

Анализируя данные агрегатного состава постоянной залежи, наблюдается улучшение структурного состояния почвы на 2023 г. Рассматривая данные обработанной залежи, можно сделать вывод о том, что за 2 года ее использования коэффициент структурности возрастает, а по оценке структурного состояния почва улучшается. Сравнивая данные агрегатного состава постоянной и обработанной залежи (таблица 1), видно, что коэффициент структурности обработанной залежи за два года использования повысился, по сравнению с постоянной залежью. Вероятнее всего, это вызвано правильной и качественной обработкой почвы, проведением дополнительных агротехнических мероприятий, поэтому возврат залежных земель в пашню имеет благоприятное воздействие на структурное состояние почв.

Результаты исследований показывают, что возврат залежных земель в пашню оказывает положительное влияние на агрегатный состав пахотных горизонтов выщелоченного чернозема в условиях Среднерусской провинции лесостепной зоны. Наблюдается увеличение содержания агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм, что способствует улучшению структуры почвы, ее водоудерживающей способности и питательного режима. Это, в свою очередь, способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур и устойчивости агроэкосистемы к внешним воздействиям.

Однако, для поддержания стабильного состояния почвенной структуры и сохранения плодородия почв, необходимо продолжать проводить агротехнические мероприятия, направленные на оптимизацию водного и питательного режимов, а также на борьбу с эрозией и дефляцией почв. Это включает в себя рациональное использование удобрений, поддержание оптимального режима влажности, проведение противозерозионных и снегозадержательных мероприятий, а также внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, которые учитывают особенности каждого конкретного участка [4].

Литература

1. Агробиотехнологии XXI века / И. И. Серегина, С. П. Торшин, Н. Н. Новиков [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 516 с. – ISBN 978-5-6049409-3-8. – EDN TJGOBN.
2. Мамонтов, В. Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. Лабораторный практикум: Учебное пособие. СПб.: Из-во «Лань», 2019. – 328 с.
3. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. N 731 "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями). – Электронный ресурс: <http://base.garant.ru/400773886/>
4. Почвозащитное земледелие /Под ред. А.И. Бараева. – М.: Колос, 1975
5. Электронная версия Национального атласа почв Российской Федерации. – Электронный ресурс: <https://soil-db.ru/soilatlas> (Дата обращения: 24.11.2023).

УТОЧНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Ушкова Дарья Александровна, студентка 1 курса магистратуры факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

Научный руководитель: Федотов Геннадий Николаевич, д.б.н., в.н.с. кафедры географии почвы факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова.

Устойчивая структура придает почве ряд ценных с точки зрения агрономии характеристик. Например, рыхлость облегчает прорастание семян и развитие растений, а также обеспечивает благоприятные водно-воздушный и тепловой режимы. В формировании водоустойчивой структуры огромную роль играет количество и качество органического вещества почв [1]. В литературе было предложено несколько механизмов формирования такой структуры, основанных либо на гидрофильных, либо на гидрофобных взаимодействиях [2, 3]. Однако до настоящего времени не был определен среди них наиболее точный.

Целью работы является уточнение механизма водоустойчивости почвенной структуры.

В работе использовали образцы дерново-подзолистой, серой лесной почвы и чернозема.

Для оценки водоустойчивости использовали метод лезвий [4]. При подготовке образцов почвы высушивали до воздушно-сухого состояния и просеивали через сита, отбирая агрегаты диаметром 4.5-5 мм.

В ходе измерения воздушно-сухие агрегаты помещали в кассету, представляющую собой 3 пары алюминиевых уголков, в нижних частях которых размещены фитили из хлопчатобумажной ткани. В алюминиевые уголки на фитили укладывали по 14 почвенных агрегатов так, чтобы они касались друг друга. Посредством вакуумирования удаляли из агрегатов воздух в течение 15 минут при разрежении 15 кПа.

После увлажнения агрегатов в вакууме кассету извлекали из эксикатора и помещали в расположенную на весах емкость с водой таким образом, чтобы фитили агрегатов обеспечивали сохранение насыщения агрегатов водой, достигнутое на этапе вакуумирования. Затем на линейно расположенные агрегаты помещали устройство, представляющее собой два параллельно расположенных лезвия, закрепленные на площадке, на которую устанавливали стаканчик с мерной шкалой. Добавляя песок в стаканчик, повышали нагрузку на агрегаты, которую фиксировали при помощи весов. Луч лазера, закрепленный на другом штативе, направленный на мерную шкалу стаканчика, позволял хорошо контролировать процесс разрушения агрегатов.

С целью стандартизации получаемых данных рассчитывали предельное сопротивление разрушения агрегатов. Экспериментально определяемую нагрузку в граммах выражали в миллиньютонах (мН). Для получения удельной характеристики нагрузку делили на общее количество агрегатов в повторности – 28 штук.

Эксперименты проводили в шестикратной повторности с последующей статистической обработкой результатов.

Данный метод позволяет значительно упростить выбор полимерных композиций для повышения эрозионной стойкости. Это связано с увеличением производительности в 30 раз в сравнении с классическим методом оценки эрозионной стойкости с использованием метода эрозионного гидрлотка.

Существует мнение, что стабильная почвенная структура складывается из двух составляющих: 1) способности почвы сохранить свою структуру под действием воды; и 2) способности влажной почвы сохранять свою структуру под действием внешних механических напряжений [5].

Чтобы это проверить, использовали метод «лезвий», меняя время капиллярного контакта с водой перед определением водоустойчивости. Полученные данные показали: вода без механических воздействий оказывает влияние на водоустойчивость, снижая её.

Снижение водоустойчивости объясняют, как правило, расклинивающим давлением воды. Основной вклад в его действие вносит осмотическая составляющая, которая возникает из-за перекрытия диффузных слоев и поступления воды в эту область. Однако в литературе не было найдено данных о проверке влияния расклинивающего давления воды на водоустойчивость почвенной структуры.

Мы решили это проверить, используя для капиллярного увлажнения агрегатов не воду, а растворы солей различных концентраций. При использовании солей расклинивающее действие воды минимизируется за счет сжатия диффузных слоев на границе раздела жидкой и твердой фаз, что должно привести к росту водоустойчивости.

Однако различий обнаружено не было. А это свидетельствует о том, что представление о значимом влиянии расклинивающего давления воды на водоустойчивость агрегатов не соответствует действительности.

Так как водоустойчивость определяется количеством и прочностью внутриагрегатных связей, мы предположили, что при длительном контакте почвы с водой, из агрегатов в воду выделяются частицы, обеспечивающие внутриагрегатные связи.

Для проверки предположения агрегаты привели в капиллярный контакт с водой и выдержали в течение 19 часов. Затем воду, с которой контактировали агрегаты, изучили при помощи растрового электронного микроскопа (РЭМ). На полученных микрофотографиях хорошо видны сферические частицы, выделившиеся из всех изученных типов почв. С помощью рентгено-локального микроанализа была выяснена органическая природа выделившихся из агрегатов частиц.

Для объяснения данных, мы изучили литературу и пришли к выводу, что на полученных микрофотографиях изображены гуминовые вещества почв, существующие в виде надмолекулярных образований (НМО) при концентрациях выше 30 мг/л [6]. Эти структуры образованы частицами-молекулами гуминовых веществ (ГВ) размером 2-10 нм.

При капиллярном контакте агрегатов с водой, в воду выделяются НМО, состоящих из частиц-молекул ГВ. По-видимому, именно они обеспечивают образование внутриагрегатных связей и водоустойчивость.

Далее в ходе исследований мы решили определить, какой тип связей, гидрофильный или гидрофобный, обеспечивает водоустойчивость агрегатов. Для этого был проведен эксперимент влияния температуры на водоустойчивость почвенной структуры. Нагревая образцы исходной влажности (0.7 от наименьшей влагоемкости), отмечали увеличение водоустойчивости. Однако при остывании агрегатов их водоустойчивость снижалась до начальных значений. Эти результаты свидетельствуют о том, что в основе механизма водоустойчивости исходных образцов, не подвергавшихся высушиванию, лежат гидрофобные взаимодействия.

Однако ситуация с воздушно-сухими агрегатами совсем другая. При повышенных температурах водоустойчивость воздушно-сухих образцов оставалась постоянной. Это свидетельствует о совместном участии в формировании водоустойчивости воздушно-сухих образцов как гидрофобных, так и гидрофильных связей.

Для подтверждения роли гидрофобных связей между НМО ГВ в формировании водоустойчивости был проведен следующий эксперимент. Образцы обрабатывали растворами полимеров разной степени гидрофобности. Для этого использовали полиэтиленгликоль (ПЭГ), полиакриламид (ПАА) и поливиниловый спирт (ПВС).

Предположили, что лучшее взаимодействие между НМО и структурами будет в том случае, когда их гидрофильно-гидрофобная природа близка. Взаимодействие между ними фиксировали по увеличению размера частиц, которое определяли с помощью лазерного дифрактометра. Полученные результаты свидетельствуют, что наиболее крупные частицы формируются между НМО и ПВС - самым гидрофобным полимером из использованных. Это подтверждает роль гидрофобных взаимодействий между НМО в формировании водоустойчивости почвенной структуры.

Так как в литературе существует мнение о роли гидрофильных компонентов ГВ в формировании водоустойчивой структуры, возникла необходимость объяснить механизм этого. Поэтому было выдвинуто предположение о том, что для формирования водоустойчивой гелевой структуры НМО должны взаимодействовать между собой не через точечный гидрофобный контакт, а через множество гидрофобных контактов, то есть их ветви должны взаимопроникать друг в друга. Такое взаимодействие возможно только при наличии гидрофильных участков с ионными атмосферами, выполняющими функцию протекторов. Они отталкивают ветви Ф-кластеров друг от друга, тем самым обеспечивая более глубокое взаимопроникновение этих ветвей. В результате вместо одиночных гидрофобных контактов между Ф-кластерами возникают множественные гидрофобные контакты, значительно повышающие водоустойчивость.

Это позволяет объяснить, что водоустойчивость определяется гидрофобными связями, но на ее величину влияют и гидрофильные вещества.

Литература

1. Verchot L.V., Dutaur L., Shepherd K.D., Albrecht A. Organic matter stabilization in soil aggregates: Understanding the biogeochemical mechanisms that determine the fate of carbon inputs in soils. *Geoderma*, 2011, 161(3–4), p.182–193.
2. Шеин Е.В., Милановский Е.Ю., 2003. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов // Почвоведение. №1. С. 3-61.
3. Шинкарев А.А., Мельников Л.В., Зайнуллин Т.Е., 1999. Природа водопрочности агрегатов гумусовых горизонтов темно-серой лесной почвы // Почвоведение. №3. С. 348-353.
4. Ушкова Д. А, Конкина У. А., Горепекин И. В., Потапов Д. И., Шеин Е. В., Федотов Г. Н., 2023. Устойчивость агрегатов пахотных почв: экспериментальное определение и нормативная характеристик // Почвоведение. №2. С. 203-210.
5. Dexter, A.R., 1988. Advances in characterisation of soil structure. *Soil Tillage Res.*, V.2, P. 199-239.
6. Fasurova N., Cechlovska H., Kucerik J., 2006. A comparative study of South Moravian lignite and standard IHSS humic acids' optical and colloidal properties // *Petroleum and Coal*. V 48. №2. 24-32.

ВОЗДЕЙСТВИЕ БИОУГЛЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОПОЧВАХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Гилёв Андрей Михайлович, магистрант 1 курса кафедры почвоведения Института Мирового океана ДВФУ

Брикманс Анастасия Владимировна, к.б.н., доцент кафедры почвоведения Института Мирового океана, ДВФУ

Рыбачук Наталья Андреевна, к.б.н., доцент кафедры почвоведения Института Мирового океана, ДВФУ

Сакара Николай Андреевич, зам. руководителя по научной работе, ведущий научный сотрудник, Приморская овощная опытная станция ФГБНУ ФНЦО

Научный руководитель: Нестерова Ольга Владимировна, к.б.н. доцент кафедры почвоведения Института Мирового океана, ДВФУ

Загрязнение почв тяжелыми металлами является глобальной экологической проблемой для окружающей среды и всех живых организмов в целом из-за их токсичности. Неправильное ведение сельского хозяйства может привести к накоплению концентраций тяжелых металлов в почве, ухудшая её качество и оказывая вредное воздействие на растения [1,2]. Для решения этой проблемы является актуальным применение технологий, способствующих улучшению состояния почвы, повышению эффективности сельского хозяйства и очистке почвы. Одним из подходов для улучшения почвенной среды и борьбы с загрязнением тяжелыми металлами является применение биоугля. Он получается из органических материалов и может улучшать почву, а также удерживать ионы тяжелых металлов благодаря своей сорбционной способности, предотвращая попадание этих веществ в пищевую цепочку растений [6,7]. Внесение биоугля в почву показало положительные результаты в снижении концентраций тяжелых металлов благодаря своим сорбционным свойствам [6].

Цель работы определить влияние внесенного биоугля в агропочвах в дозировках 1 и 3 кг/м² на содержание подвижных и кислоторастворимых форм Cd, Pb и Ni с применением органических удобрений, и на участках с дренажом и без.

Объектом исследования послужили агротемногумусовые подбелы (Luvic Anthrosols) Приморской овощной опытной станции с применением глубокого дренажа (120 см) и без. В