10,0 ц/га соответственно, с преимуществом нулевой технологии в 35 %. Урожайные данные 2015 года также были в пользу нулевой технологии – 28,0 и 25,0 ц/га, с прибавкой в 12 %. В среднем за три года урожайность зерна при нулевой технологии была на 2.3 ц/га, или на 14 % выше, чем при традиционной технологии. Основным фактором, повышающим урожайность при нулевой обработке, выступает почвенная влага. При нулевой технологии в метровом слое почвы содержалось влаги значительно выше, чем при традиционной технологии, на что было указано выше.

Заключение

1 Нулевая технология, состоящая из химической борьбы с сорняками в чистом пару и по всходам культуры, прямого посева на необработанную почву обеспечивает более высокое содержание продуктивной влаги в почве при одинаковой засоренности с традиционной технологией.

2 Благодаря лучшему накоплению и сохранению влаги в почве, нулевая технология способствует формированию более высокой урожайности зерна по сравнению с традиционной технологией.

1. Система нулевой обработки почвы или «No-till» технология / agros-tory.com / info-centre / 28.09.2017.
2. Сафин Х.М., Шварц Л.С., Фахрисламов Р.С. Технология No-till в системе сберегающего земледелия: теория и практика внедрения. – Уфа: Мир печати, 2013. – 72 с.

Степанов А.А.

Применение гуминовых препаратов для переработки котлованных и строительных грунтов в плодородные почвосмеси

*МГУ им. М.В.Ломоносова
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-28-02-2018-72

idsp: 000001:lj-28-02-2018-72

Проведение строительных работ в мегаполисе сопровождается извлечением значительного объема котлованных грунтов, в том числе достаточно тяжелого гранулометрического состава (суглинки, глины). Почвосмеси, приготовленные на основе котлованных и строительных грунтов, могут быть с успехом использованы в целях городского озеленения, в частности для создания искусственных почв конструкторземов и посадки на них многолетних насаждений. Использование почвомодификаторов (питательных смесей, оструктуризаторов, природных и синтетических полимеров и т.д.) в мировой практике благоустройства и озеленения территорий ряда стран (США, Канада, страны Европейского Союза, Япония) проводится главным образом на почвах и грунтах достаточно легкого гранулометрического состава (2). Оструктуривание суглинков и глин с их последующим обогащением питательными элементами и органическим веществом не носит широкого распространения.

Целью нашей работы было проведение полевых испытаний природных биополимеров (гуминовых кислот) в качестве почвенных модификаторов при создании городских почв и плодородных почвосмесей на основе котлованных и строительных грунтов тяжелого гранулометрического состава.

В ходе работы на территории почвенного стационара факультета почвоведения Московского Государственного Университета в августе 2010 г были заложены четыре серии полевых опытов с различными вариантами формирования насыпных конструкций (буртов) из глины, песка и торфа (Рис.1):

1. Контроль – послойное заложение компонентов (глина, торф, песок) в объемном соотношении 4\1\1. Обработка слоев гуматом не проводилась;

2. «Слоистый» – послойное заложение компонентов (глина, торф, песок - 4\1\1). При заложении бурта слои обрабатывались раствором гуминового препарата «Экстра». Доза внесения гумата составила 0,2 кг на 1 т глины;

3. «Саксонская вспашка» – послойное заложение компонентов (глина, торф, песок - 4\1\1) под углом 45°. При заложении бурта слои обрабатывались раствором гуминового препарата «Экстра». Доза внесения гумата составила 0,2 кг на 1 т глины;

4. «Смешанный» – при заложении бурта компоненты (глина, торф, песок - 4\1\1) смешивались и обрабатывались раствором гуминового препарата «Экстра». Доза внесения гумата составила 0,2 кг на 1 т глины.

Важно отметить, что выбор гуминового удобрения «Экстра», производимого ООО НВЦ «Агротехнологии», в качестве испытуемого почвенного модификатора был не случаен.

Ранее в 2008-2009 гг в рамках выполнения программы научных работ по Государственному контракту Департамента науки и промышленной политики города Москвы «Технологии применения природных гуматов для ремедиации городских почв и в целях стимулирования роста растений» на кафедре химии почв факультета почвоведения Московского университета проводились лабораторные, вегетационные и полевые испытания лучших гуминовых препаратов, производимых в РФ, с целью оценки возможности их применения для детоксикации и ремедиации загрязненных городских почв.

Результаты испытаний с различными тест-культурами показали, что применение промышленных гуматов, в оптимальных дозах (т.е. 50-100 мг/л или 10-100 кг/га), заметно стимулирует прорастание семян, улучшает дыхание и питание растений и уменьшает поступление в растения тяжелых металлов и радионуклидов.

Практика применения гуминовых препаратов в сельском хозяйстве и ремедиационных технологиях у нас в стране и за рубежом свидетельствует, что наиболее сильный эффект гуматов проявляется при неблагоприятных условиях окружающей среды: при недостаточной или избыточной влажности, низких температурах, недостаточной освещенности или при загрязнении тяжелыми металлами, радионуклидами или органическими поллютантами, так как гуматы, блокируя токсикианты в почвах и благодаря физиологически-активному и протекторному действию повышают устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды.

На завершающем этапе испытаний эффективность действия гуматов была экспериментально подтверждена в ходе полевых экспериментов проводимых в 2009 году в Москве на участках примагистрального озеленения и на опытных площадках почвогрунтов с искусственно созданным загрязнением хлорид-ионами, нефтепродуктами и ионами меди.

Гумат «Экстра» по результатам этих испытаний был признан наиболее сбалансированным по составу, свойствам и набору физиологически активных фракций. Крайне важными в условиях масштабного применения на загрязненных городских почвах являются низкая себестоимость препарата и возможность его применения и хранения как жидком состоянии (рабочие растворы с концентрацией до 100 г/л), так и в виде сухого порошка.

Закладка буртов была проведена 1 августа 2010 г. В мае 2011 г часть буртов (1\2) были использованы для приготовления почвосмесей. После тщательного перемешивания компонентов полученную почвосмесь использовали для формирования опытных площадок (0.25 м²) для выращивания газона (райграс пастбищный). Варианты опыта представлены на рисунке. Посев трав был произведен – 15 июня 2011 г. Укосы биомассы, соответственно, 15 июля 2011 г.

Эффективность действия гумата «Экстра» как почвенного модификатора оценивалось по нескольким критериям: изменение плодородия, химических свойств и

гумусного состояния, структурных и гидрофизических свойств, физиологического состояния микробного сообщества полученных почвосмесей.

Рисунок 1. Схема заложения конструкций.

Данные учета биомассы газонных трав, выращенных без применения дополнительных мелиорантов, свидетельствуют о том, что в вариантах опыта с внесением гумата биопродуктивность увеличивается не менее чем на 26-30 % (варианты «слоистый» и «саксонская вспашка»), а в случае вариантом опыта «смешанный» - почти на 50 %. Результат представляется тем более значимым, если учесть, что количество ГВ, внесенных за 10 месяцев до посева трав, составляло менее 0.1% от общего содержания ОВ в полученных почвосмесях.

Применение традиционных мелиорантов (торф, минеральные удобрения) и гуматов при выращивании газона позволило увеличить урожайность тест-культуры на опытных площадках в 1,5 - 3,5 раза. Важно отметить, что применение малых доз гумата «Экстра» (5 мл при замачивании 20 г семян и 0.5 мл при обработке всходов) сопоставимо по эффективности с внесением на 1 м² газона 4 кг торфа и лишь немногим уступает (на 5-20 %) действию комплексного минерального удобрения (10 г на м²).

Существенные изменения происходят с составе ОВ полученных почвосмесей. По сравнению с контролем в вариантах с применением гумата возрастает как общее содержание органического углерода (до 20 % в случае варианта «слоистый»), так и доля гуминовых кислот в составе ОВ (отношение СГК/СФК увеличивается с 0.6 до 0.8-0.9). Здесь важно отметить, что все химические анализы (в том числе и определение показателей гумусного состояния почвосмесей) проводились в сентябре-октябре 2011 года после разбора опытных площадок. Поэтому все отмеченные изменения между вариантами опытов следует считать результатом не прямого, а опосредованного влияния гуминового препарата. Т.е. через создание оптимальных условий для роста и развития почвенной биоты и корневой системы газонных трав. А, следовательно, и увеличения в почве общего количества метаболитов, продуцируемых микроорганизмами и энзимов (корневых выделений) растений. Это, в свою очередь, ускоряет и усиливает процессы

формирования так называемого «молодого гумуса», т.е. прогуминовых и гуминовых соединений.

Таблица 1

Химические свойства почвосмесей.

Показатель	Вариант опыта			
	1	2	3	4
pH _{вод}	6.1	6.0	5.9	6.0
pH _{KCl}	5.5	5.3	5.3	5.3
C _{орг} , %	3.22	3.26	3.26	3.30
гумус, %	5.55	5.62	5.62	5.69
N _{общ} , %	0.05	0.09	0.06	0.13
мг K ₂ O / 100 г почвы	10.3	13.2	10.7	12.3
мг P ₂ O ₅ / 100 г почвы	10.8	12.1	9.3	12.6

Можно предположить, что отмеченное ранее увеличение уровня степени гумификации в вариантах с применением гумата «Экстра» происходит за счет фракций ГК с молекулярным весом в диапазоне 17-25 тыс. а.е.м., о чем свидетельствуют результаты определения молекулярных масс исследуемых ГВ методом гель-фильтрации на сефадексе G-75 (Рис. 2).

Как показал опыт исследований последних десятилетий (1, 4), гораздо более динамичной характеристикой ОВ почв (по сравнению с такими традиционными показателями гумусного состояния как, например, групповой и фракционный состав гумуса, содержание «свободных» и «прочносвязанных ГК» и другими) является показатель h_{ph} , т.е. степень гидрофильности ГВ, отражающий соотношение гидрофобных и гидрофильных компонентов в составе гумуса (5, 6).

Рисунок 2. Молекулярно-массовое распределение ГВ.

Изменение показателя связано не с достаточно длительными процессами формирования «зрелых» ГК или образованием металл-органических комплексов, лабильных или прочносвязанных соединений с полуторными окислами, а с изменением поверхностных характеристик молекул ГК и ФК и их ассоциатов. Т.е., в первую очередь, с изменением конфигурации частиц ГВ и распределением заряда на их поверхности. А это часто обусловлено изменением почвенных условий (водный режим, режим аэрации, состав почвенного раствора и прочее). В связи с этим крайне интересным представляются результаты фракционирования ГВ, выделенных из почвосмесей различных вариантов полевого опыта, на гидрофобизованном геле агарозы (Octil-Sepharosa CL-4B, Pharmacia). На хроматограммах хорошо заметно появление дополнительных гидрофильных и гидрофобных фракций в составе ГВ в варианте «смешанный образец» по сравнению с ГВ из контрольного образца. Доля лабильных, потенциально наиболее реакционноспособных ГВ в составе гумуса возросла почти на треть. Соответственно, увеличилось и значение показателя h_{ph} с 0,7 до 1,0.

Рисунок 3. Изменение состава амфифильных фракций ОВ.

1. Милановский Е.Ю. Амфифильные компоненты гумусовых веществ почв // Почвоведение. 2000. №6. С.706-715
2. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: МГУ, 1990. 325 с.
3. Пономарёва В.В., Плотнокова Т.А. Гумус и почвообразование. М.:Наука, 1980. 223 с.
4. Степанов А.А. Получение амфифильных фракций гуминовых кислот из чернозёма южного и их характеристика// Почвоведение. 2005. №8 С.955-959.
5. Степанов А.А. «Дробное осаждение» как метод получения амфифильных фракций гумусовых кислот// Современные проблемы почвоведения и экологии: тезисы Докл. Школы-семинара молодых ученых. Москва, 1994. С.62.
6. Степанов А.А. Амфифильные фракции гуминовых веществ из препарата «Флексом» как стимуляторы роста растений// Сборник трудов V Всероссийской конференции «Гуминовые вещества в биосфере». Санкт-Петербург, 2010. С.451-454.