

ПОЧВЕННЫЙ МОДИФИКАТОР «HUMIC LAND» В ПОЛЕВОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ С ПЕСКОМ, ГЛИНОЙ И ПОЧВОЙ

А.А. Степанов, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

П.С. Шульга, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник

А.В. Наумов, аспирант

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
(Россия, г. Москва)

DOI:10.24412/2500-1000-2024-4-4-244-252

Работа выполнена по госзаданию № 121040800154-8.

Аннотация. В работе представлены результаты полевого эксперимента по применению гуминового препарата «Humic Land» как почвенного модификатора при создании плодородных почво-смесей на основе грунтов легкого и тяжелого гранулометрического состава. Испытуемый препарат позволяет производить искусственные почвенные смеси, обладающие прогнозируемыми высокими показателями состава, свойств и функций.

Ключевые слова: гуминовые вещества, почво-смеси.

Гуминовые вещества (ГВ) представляют собой уникальные природные органические соединения, за сотни и тысячи лет сформировавшихся в биосфере (в почвах, торфах, каменном угле, донных отложениях, компостах, природных водах) в результате посмертных преобразований биомассы. Главнейшими и определяющими свойствами ГВ является их полидисперсность, нерегулярность строения и полифункциональность, за счет сочетания в молекулярной структуре гидрофобного высоко замещенного функциональными группами ароматического ядра и гидрофильной периферии, состоящей в основном из алифатических, олигосахаридных и олигопептидных фрагментов.

Промышленные гуматы, производимые сегодня различными промышленно-коммерческими организациями из природного сырья (угля, торфа, леонардита, донных отложений, органических отходов и др.), по данным многих исследований, могут действовать как эффективные почвенные мелиоранты и материалы для рекультивации деградированных и загрязненных почв, причем их влияние наиболее эффективно при неблагоприятных условиях окружающей среды.

Высокая положительная отзывчивость почв и растений на применение гуматов в полевых и лабораторных экспериментах

обусловила большой интерес к производству коммерческих гуматов во всем мире. Положительный опыт применения гуматов в сельском хозяйстве, садоводстве и ремедиационных технологиях привел к тому, что многие промышленные компании стали производить разнообразные гуматы из органического сырья – главным образом из торфа, леонардита и бурого угля, а также из многотоннажных органических отходов, вермикомпостов, сапропеля и др. Обогащение их элементами питания, применение специальных добавок или особых режимов производства привело к изобилию на рынке коммерческих гуматов, предлагаемых в качестве органических удобрений, стимуляторов роста растений, мелиорантов для деградированных почв и сорбентов токсикантов.

Гумусовые кислоты почвы и другие продукты микробиологического разложения органических веществ в почвах представляют собой полимеры естественного происхождения, которые покрывают клейкой гелевой пленкой поверхности элементарных почвенных частиц (ЭПЧ) и микроагрегатов и связывают их между собой, именно эти соединения образуют один из наиболее водостойчивых видов связи между ЭПЧ. Эти пленки представляют собой сложные коллоидные системы – студни из молекул гуминовых кислот, армиро-

ванных коллоидными частицами органической и неорганической природы [7]. Влияние гумусовых веществ на образование агрономически ценной структуры и улучшение физических свойств почв обусловлено характером их взаимодействия с минеральной частью почв и зависит в значительной степени как от минералогического и гранулометрического ее состава, так и от структуры и размеров молекул гумусовых веществ [1, 7]. Наиболее активно гумусовые кислоты взаимодействуют со слюдами, далее идут полевые шпаты и, наконец, кварц. В этом же ряду понижается прочность связи гумусовых кислот с поверхностями минералов. С агрегатным составом почвы тесно связаны структура ее порового пространства и распределение пор по размерам. В порах совершаются все физические и биологические процессы, в них находятся необходимые для нормальной жизнедеятельности растений и почвенной микробиоты запасы воды и почвенного воздуха. Агрегирование почв приводит к увеличению их порового пространства и улучшению структуры. Агрономически ценной считают такую структуру почвы, в которой механически прочные, водоустойчивые и пористые агрегаты представлены зернистыми и мелкокомковатыми отдельностями. Условно принято, что размер этих агрегатов колеблется от 10 мм до 0,25 мм. Однако, увеличение размера пор за счет агрегатов крупнее 5 мм не меняет значительно физические свойства почв, но характеризуют их значительно меньшей водопрочностью [8]. Поэтому к агрономически ценным относятся агрегаты размером от 5 до 0,25 мм. Они обуславливают наиболее равномерную упаковку при вспашке и созданию пахотного горизонта с оптимальной структурой порового пространства. Размещаясь в более крупных порах, гумусовые вещества имеют возможность взаимодействовать как с крупными ЭПЧ, так и с поверхностями входящих в эти поры доменов, способствуя образованию крупных микроагрегатов и даже макроагрегатов. Интенсивное сельскохозяйственное использование пахотных земель приводит к ускоренной потере органического вещества почвами и

разрушению полимеров естественного происхождения, что приводит к понижению механической прочности и водоустойчивости агрегатов и как следствие к потере почвами плодородия.

Повышение агрономической ценности структуры почв, ее сохранение и улучшение, направлено прежде всего, на создание оптимального агрегатного состава, повышение механической прочности и водоустойчивости агрегатов. В последнее время интерес к проблеме создания в почвах оптимального агрегатного состава возрос в связи с развитием городского озеленения и использованием для этих целей территорий нарушенных градостроительством и промышленных зон. Был проведен целый ряд исследований по применению в качестве структурообразователей или «почвенных кондиционеров» [2-6, 11] синтетических полимеров с большими гибкими молекулами, оказывающими такое же действие на связывание ЭПЧ и микроагрегатов, на повышение устойчивости агрегатов к механическому и водному воздействию, как и органические полимеры естественного происхождения. В качестве таких полимеров для практического применения испытывались: полиакрилонитрил (ПАН), сополимер винилацетата и малеиновой кислоты (ВАМК), полиакриламид (ПАА), полиакриловая кислота (ПАК) с различными добавками и другие вещества [2, 7, 9, 10, 12]. С применением полимеров многие исследователи связывали большие надежды на быстрое улучшение структуры и физических свойств почв. На практике оказалось, что применение синтетических полимеров для создания почв с оптимальным агрегатным составом является экономически неоправданным приемом. Кроме того, использование этих синтетических веществ не всегда бывает безопасным и безвредным с экологической точки зрения.

Гумусовые препараты, разного вида гуматы и гуминовые удобрения, получаемые промышленным путем из торфов, отходов каменноугольной промышленности и др. способствуют повышению агрономической ценности почвенной структуры, и являются более чистыми в экологическом отношении и наиболее приближенными по

своему строению и свойствам к природным полимерам (типа гуминовых кислот).

Одним из новых направлений применения различных видов гуминовых препаратов является внесение их при изготовлении искусственных почво-грунтов с заданными физическими и агрохимическими свойствами, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве, городском озеленении, тепличном хозяйстве и т.д.

В лаборатории гуминовых веществ и минеральных соединений кафедры химии почв факультета почвоведения МГУ с 2000 года проводятся комплексные исследования состава и свойств, биохимической и физиологической активности гуминовых препаратов, производимых из различного сырья (сапрпель, уголь, торф и др.). Одним из важнейших направлений исследований является оценка эффективности гуматов как структура-образователей и ме-

лиорантов при создании искусственных почв.

Объектом нашего исследования послужил комплекс гуминовых веществ «Humic Land», производимый компанией «Acoustic BioTechnologies LTD».

Цель исследования – проведение полевых испытаний гуминового удобрения (ГУ) «Humic Land» в качестве почвенных модификаторов при создании плодородных почвосмесей на основе грунтов легкого и тяжелого гранулометрического состава.

В ходе работы на территории почвенного стационара факультета почвоведения Московского Государственного Университета были заложены три серии полевых опытов (девять делянок $S=1\text{ м}^2$ – $0,5*2,0\text{ м}$; $h=0,35\text{ м}$) с различными вариантами формирования плодородных почвосмесей.

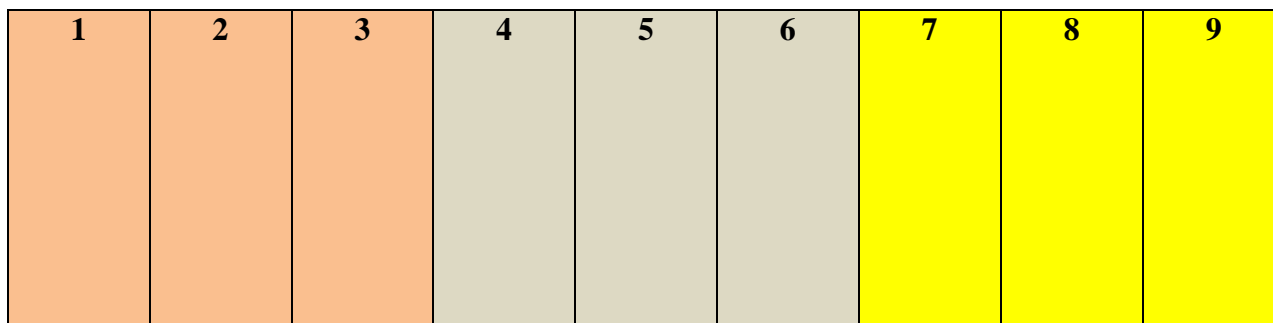


Рис. 1. Схема полевого опыта

В **первой серии опытов** верхним горизонтом, обрабатываемым ГУ «Humic Land», служил тяжелый суглинок ($h=0,15\text{ м}$), поднятый на поверхность почвы с глубины 2,5 м из горизонта В₁. Во **второй серии** обрабатывали верхний нативный горизонт А_{пах} дерново-подзолистой среднесуглинистой малогумусовой почвы, залегающей на территории почвенного стационара факультета почвоведения Московского Государственного Университета. В **третьей серии** опытов верхним горизонтом, обрабатываемым ГУ «Humic Land», служил песок ($h=0,15\text{ м}$), внесенный на поверхность опытных делянок. Состав и химические свойства верхних горизонтов в различных вариантах полевого опыта приведены в таблицах 2-4 в «Приложении к Отчету».

Химический состав ГУ «Humic Land» приведен в протоколе определения (см. «Приложение к Отчету»).

Варианты опытов:

1. «**Тяжелый суглинок, контроль**» – на делянке посеяны семена тест-культуры. Обработка верхнего горизонта гуматом не проводилась. Минеральные удобрения не вносили;

2. «**Тяжелый суглинок, гумат**» – комплексная обработка ГУ «Humic Land» почвы (доза – 300 л/га) семян и растений. Семена перед посевом были обработаны протравителем совместно с препаратом «Humic Land». Всходы и взрослые растения трижды обрабатывались рабочим раствором препарата «Humic Land»;

3. «**Тяжелый суглинок, NPK**» – внесение NPK (комплексное минеральное удоб-

рение «Нитрофоска» NPK 16:16:16) с концентрацией 50 кг/га (в пересчете на делянку – 5 г на 1 м²);

4. «Почва, контроль» – на делянке посеяны семена тест-культуры. Обработка верхнего горизонта гуматом не проводилась. Минеральные удобрения не вносили;

5. «Почва, гумат» – комплексная обработка ГУ «Humic Land» почвы (доза – 300 л/га) семян и растений. Семена перед посевом были обработаны протравителем совместно с препаратом «Humic Land». Всходы и взрослые растения трижды обрабатывались рабочим раствором препарата «Humic Land»;

6. «Почва, NPK» – внесение NPK (комплексное минеральное удобрение «Нитрофоска» NPK 16:16:16) с концентрацией 50 кг/га (в пересчете на делянку – 5 г на 1 м²);

7. «Песок, контроль» – на делянке посеяны семена тест-культуры. Обработка верхнего горизонта гуматом не проводилась. Минеральные удобрения не вносили;

8. «Песок, гумат» – комплексная обработка ГУ «Humic Land» почвы (доза – 300 л/га) семян и растений. Семена перед посевом были обработаны протравителем совместно с препаратом «Humic Land». Всходы и взрослые растения трижды обрабатывались рабочим раствором препарата «Humic Land»;

9. «Песок, NPK» – внесение NPK (комплексное минеральное удобрение «Нитрофоска» NPK 16:16:16) с концентрацией 50 кг/га (в пересчете на делянку – 5 г на 1 м²).

Тест-культурой в экспериментах послужила пшеница яровая мягкая, сорт «Московская 39».

Ход работы. Закладку опыта проводили 4 июля 2022 г. Верхний горизонт почвы на опытных делянках был вскопан при помощи электро-культиватора Е-ВН-1400/43А на глубину 25 см. Почву на опытных делянках № 2, № 5 и № 8 обрабатывали рабочим раствором препарата ГУ «Humic Land» (30 мл/ 1л воды/ 1 м²). Поверхность почвы на делянках прикатывали и высевали семена пшеницы (по 560 зерновок на площадку или 5,6 млн шт/га).

В дальнейшем на опытных делянках № 2, № 5 и № 8 всходы и взрослые растения пшеницы дважды обрабатывали рабочими растворами препарата ГУ «Humic Land» (10 мл/ 1 л воды): 1-я обработка – обработка по всходам (3-4 листа; 19.07.22); 2-я обработка – фаза цветения/начало молочной спелости (19.08.2022). В ходе опыта проводили полив и прополку растений на опытных делянках.

Уборку урожая проводили 26 сентября 2022 г. Послеуборочное созревание семян проходило в течении 10 дней. Анализ качества семян был проведен в лабораториях факультета почвоведения и биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Эффективность действия ГУ «Humic Land» как почвенного модификатора оценивалось по нескольким критериям: изменение плодородия, химических свойств и гумусного состояния, структурных и гидrofизических свойств полученных почвосмесей.

Результаты и их обсуждение. Первый положительный эффект от применения препарата ГУ «Humic Land» можно было наблюдать уже на 9-й день после посева. На опытных делянках № 2, № 5 и № 8 из семян, обработанных препаратом, массово появились всходы. Разница с «контрольными» вариантами опыта (делянки № 1, 4 и 7) и вариантами с внесением минеральных удобрений (делянки № 3, 6 и 9) составила более суток.

На 15-й и 45-й дни после посева листовая поверхность и стебли растений на опытных делянках № 2, № 5 и № 8 были обработаны рабочим раствором препарата ГУ «Humic Land».

В дальнейшем отмеченная выше тенденция – ускорение процессов роста и развития растений после обработки рабочими растворами ГУ «Humic Land» – сохранялась на всех стадиях вегетации (кущение, стеблевание, колошение, цветение и созревание семян).

Урожай пшеницы в контрольном варианте опыта (делянка № 1) на **тяжелый су-глинке** составил – 13,8 ц/га. Комплексная обработка препаратом ГУ «Humic Land» почвы, семян и растений пшеницы (делянка № 3) дало прибавку урожая на

34,0% по сравнению с контролем. Такой же урожай был получен в варианте опыта с внесением минеральных удобрений (делянка № 3) – 18,5 ц/га.

Урожай пшеницы в контрольном варианте опыта (делянка №4) на **бедной** дерново-подзолистой **почве** составил – 14,6 ц/га. Комплексная обработка препаратом ГУ

«Humic Land» почвы, семян и растений пшеницы (делянка № 5) дало прибавку урожая на 34,9% по сравнению с контролем – 19,7 ц/га. В варианте опыта с внесением минеральных удобрений (делянка № 6) был получен максимальный урожай для данной серии опытов – 20,2 ц/га.

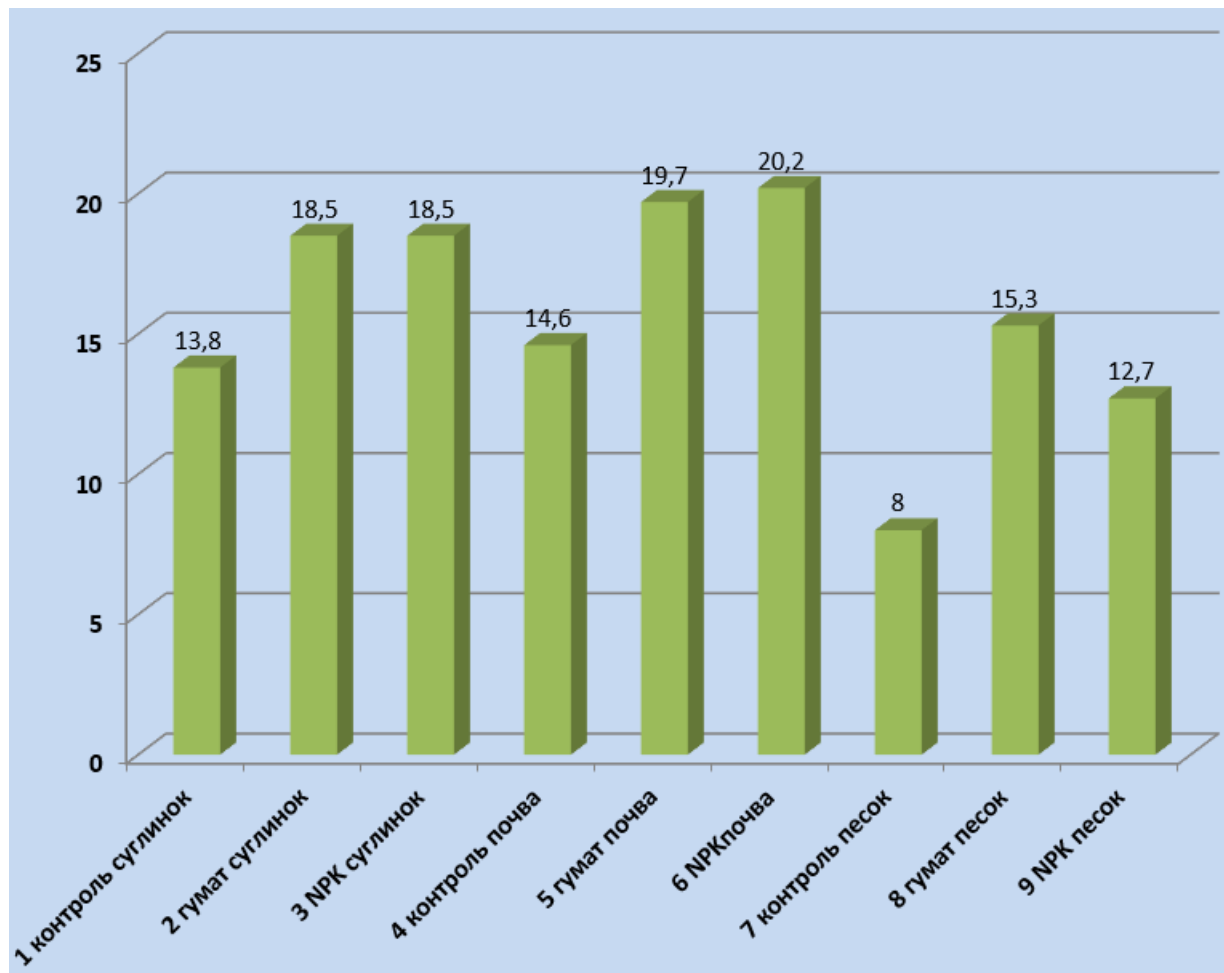


Рис. 2. Урожай пшеницы в полевом опыте, ц/га

Урожай пшеницы в контрольном варианте опыта (делянка № 7) на **песке** составил всего 8,0 ц/га. Комплексная обработка препаратом ГУ «Humic Land» почвы, семян и растений пшеницы (делянка № 8) значительно увеличило прибавку урожая (почти в два раза – на 91,2%) по сравнению с контролем – 15,3 ц/га. В варианте опыта с внесением минеральных удобрений (делянка № 9) был собран урожай в 12,7 ц/га. Т.е. в данной серии опытов внесение минеральных удобрений дало меньшую прибавку урожая (на 58,7% по сравнению с контролем), чем комплексное

воздействие ГУ «Humic Land» на «почву», семена и растения тест-культуры. Полученный результат, вероятно, обусловлен вымыванием питательных элементов летними и осенними осадками из корнеобитаемого горизонта в варианте опыта № 9. Напротив, в опыте с применением ГУ «Humic Land» формирование проагрегатов и агрегатов из исходного грунта (песка) позволило питательным элементам в составе гумата лучше закрепиться на поверхности минеральной матрицы и обеспечить большую прибавку урожая на делюнке № 8.

Результаты определения некоторых химических показателей почвы/грунта в верхних горизонтах опытных делянок до и после проведения полевого опыта (таблицы 2-4) свидетельствуют о том, что наиболее существенные изменения произошли с содержанием органического вещества (гумуса) в почве на опытных делянках № 2, 5 и 8, после внесения ГУ «Humic Land». Увеличение содержания гумуса составило:

для **тяжелого суглинка** – 20,8%; для **почвы** – 51,8%; для **песка** – 160%.

Столь значительное относительное увеличение содержания органического вещества (ОВ) обусловлено с одной стороны низкими абсолютными значениями содержания ОВ в исходных **суглинке/почве/песке (0,24% /1,10% /0,05%)**, с другой стороны – внесением ОВ в составе рабочих растворов ГУ «Humic Land».

Таблица 1. Свойства верхнего горизонта почвы вначале и в конце полевого опыта на опытных делянках:

- **тяжелый суглинок** – № 1, 2 и 3.
- **д/п почва** – № 4, 5 и 6.
- **песок** – № 7, 8 и 9

Показатель, единицы измерения	делянки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
начало опыта									
pH_{вод}	4,52	4,51	4,52	6,75	6,76	6,75	7,92	7,92	7,93
C_{орг}, %	0,14	0,14	0,14	0,64	0,64	0,63	0,03	0,03	0,03
гумус, %	0,24	0,24	0,24	1,10	1,10	1,09	0,05	0,05	0,05
ЕКО, мг-экв / 100 г почвы	19,7	19,6	19,7	24,7	24,7	24,6	1,2	1,2	1,2
N_{общ}, %	0,05	0,05	0,06	0,12	0,12	0,12	-	-	-
K₂O, %	0,05	0,05	0,05	1,2	1,1	1,2	-	-	-
P₂O₅, %	0,04	0,04	0,04	0,13	0,13	0,12	-	-	-
подвижные формы:									
мг K₂O / 100 г почвы	1,1	1,1	1,0	18,8	18,3	18,7	-	-	-
мг P₂O₅ / 100 г почвы	0,7	0,8	0,7	12,3	12,5	12,3	-	-	-
конец опыта									
pH_{вод}	4,54	4,61	4,53	6,76	6,82	6,73	7,9	7,73	7,90
C_{орг}, %	0,13	0,17	0,15	0,65	0,97	0,68	0,04	0,08	0,04
гумус, %	0,22	0,29	0,25	1,12	1,67	1,17	0,07	0,13	0,07
ЕКО, мг-экв / 100 г почвы	19,8	24,9	20,2	24,6	37,8	25,0	1,6	2,9	1,6
N_{общ}, %	0,04	0,08	0,06	0,12	0,19	0,16	0,01	0,03	0,04
K₂O, %	0,05	0,07	0,07	1,2	1,4	1,4	-	0,01	0,04
P₂O₅, %	0,02	0,04	0,05	0,13	0,21	0,19	0,01	0,03	0,03
подвижные формы:									
мг K₂O / 100 г почвы	0,8	1,2	1,9	18,8	25,8	25,2	-	-	-
мг P₂O₅ / 100 г почвы	0,7	0,8	1,1	12,3	20,1	18,3	-	-	-

Однако, простой расчет показывает, что только количество внесенного ОВ не могло столь существенно увеличить содержание гумуса в верхних горизонтах опытных делянок. Можно предположить, что 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 тест-культуры. А, следовательно, и увеличения в почве общего количества метабо-

литов, 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.

Среди других химических показателей следует отметить вполне закономерное увеличение ЕКО (емкости катионного обмена) на делянках, обработанных гуматом: для **тяжелого суглинка** – 25,7%; для **почвы** – 53,%; для **песка** – 81,3%. Это, очевидно, также связано с увеличением со-

держания гумуса, а, следовательно, и увеличением обменных позиций в ППК (почвенном-поглощающем комплексе).

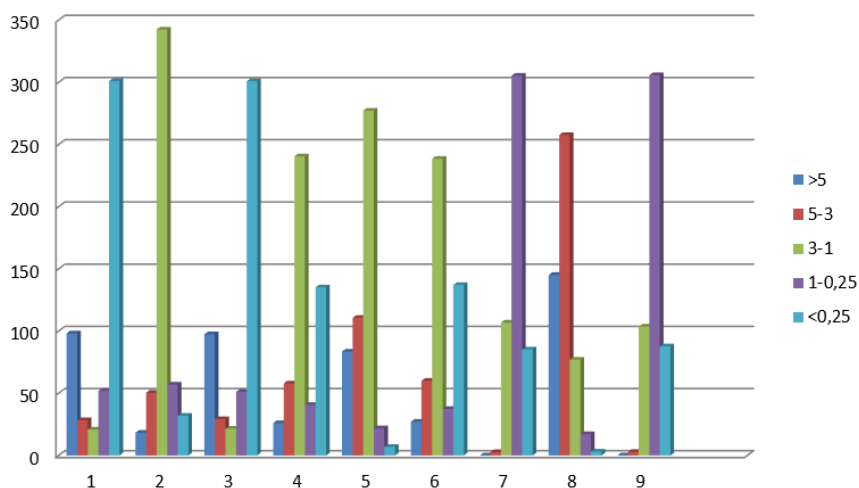
Несколько удивительно выглядят низкие значения содержания НРК (как валовых, так и подвижных форм) на опытных делянках № 3, 6 и 9, т.е. там, где были внесены высокие дозы минеральных удобрений. Вероятно, данный факт можно объяснить вымыванием питательных элементов из корнеобитаемого горизонта в нижележащие горизонты почвы во время интенсивных осенних ливней.

Наиболее существенные изменения произошли с агрегатным составом почвосмесей, полученных после обработки различных вариантов почвы/грунта ГУ «Humic Land».

В составе почвосмесей кардинально по сравнению с исходным почвой/грунтом изменилось содержание **агрономически ценных агрегатов** (5-3 и 3-1 мм): доля их увеличилась: для **тяжелого суглинка** на 68,7%; для **почвы** – на 17,9%; для **песка** – на 45% от суммы фракций.

Крайне важно, что большая часть свежесформованных агрегатов (а именно: для **тяжелого суглинка** – 63,9%; для **почвы** – 62,3%; для **песка** – на 40,8% от суммы фракций.) оказались **устойчивыми и водопрочными**. Об этом свидетельствуют результаты, представленные на рисунке 3 (водоустойчивость агрегатов по Савинову).

Мехсостав. Сухое просеивание.



Мехсостав. Мокрое просеивание.

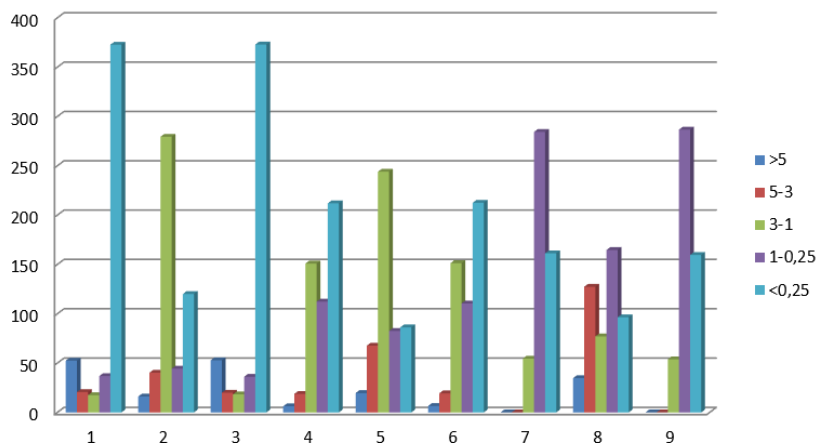


Рис. 3. Агрегатный состав образцов с опытных делянок № 1-9

Таблица 2. Порозность образцов с опытных делянок № 1-9

Вариант опыта	Пористость, % от объема почвы		
	общая	агрегатная	межагрегатная
1	44,7	31,0	13,7
2	51,3	36,8	14,5
3	44,8	31,2	13,6
4	51,3	36,8	14,5
5	66,1	47,5	18,6
6	51,0	36,6	14,4
7	30,1	20,0	10,1
8	40,5	29,1	11,4
9	30,0	20,1	9,9

Таблица 3. Плотность образцов с опытных делянок № 1-9

Вариант опыта	Кг*м ⁻³ *10 ³	
	Плотность твердой фазы	Плотность сложения
1	2,68	1,43
2	2,62	1,10
3	2,69	1,42
4	2,64	1,25
5	2,60	1,06
6	2,64	1,24
7	2,61	1,47
8	2,57	1,38
9	2,60	1,47

Таблица 4. К_ф (водопроницаемость) образцов с опытных делянок № 1-9

Вариант опыта	Водопроницаемость, см / сутки
1	11,2
2	59,1
3	11,4
4	20,3
5	157,3
6	20,3
7	735
8	433
9	741

Данные таблиц № 2-4 свидетельствуют о том, что под действием ГУ «Humic Land» за время наблюдений произошло увеличение общей (для **тяжелого суглинка** – на 14,8%; для **почвы** – на 29,0%; для **песка** – на 34,6%), внутриагрегатной (для **тяжелого суглинка** – на 5,8%; для **почвы** – на 28,3%; для **песка** – на 2,9%) и межагрегатной (для **тяжелого суглинка** – на 18,7%; для **почвы** – на 29,1%; для **песка** – на 45,5%) пористости почвы; снижение плотности сложения (для **тяжелого суглинка** – на 2,2%; для **почвы** – на 1,5%; для **песка** – на 1,5%); увеличение скорости движения почвенной влаги для **тяжелого суглинка** (коэффициент фильтрации увеличился в 5,2 раза по сравнению с исходным грунтом) и **почвы** (коэффициент фильтрации увеличился в 7,8 раз по сравнению с исходным грунтом), а для **песка**, напротив – уменьшение скорости движения почвенной влаги (от избыточно высокой К_ф=741 см/сутки, до наилучшей (по Качинскому) К_ф=433 см/сутки).

нению с исходным грунтом), а для **песка**, напротив – уменьшение скорости движения почвенной влаги (от избыточно высокой К_ф=741 см/сутки, до наилучшей (по Качинскому) К_ф=433 см/сутки).

Выводы. Инновационная технология почвенного конструирования, разработанная в лаборатории химии гуминовых веществ и минеральных соединений кафедры химии почв факультета почвоведения МГУ, позволяет производить искусственные почвенные смеси на основе комплекса гуминовых веществ «Humic Land», обладающие прогнозируемыми высокими показателями состава, свойств и функций (плодородие; оструктуренность; водно-воздушный режим, комфортный для роста и развития растений и биоты; эрозионную устойчивость и др.).

Библиографический список

1. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификацию. – М. Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 325 с.
2. Романов О.В., Федорова Н.Н. Влияние органических веществ на процессы структурообразования в почвах. // Труды IV Всероссийской конференции «Гуминовые вещества в биосфере», Москва, 19-21 декабря 2007. – С. 298-305.
3. Степанов А.А., Якименко О.С., Шульга П.С. Эффективность действия гуминовых биополимеров из торфа и угля при восстановлении почвенной структуры // *Journal of Agriculture and Environment*. – 2022. – № 3 (23).
4. Степанов А. А., Якименко О. С. Ремедиация загрязненных городских почв с применением гуминовых препаратов // «Живые и биокосные системы». – 2016. – № 18. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jbks.ru/archive/issue-18/article-5>.
5. Степанов А.А., Шульга П.С., Госсе Д.Д., Смирнова М.Е. Применение природных гуматов для ремедиации загрязненных городских почв и стимулирования роста растений // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2018. – № 2. – С. 30-34.
6. Степанов А.А., Салимгареева О.А., Манцевич С.И. «Антистрессовое действие» гуминовых препаратов при возделывании с/х культур и городском озеленении // Гуминовые вещества в биосфере. – 2018. – С. 134-135.
7. Федотов Г.Н., Пахомов Е.И., Поздняков А.И., Куклин А.И., Исламов А.Х., Путляев В.И. Структура и свойства почвенного органоминерального геля // Почвоведение. – 2007. – № 9. – С. 1071-1077.
8. Шейн Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2005. – 432 с.
9. Якименко О.С., Грузденко Д.А., Степанов А.А., Бутылкина М.А., Киушов А.А., Панова И.Г. Полиэлектролиты для конструирования искусственных почв // Высокомолекулярные соединения. Серия С. – 2021. – Т. 63. – № 2. – С. 245-252.
10. De Boodt M.F. Applications of polymeric substances as physical soil conditioners // *In Soil Colloids and their Associations*. 1900, Plenum Press, New York. – Pp. 517-556.
11. Helalia A.M., Letey J. Effect of different polymers on seeding emergence, aggregate stability, and crust hardtss // *Soil Sci*. – 1989. – № 148. – Pp. 199-203.
12. Lentz R.D., Kincaid D.C. Polymer and sprinkler droplet energy effects on sugar beet emergence, soil penetration resistance, and aggregate stability // *Plant and Soil*. – 2005. – № 273. – Pp. 1-13.

SOIL MODIFIER “HUMIC LAND” IN A FIELD EXPERIMENT WITH SAND, CLAY AND SOIL

A.A. Stepanov, *Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher*

P.S. Shulga, *Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher*

A.V. Naumov, *Postgraduate Student*

Lomonosov Moscow State University

(Russia, Moscow)

***Abstract.** The paper presents the results of a field experiment on the use of humic preparation "Humic Land" as a soil modifier in the creation of fertile soil mixtures based on soils of light and heavy granulometric composition. The tested preparation allows the production of artificial soil mixtures with predicted high levels of composition, properties and functions.*

***Keywords:** humic substances, soil mixture.*