

# ДЕЙСТВИЕ ВЕРМИГУМАТОВ НА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

В.А. Касатиков, д.с.-х.н., ВНИИОУ, В.А. Раскатов, к.б.н., РГАУ-МСХА, Н.П. Шабардина, ВНИИОУ

Представлены результаты мелкоделяночного опыта по изучению изменения агроэкономического состояния дерново-подзолистой супесчаной почвы с повышенным содержанием тяжелых металлов под влиянием вермигуматов и доломитовой муки.

**Ключевые слова:** вермигумат, осадок сточных вод, тяжелые металлы, известкование.

Гумусовые вещества в малых дозах как прямо, так и косвенно влияют на рост и развитие растений. Прямое действие заключается в регуляции ростовых процессов. Под влиянием гумусовых веществ изменяется проницаемость клеточных мембран, повышаются активность многих ферментов, интенсивность дыхания, синтез белков и углеводов.

Косвенный эффект связан с улучшением водно-физических свойств почвы, активизацией почвенной микрофлоры, влиянием на миграцию макро- и микроэлементов, повышением коэффициента использования минеральных удобрений, связыванием токсичных веществ (пестицидов, тяжелых металлов и др.). При систематическом использовании гумусовых препаратов улучшаются почвенная структура, буферные и ионообменные свойства почвы, активизируется деятельность почвенных микроорганизмов, минеральные элементы переводятся в доступную для растений форму [1, 2].

Цель настоящего исследования – изучить изменения элементного состава растений, физико-химических и агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы с повышенным содержанием тяжелых металлов под влиянием вермигуматов и доломитовой муки.

**Методика.** Исследования проводили в последние 8 лет в мелкоделяночном и микрополевым опытах, заложенных на опытном поле ВНИИОУ. Почва – дерново-подзолистая супесчаная, развитая на флювиогляционной супеси, подстилаемой моренным суглинком. Повторность в опыте 5-кратная. Площадь делянки мелкоделяночного опыта 3 м<sup>2</sup>. Для проведения полевых исследований использовали вермигуматы, полученные из вермикомпостов на основе навоза КРС (ВГ<sub>н</sub>) и осадка городских сточных вод (ВГ<sub>осв</sub>). Вермигуматы извлекали из вермикомпостов 0,1 н. NaOH. В полученных экстрактах, нейтрализованных H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, устанавливали содержание гуминовых кислот, готовили растворы заданной концентрации вермигуматов, исходя из концентрации в них гуминовых кислот 1·10<sup>-3</sup> и 5·10<sup>-4</sup> %. Гумусовыми веществами обрабатывали семена ячменя перед посевом (10 мл/кг) и проводили некорневую обработку (опрыскивание) вегетирующих растений в фазе кушения (0,1 л на 1 м<sup>2</sup>). Микрополевой опыт заложен в сосудах без дна (d = 20 см), вкопанных на делянках с длительным применением различных доз осадка городских сточных вод (330-1320 т/га в сумме) в сочетании с различными уровнями известкования (3-6 т/га). Вермигумат калия получали из вермикомпоста на основе ОСВ путем 4-кратной вытяжки 0,1 н. КОН, pH среды доводили до нейтральных значений добавлением H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Результаты и их обсуждение.** Полученные в ходе исследований результаты подтверждают положительное действие прямого и косвенного влияния вермигуматов на почву агроценоза. При обработке семян зерновых культур перед посевом это влияние выражено слабее по сравнению с непосредственным внесением вермигуматов в почву. Но даже замачивание семян перед посевом способствует созданию условий для наилучшего развития их корневой системы и более полного усвоения растениями питательных веществ (табл. 1).

## 1. Влияние обработки семян ячменя вермигуматами на агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы (слой 0-20 см)

Вариант опыта	pH <sub>KCl</sub>	Нг	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		мг-экв/кг			
		мг/100 г			
1. Контроль	5,04	1,34	4,24	9,5	5,2
2..ВГ <sub>н</sub> (5·10 <sup>-4</sup> ), обработка семян	5,17	1,40	4,61	12,1	5,9
3.ВГ <sub>осв</sub> (5·10 <sup>-4</sup> ), обработка семян	5,17	1,37	4,73	12,1	6,4
4.ВГ <sub>н</sub> (5·10 <sup>-4</sup> ), обработка семян + обработка растений	5,28	1,39	6,06	12,1	6,4
5.ВГ <sub>осв</sub> (5·10 <sup>-4</sup> ), обработка семян + обработка растений	5,27	1,35	5,82	12,5	6,0
6.Вермикомпост, 10 т/га	5,25	1,28	5,33	13,4	6,2
7.ВГ <sub>н</sub> (1·10 <sup>-3</sup> ), обработка семян	5,33	1,48	5,69	12,8	6,2
8.ВГ <sub>осв</sub> (1·10 <sup>-3</sup> ), обработка семян	5,37	1,29	5,58	12,9	6,2
НСР <sub>05</sub>	0,2	0,13	0,3	0,9	0,8

Почва во всех вариантах, кроме контроля, характеризуется более благоприятными для роста растений показателями обменной кислотности. Возрастает сумма поглощенных оснований, наблюдается более высокое содержание питательных элементов. В частности, содержание фосфора возросло на 27-41 %, а калия – на 13-23 %. Это свидетельствует о том, что вермигуматы способствуют более полному переходу питательных веществ в усвояемые для растений формы. В то же время в результате сочетания обработки семян и растений в фазе колошения выявлено более интенсивное снижение обменной кислотности на фоне роста суммы поглощенных оснований, сравнимое с действием вермикомпоста в дозе 10 т/га. Аналогичная закономерность проявляется также при увеличении концентрации вермигуматов. В то же время не выявлено достоверных различий в косвенном влиянии ВГ<sub>осв</sub> и ВГ<sub>н</sub> на агрохимические показатели рассматриваемой почвенной разности. Установленные зависимости сохраняются и при обработке семян и растений овса в звене севооборота ячмень-овес.

В вариантах с обработкой семян вермигуматом и внесением вермикомпоста обменная кислотность снижается по сравнению с контролем. При этом максимальная величина Нг достигается в вариантах с обработкой семян вермигуматом из навоза КРС. Близкая зависимость получена по влиянию вермигуматов на сумму поглощенных оснований, величина которой максимальна в вариантах с сочетанием обработки вермигуматами семян и растений.

Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>погл.</sub> и K<sub>2</sub>O<sub>обм.</sub> в почве с культурой овса как и на ячмене в условиях косвенного влияния вермигуматов возрастает, соответственно, на 31-56 и 2,2-13%, что подтверждает положительное косвенное влияние вермигуматов на фосфорно-калийный режим почвы, сравнимый с действием исходного вермикомпоста. Полагаем, что данная зависимость обусловлена активизацией действия корневой системы растений под действием вермигуматов.

Выявленное косвенное влияние ВГ<sub>осв</sub> и ВГ<sub>н</sub> на агрохимические показатели почвы не связано с активизацией деятельности почвенных микроорганизмов. Проведенные микробиологические исследования подтверждают это. Только в вари-

анте с внесением в почву вермикомпоста за счет действия его органического вещества выявлена активизация микробиологических процессов. В частности, количество грибов (на среде Чапека) возросло на 38 %, число микроорганизмов, использующих органические формы азота, под действием вермикомпоста увеличилось в 3,2 раза, а общее число микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, увеличилось на 42 %, количество целлюлозоразлагающих микроорганизмов – на 57 %, а денитрифицирующих микроорганизмов – в 3 раза по сравнению с контролем. Отмечается некоторая активизация микробиологических процессов в вариантах с обработкой семян и растений вермигуматами обусловлена, как и при воздействии на агрохимические свойства почвы, лучшим развитием корневой системы в результате косвенного влияния  $ВГ_{осв}$  и  $ВГ_{н-}$ .

Как и в опыте с ячменем, большее влияние на величину урожайности овса оказали вермигуматы концентрации  $1 \cdot 10^{-3}$  %. В первый год исследований максимальная урожайность 23,7 ц/га, что на 3,8 ц/га превышает контроль, отмечена в варианте 8 при обработке семян раствором  $ВГ_{осв}$  ( $1 \cdot 10^{-3}$ ). Близкое значение данного показателя отмечено в вариантах 7 [ $ВГ_{н-}$  ( $1 \cdot 10^{-3}$ )] и 6 (БК), с уровнями прибавок урожайности, равных, соответственно, 3,6 и 3,4 ц/га. По результатам 2005 г., максимальная урожайность овса, составившая 24,8 ц/га, получена в варианте с внесением вермикомпоста. Это превышает контроль на 4,3 ц/га. В то же время в вариантах с использованием  $ВГ_{н-}$  ( $1 \cdot 10^{-3}$ ) и  $ВГ_{осв}$  ( $1 \cdot 10^{-3}$ ) для замачивания семян получены также высокие прибавки урожая, равные, соответственно, 3,9 и 4,1 ц/га.

Таким образом, вермигуматы с концентрацией  $1 \cdot 10^{-3}$  % и вермикомпост в дозе 10 т/га действовали на урожайность овса

практически в равной степени. Максимальная урожайность в варианте с последним объясняется лишь тем, что на неё повлияло помимо действия вермикомпоста, внесенного в этом году, последствие вермикомпоста, внесенного в предыдущем году.

Вермигуматы с более низкой концентрацией ( $5 \cdot 10^{-4}$  %), так же как в опыте с ячменем, оказали меньшее влияние на урожайность овса. Однако, в отличие от ячменя, некорневая обработка ими не принесла положительных результатов, а овес положительно отозвался на данный агротехнический прием, несмотря на неблагоприятные климатические условия. Это подтверждает то, что гумусовые вещества действуют стимулирующе также и при отклонении вегетационного периода от климатической нормы.

Близкое действие вермигуматов на агрохимические и микробиологические процессы почвы проявляется при их прямом внесении в почву. Поскольку прямое внесение изучалось в агроценозах с повышенным содержанием в почве тяжелых металлов, для исследований использовали вермигумат, экстрагируемый из навоза КРС. Внесение в почву по последствию ОСВ различных доз  $ВГ_{н-}$  эквивалентных по углероду гуминовых кислот 5 и 10 т/га вермикомпоста, оказало заметное влияние на ее агроэкологические свойства. Применение вермигумата калия повысило в почве уровень  $K_2O_{обм.}$  на 7,6-36,2 % при внесении однократной дозы вермигумата калия и на 17,6-39,5% при внесении двукратной дозы вермигумата за счет действия калия в его составе и активизации обменных процессов в почвенном поглощающем комплексе, насыщенном органоминеральными соединениями из ОСВ. Близкая зависимость выявлена по влиянию вермигумата калия на концентрацию  $P_2O_{5подв.}$  и  $C_{орг.}$  в слое почвы 0-20 см (табл. 2).

## 2. Действие вермигумата калия на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы (слой 0-20 см)

Вариант опыта	pH <sub>KCl</sub>	Н <sub>гидр.</sub> , мг.-экв/100 г	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> подв.	K <sub>2</sub> O <sub>обм.</sub>	Сумма обм. оснований Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	T	V, %	C <sub>общ.</sub> , %
			мг/100 г	мг.-экв./100 г				
Фон								
ОСВ, 330 т/га + доломитовая мука, 3 т/га	6,4	0,39	94	5,2	5,40	5,79	93,3	1,168
ОСВ, 1320 т/га + дол. мука, 3 т/га	6,4	0,60	242	10,8	6,00	6,60	90,9	1,995
ОСВ, 330 т/га + дол. мука, 6 т/га	6,6	0,38	103	5,0	5,98	6,36	94,0	1,138
ОСВ, 1320 т/га + дол. мука, 6 т/га	6,5	0,41	224	9,1	6,48	6,39	94,0	2,062
Фон + ВГ <sub>1</sub>								
ОСВ, 330 т/га + доломитовая мука, 3 т/га	6,5	0,37	105	5,6	6,08	6,45	94,3	1,278
ОСВ, 1320 т/га + дол. мука, 3 т/га	6,4	0,66	300	11,0	6,11	6,77	90,2	2,285
ОСВ, 330 т/га + дол. мука, 6 т/га	6,6	0,33	118	5,4	5,91	6,24	94,7	1,236
ОСВ, 1320 т/га + дол. мука, 6 т/га	6,5	0,46	288	12,4	6,31	6,77	93,2	2,190
Фон + ВГ <sub>2</sub>								
ОСВ, 330 т/га + доломитовая мука, 3 т/га	6,4	0,39	124	6,6	5,48	5,87	93,3	1,312
ОСВ, 1320 т/га + дол. мука, 3 т/га	6,5	0,46	259	12,7	6,07	6,53	93,0	2,148
ОСВ, 330 т/га + дол. мука, 6 т/га	6,6	0,36	115	8,0	6,48	6,84	94,7	1,239
ОСВ, 1320 т/га + дол. мука, 6 т/га	6,5	0,46	230	12,7	6,54	7,00	93,4	2,223

## 3. Влияние суммарных доз ОСВ и гумата калия на валовое содержание и концентрацию подвижных форм ТМ в дерново-подзолистой супесчаной почве (слой 0-20 см), мг/кг сухого вещества

Вариант опыта	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Zc
Контроль	1,10 0,21	26,4 0,32	38,3 0,51	11,6 0,32	9,5 0,57	46,4 1,86	-
<b>Фон</b>							
ОСВ, 320 т/га + дол. мука, 6 т/га	6,55 1,12	74,7 0,69	144,6 1,63	20,0 0,56	22,3 0,86	100,0 2,57	13,7 10,31
ОСВ, 1320 т/га + дол. мука, 6 т/га	12,4 1,39	155,1 1,33	285,4 2,49	36,7 0,62	31,4 1,10	110,9 2,63	28,4 15,9
<b>Фон + <math>ВГ_1</math></b>							
ОСВ, 320 т/га + дол. мука, 6 т/га	7,35 1,16	73,1 0,77	147,2 1,75	19,83 0,68	21,8 0,96	96,6 2,63	1,14 1,56
ОСВ, 1320 т/га + дол. мука, 6 т/га	14,66 1,53	159,7 1,48	291,1 3,0	42,4 1,08	33,3 1,17	112,0 3,02	1,35 2,36

Примечание. Над чертой – валовое содержание элемента, под чертой – концентрация его подвижной формы.

## 4. Влияние суммарных доз ОСВ и вермигумата калия на содержание ТМ в зерне и соломе овса, мг/кг сухого вещества

Вариант опыта	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Zc
Контроль	0,06 0,08	0,67 0,12	9,51 10,18	0,97 0,56	0,84 0,69	6,95 0,98	-
<b>Фон</b>							
ОСВ, 320 т/га + известь, 6 т/га	0,12 0,18	1,06 0,25	11,14 10,73	2,16 1,41	0,98 1,21	9,31 1,63	4,47 6,30
ОСВ, 1320 т/га + известь, 6 т/га	0,21 0,26	1,10 0,28	12,48 11,23	2,36 1,53	1,15 1,35	10,62 1,78	6,78 8,17
<b>Фон + <math>ВГ_1</math></b>							
ОСВ, 320 т/га + известь, 6 т/га	0,16 0,17	1,27 0,72	11,23 13,72	2,36 1,54	0,99 1,61	9,58 2,20	1,66 3,93
ОСВ, 1320 т/га + известь, 6 т/га	0,20 0,22	1,37 0,58	12,64 12,89	2,96 1,68	1,05 1,50	11,76 2,30	1,61 2,72

Примечание. Над чертой – содержание элемента в зерне, под чертой – содержание элемента в соломе.

Определенное влияние последствие осадка сточных вод, отдельно и в сочетании с вермигуматом калия, оказывает на микроэлементный состав почвы и растений (табл. 3, 4). При этом выявлено сверхнормативное по отношению к «чистой

почве» накопление в почве опыта Cd, Cu и Cr, обусловленное внесением ранее (1985-1998 гг.) ОСВ с повышенным содержанием данных элементов. Уровни суммарного загрязнения ( $Z_c$ ) в фоновых вариантах пропорциональны суммарным дозам ОСВ: по валовому содержанию ТМ 13,7-28,4 ед., по подвижным формам – 10,31-15,9 ед. Обработка почвы вермигуматом калия способствовала повышению уровня  $Z_c$  в сравнении с фоновыми вариантами (табл. 3).

**Заключение.** Таким образом использование нетрадиционных источников питания растений в виде органических удобрений на основе осадка сточных вод оказывает заметное положительное влияние на состав и свойства органического вещества дерново-подзолистой почвы и ее основные физико-химические показатели. В то же время, полученные положительные экспериментальные данные по влиянию вермигума-

тов отдельно и в сочетании с известкованием и последствием ОСВ на урожайность полевых культур, агроэкологические свойства почвы и растений позволяют сделать вывод об их повышенной агрономической и агроэкологической эффективности, в том числе с точки зрения рекультивации загрязненных почв.

#### *Литература*

1. Гуминовые вещества в биосфере. // Труды II Международной конференции. Москва, 3-6 февраля, 2003 г. – Изд-во Московского ун-та, 2004. С. 29-32.

2. Христева Л.А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений. // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – Киев: Урожай, 1968. – С. 13-27.

#### **EFFECT OF VERMIHUMATES ON THE AGROECOLOGICAL PARAMETERS OF LOAMY SANDY SODDY-PODZOLIC SOIL**

*V.A. Kasatnikov<sup>1</sup>, V.A. Raskatov<sup>2</sup>, N.P. Shabardina<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat ul. Pryanishnikova 1, Vyatkins, Sudogda raion, Vladimir oblast, 601390 Russia*

*<sup>2</sup>Russian State Agrarian University–Moscow Agricultural Academy, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia*

*Changes in the agro-economic status of loamy sandy soddy-podzolic soil with the elevated content of heavy metals under the effect of vermi humates and dolomitic meal have been studied in a small-pot experiment.*

*Keywords: vermi humate, sewage sludge, heavy metals, liming.*