М.	204
Сеньков А.А.	90	Ушаков Д.А.	99
Сиромля Т.И.	244		
Смирнова Н.В.	247	Хатылёва Т.Н.	208
Смоленцев Б.А.	95		
Смоленцева Е.Н.	92	Черновалова Ал.В.	211
Соколов Д.А.	134, 189	Черновалова Ан.В.	211
Соколова Н.А.	95	Чиркова Е.Г.	64
Сорокин А.П.	193		
Стрелков С.П.	193	Шилова М.Н.	214
Стрелкова Е.В.	193		
Сулейменова Д.М.	103, 196	Якименко В.Н.	10

Научное издание

**II КОВАЛЕВСКИЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ЧТЕНИЯ
«ПОЧВА КАК БАЗОВЫЙ КОМПОНЕНТ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ»**

**Сборник материалов
Всероссийской научной конференции**

**1 - 4 октября 2013 г.
г. Новосибирск**

Оригинал-макет подготовлен по материалам,
представленным редакционной коллегией сборника

Формат 70x108/16

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ.л. 16,8. Тираж 100 экз. заказ № 1592

Корректоры: К.С. Байков, Т.В. Нечаева, Н.В. Смирнова

Оригинал макет: Т.В. Нечаева, Д.А. Соколов

Дизайн обложки: С.Ю. Артымук, Е.Б. Медведева

