



# ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ «СУПЕРГУМУСА»

## FEATURES OF SORPTION CAPACITY CHANGE OF SANDY-CLAY SOILS AS A RESULT OF APPLICATION OF «SUPERHUMUS»

**МАВЛЯНОВ Г.Н.**

Старший научный сотрудник, изыскатель геологического факультета Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека, г. Ташкент, mavlyanov\_g@mail.ru

**MAVLYANOV G.N.**

Senior staff scientist of the geology faculty of the National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, mavlyanov\_g@mail.ru

### Ключевые слова:

почва; гумус; «супергумус»; сорбционная способность; нитраты; нитриты; угольные отходы.

### Key words:

soil; humus; «superhumus»; sorption capacity; nitrates; nitrites; coal waste.

### Аннотация

**В статье приводятся результаты исследований сорбционной способности песчано-глинистых грунтов и динамики изменений содержания в них азота в результате применения биопрепарата под названием «супергумус». Лабораторные эксперименты показали, что он сорбирует нитраты, существенно замедляет и уменьшает их миграцию.**

### Введение

Содержание гумусовых веществ является характерным генетическим и классификационным признаком для каждой почвы. Специфическими компонентами гумуса являются гумин, гуминовые кислоты и фульвокислоты. Они составляют 90% от общей массы органического вещества почвы.

Гумус является наиболее характерной и существенной частью почвы, с которой в основном связано ее плодородие. В нем сохраняются основные элементы для питания растений, в первую очередь азот. Гумус частично определяет поглотительную способность почвы и влияет на некоторые ее морфологические и физические свойства, обуславливая ее структуру.

В настоящее время острота проблемы загрязнения компонентов геологической среды на орошаемых территориях заставляет многих ученых искать новые более эффективные способы ее решения. Целью данного исследования явилось изучение сорбционной способности почвы и динамики содержания в ней азота на фоне применения биопрепарата, называемого «супергумус».

### Методы и результаты исследований

Группой узбекских ученых (Ф.М. Мавляновой, Н.Г. Мавляновым, Г.Н. Мавляновым и др.) в 2005 году был разработан биопрепарат под названием «супергумус», который содержит примерно 90% отходов угольной промышленности, около 10% глинистых минералов (бентонита) и микроорганизмы-интродуценты, полезные для агробиогенеза. В результате был получен патент на изобретение № IAP 03807 «Способ получения удобрения» [3]. В этом биопрепарате содержится 5,7% гумусовых кислот, из них 3,4% гуминовых и 2,3% фульвокислот.

Объектом применения «супергумуса» явилась почва на территории Института генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Республики Узбекистан в Зангиотинском районе Ташкентской области. Здесь были проведены опыты на лизи-

### Abstract

**The paper presents research results of the sorption capacity of sandy-clay soils and the nitrogen content dynamics in them as a result of application of a biological preparation called «supergumus». Laboratory experiments have shown that it sorbs nitrates, considerably slows down and reduces their migration.**

Таблица 1

Гранулометрический состав использованных в экспериментах почвы и «супергумуса», %										
Грунт	Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	Естественная влажность, %	Размер фракций, мм							
			1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,002	<0,002
Почва	2,67	14,1	-	-	2		34	13	13	38
«Супергумус»	2,18	26,2	3	7	14	2	37	3	4	30

метрах под руководством А.А. Баирова (Государственный научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Узбекистана) и А.А. Кариева (НИИ генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Узбекистана).

Также автором данной статьи были проведены лабораторные эксперименты в узбекском институте «Гидроингео» под руководством В.Г. Ходжаева, при которых изменяли состав почвы, дозу «супергумуса» и азотного удобрения. По классификации Н.А. Качинского использованная в экспериментах почва относится к крупнопылеватым среднесуглинистым грунтам (по результатам расшифровки рентгенограмм ее глинистая составляющая представлена в основном каолинитами и гидрослюдистыми минералами), а «супергумус» — к песчаным легким крупнопылеватым суглинкам (таблица 1).

Опыты проводили в пластмассовых колонках диаметром 5,0 см и длиной 100 см.

Вначале проверили содержание азота и pH как в «супергумусе», так и в почве. Для этого в нижние части двух колонок положили по ватному тампону. Затем в первую насыпали «супергумус», а во вторую — почву. В обе колонки сверху подливали дистиллированную воду (для исключения влияния соединений азота, которые содержатся в водопроводной воде). С каждой колонки собрали по 10 фракций фильтрата объемом по 50 мл, в которых количественно определяли pH (на pH-метре), концентрацию ионов NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (реактивом Грисса) и концентрацию NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (реактивом Несслера). Полученные результаты приведены в табл. 2. Из нее видно, что «су-

пергумус» (колонка 1) является кислым продуктом с pH = 3,5. В нем практически отсутствуют нитрат- и нитрит-ионы (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). Концентрация ионов аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) уменьшилась за время фильтрации с 12,0 до 4,0 мг/л. В почве (колонка 2) в основном в небольших количествах содержатся нитрат- (10–42 мг/л) и нитрит-ионы (0,4–9,0 мг/л), ионов аммония мало (0,7–2,1 мг/л), среда слабощелочная (pH=8,10÷8,95).

Затем провели следующую серию экспериментов. Заполнили две такие же колонки почвой на высоту 50 см. В первую внесли 5 г «супергумуса» и сверху 2 г аммиачной селитры (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), затем добавили еще 2 см почвы. Вторая колонка была контрольной. В нее внесли только 2 г NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> и 2 см почвы. Затем в обе колонки долили сверху по 250 мл дистиллированной воды и начали снизу собирать фракции фильтратов объемом по 50 мл. После отбора очередной фракции в колонки сверху доливали по 250 мл H<sub>2</sub>O. Через почву вода проходила медленно, и первые порции фильтрата получили только на следующий день. Эксперимент проводили 14 дней. Всего получили по 4 фракции по 50 мл. В них снова определяли pH и концентрации NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> и NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Полученные результаты приведены в табл. 3. Как видно из нее, в фильтрате из колонки с «супергумусом» ионов NO<sub>3</sub><sup>-</sup> содержится меньше, чем в контрольном. «Супергумус», особенно в начальной фазе миграции нитрат-ионов, существенно сорбирует их, что положительно сказывается на уменьшении загрязнения инфильтрационной воды. Изменения концентраций NO<sub>2</sub><sup>-</sup> и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> получились неоднозначными, поэтому далее не рассматривались.

Таблица 2

Концентрация соединений азота и pH во фракциях фильтратов, собранных с колонок с «супергумусом» и почвой									
Колонка 1 («супергумус»)					Колонка 2 (почва)				
№ фракции	pH	Концентрация, мг/л			№ фракции	pH	Концентрация, мг/л		
		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
1-1	3,5	следы	0,01	12,0	2-1	8,1	42	9,00	2,1
1-2	3,4	следы	0,01	12,0	2-2	8,2	30	6,00	2,1
1-3	3,4	следы	0,01	12,0	2-3	8,3	30	3,00	1,5
1-4	3,5	следы	0,01	12,0	2-4	8,4	24	2,00	1,2
1-5	3,5	следы	нет	7,0	2-5	8,7	24	6,00	1,2
1-6	3,4	следы	0,02	5,0	2-6	8,9	15	2,00	1,0
1-7	3,6	следы	следы	5,0	2-7	8,8	10	0,60	0,7
1-8	3,6	следы	следы	4,0	2-8	8,9	10	0,60	0,7
1-9	3,5	следы	следы	4,0	2-9	8,9	10	0,40	0,7
1-10	3,5	следы	следы	4,0	-	-	-	-	-

Таблица 3

Концентрация соединений азота и рН в различных фракциях фильтратов, собранных с колонок с почвой и аммиачной селитрой с добавлением «супергумуса» и без него											
Колонка 1 (с «супергумусом»)					Колонка 2 (контрольная — без «супергумуса»)				Уменьшение концентраций при внесении «супергумуса», %		
№ фрак.	рН	концентрация, мг/л			рН	концентрация, мг/л					
		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>			
1	7,3	5900	30	6	7,4	9200	60	2	36	50	-200
2	8,3	4200	30	6	8,0	5900	30	6	29	0	0
3	8,4	2400	6	7	6,6	9200	12	7	74	50	0
4	8,7	2400	2	4	8,3	2700	1,5	7	11	-33	43

В следующей серии опытов был изменен состав грунта. Почву смешали с чистым песком в соотношении 1:4 (почва/песок) и заполнили полученной смесью две такие же колонки. В первую сверху добавили 10 г «супергумуса», 0,5 г аммиачной селитры и еще 2 см грунта. Во вторую, контрольную, внесли только 0,5 г NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> и 2 см грунта. Затем сверху доливали дистиллированную воду, так же как и в предыдущей серии экспериментов. По причине того, что исследованная смесь содержит песок, миграция воды облегчилась, и по 4 фракции фильтрата объемом по 50 мл было собрано за два дня. В них определяли рН и концентрацию NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Полученные результаты приведены в табл. 4. Несмотря на то что грунт содержит песок, «супергумус» и в этом случае задерживает миграцию нитрат-ионов. Особенно это заметно по первым двум фракциям фильтрата.

В производственных условиях хлопководства полив производится и без внесения удобрений. Поэтому в этой серии экспериментов после сбора 4 фракций промывку на одну неделю приостановили. Через неделю по несколько раз добавили в колонки по 200 мл воды и собрали из каждой из них еще по 4 пробы фильтрата. Из таблицы 4 видно, что нитрат-ионы вымываются более или менее равномерно, хотя в первых двух фрак-

циях фильтрата из колонки с «супергумусом» их концентрация существенно ниже.

Таким образом, «супергумус» оказывает как прямое (адсорбция загрязняющих веществ отходами угольной промышленности и бентонитом), так и косвенное (адсорбция остатков минеральных удобрений и деструкция остаточных количеств пестицидов и их метаболитов через повышение содержания в почве гумусовых веществ) влияние на состояние грунтов и подземных вод. Это и есть главное экологическое свойство «супергумуса» — способность к связыванию тяжелых металлов и остатков минеральных удобрений, к деструкции остаточных пестицидов и других загрязнителей и, таким образом, к предохранению окружающей среды, особенно почв и подземных вод, от загрязнения этими веществами.

### Выводы

Лабораторные эксперименты показали, что «супергумус» сорбирует нитрат-ионы, существенно замедляет и уменьшает их миграцию.

Внесение в почву «супергумуса» приводит к интенсивной денитрификации (под которой понимается процесс разрушения азотных соединений под воздействием микроорганизмов [4]). Поэтому количество нитрат-

Таблица 4

Концентрация нитрат-ионов и рН в различных фракциях фильтратов						
Колонка 1 (смесь почвы с песком с добавлением «супергумуса»)			Колонка 2 (контрольная — смесь почвы с песком без «супергумуса»)		Уменьшение концентрации NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> после внесения «супергумуса», %	
№ фракции	рН	конц. NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	рН	конц. NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л		
1	7,3	5900	7,9	12325	52	
2	7,9	1500	8,2	4200	64	
3	8,1	1000	8,2	920	-9	
4	8,2	240	8,5	420	43	
<b>Промывка через 1 неделю</b>						
1	8,1	42	8,3	59	29	
2	8,0	150	8,3	390	62	
3	8,3	60	8,4	60	0	
4	8,1	92	8,2	103	11	



ионов, вымытых из колонки с «супергумусом», меньше и происходит это более длительное время, что подтверждает наличие сорбирования (результаты исследований, посвященные механизму сорбции в почве с «супергумусом», будут опубликованы отдельно).

Под влиянием «супергумуса», являющегося кислым продуктом с pH = 3,5, среда в фильтраатах из почвы с его добавлением оказалась почти нейтральной (с pH = 7,60÷8,10), что говорит о наличии процесса подщелачивания. ☺

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 234 с.
2. Ариушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 243 с.
3. Мавлянов Г.Н. и др. Способ получения удобрения: патент Республики Узбекистан № IAP 03807 от 22.10.2008 г.
4. Гамзиков Г.П., Барсуков П.А. Баланс азота при длительном применении удобрений в агроценозах на дерново-подзолистой почве // Агрохимия. 1997. № 9. С. 5–10.
5. Горовая А.И., Орлов Д.С., Щербенко О.В. Гуминовые вещества. Киев: Наукова думка, 1995. 304 с.
6. Гусакова Н.В. Химия окружающей среды. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. 185 с.
7. Звягинцев Д.Г., Шаповалов А.А., Пуцыкин Ю.Г., Степанов А.Л., Лысак Л.З., Буланова М.Л. Устойчивость гуминовых кислот к микробной деструкции // Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 2004. № 2. С. 47–52.
8. Мавлянов Н.Г., Мавлянов Э.Н. Создание «экологического щита» для защиты подземных вод от сельхоззагрязнителей // Геология и минеральные ресурсы. Ташкент, 2005. № 2. С. 71–74.
9. Тейт Р. Органическое вещество почвы. М.: Мир, 1991. 400 с.
10. Ходжаев В.Г. Исследование загрязнения зоны аэрации и грунтовых вод долины реки Чирчик пестицидами и соединениями азота и обоснование водоохраных мероприятий. Ташкент: Фонды ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», 1985.
11. Ходжаев В.Г. К миграции соединений азота в зоне аэрации // Агрохимия. 1983. № 6. С. 17.
12. Баиров А.Ж. Сугориладиган тупрокларда минерал ва органик угитларни табакалаштириб куллаш буйича ТАВСИЯЛАР. Узбекистон Республикаси Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат кумитаси. Тошкент, 2005.



Журналы представлены в flash-версиях на официальном сайте Издательского центра «Геомаркетинг»:

<http://www.geomark.ru>

Некоторые номера размещены бесплатно в режиме тестового доступа, для того чтобы визуально оценить удобство электронных версий.



С 2013 года журналы «Инженерные изыскания», «Инженерная геология», «Геориск», «Геотехника» стали доступны в электронном варианте.

Ваша компания может получить индивидуальный доступ к номерам за текущий год, а также ко всем выпускам за предыдущие годы.

**Стоимость годовой электронной подписки**  
(два логина для доступа с двух устройств одновременно):

Инженерные изыскания: **19 320 руб.** Инженерная геология: **7 200 руб.** Геориск: **4 800 руб.**  
Геотехника: **7 800 руб.** Стоимость онлайн-доступа ко всем журналам, включая архив: **39 120 руб.**

**Татьяна ФЕДОТОВА**  
Тел./факс: +7 (495) 366-26-84  
Email: [pr@geomark.ru](mailto:pr@geomark.ru)

**Ольга ИСАЙКИНА**  
Тел./факс: +7 (495) 366-08-85  
Email: [pr@geomark.ru](mailto:pr@geomark.ru)