

УДК 631.41:631.67.034:631.879.4

ВЛИЯНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД И ОРГАНО-РАСТИТЕЛЬНОГО  
КОМПОСТА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ  
И СОДЕРЖАНИЕ В НЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

ЧЖОУ ДУНСИН, А.И. ЕСЬКОВ\*, В.А. КАСАТИКОВ\*,  
Н.П. ШАБАРДИНА\*, В.А. РАСКАТОВ

(Кафедра экологии)

**В полевом опыте изучалось влияние осадков сточных вод и органо-растительного компоста на агрохимические свойства почвы и содержание в ней тяжелых металлов (ТМ). Установлено, что уровень подвижных форм фосфора и калия, а также валовое содержание тяжелых металлов в пахотном слое почвы изменялись пропорционально дозам вносимых органических удобрений.**

Защита окружающей среды от загрязнения в условиях интенсивного антропогенного воздействия на объекты биосферы является глобальной экологической проблемой [13]. Известно, что уровень загрязнения природной среды тяжелыми металлами повышается по мере урбанизации и индустриализации страны. Установлено, что влияние химизации окружающей среды на растения, животных и человека осуществляется посредством пищевых цепей, которые объединяют в единую систему миграции растительный и животный мир конкретных сообществ. В кислых почвах подвижность тяжелых металлов и их доступность растениям значительно выше по сравнению с почвами, имеющими нейтральную и слабощелочную реакцию [8].

С ростом городов и увеличением промышленного производства существенно возросли объемы образующихся сточных вод, поэтому строительство очистных сооружений в

последние два десятилетия приобрело массовый характер. Однако при очистке сточных вод неизбежно возникает проблема утилизации образующихся осадков. Осадки городских сточных вод (ОСВ) имеют сложный элементный состав, содержат значительное количество органического вещества, азота и зольных элементов, в первую очередь фосфора. Это обуславливает целесообразность их широкого использования в качестве нетрадиционных органических удобрений в сельском хозяйстве, а также при городском озеленении [4, 5, 6].

Важным условием сохранения экосистем в устойчивом состоянии является изыскание использования отходов как сырьевого ресурса и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду [1, 11]. Один из приемов утилизации ОСВ — их использование на удобрение в исходном состоянии или же в составе компоста с органическими наполнителями [9]. Известно, что по эффек-

\* ВНИПТИОУ.

тивности ОСВ не уступают традиционным органическим и минеральным удобрениям. В 70-80-е годы прошлого века экологические аспекты использования в земледелии органической фракции городских отходов привлекали все большее внимание в странах Европейского экономического сообщества, Японии и США [7, 10]. Однако при использовании ОСВ возможно загрязнение почвы тяжелыми металлами. В состав ОСВ входит ряд металлов, которые, не имея существенного функционального значения для растений, могут оказывать отрицательное влияние на рост и развитие растений [3].

Основным фактором, определяющим экологическую значимость исследований по вопросам применения ОСВ как удобрения, является содержание в них тяжелых металлов. В частности, все элементы, входящие в состав ОСВ, можно подразделить на три подгруппы по потенциальной опасности для агроэкосистем: токсичные — Cd, Ni, Pb, Zn, Си,  $Cr^{3+}$ , среднетоксичные — Ag, Sn, Sr, Zr, Se, нетоксичные — В, Со, Мо, Mn [8, 12]. Для улучшения исходных физических и физико-химических свойств ОСВ, снижения в целом концентрации макро- и микроэлементов на их основе производят органо-растительный

компост (ОРК). В связи с этим более благоприятными становятся экологические показатели, связанные с динамикой и доступностью растениям тяжелых металлов [2]. В качестве основных показателей, характеризующих степень загрязненности почвы при использовании ОСВ и ОРК, применялись коэффициенты концентрации и показатель суммарного элементного загрязнения [7].

Целью данных исследований было изучение действия и последствий ОСВ, ОРК и органо-минеральных удобрений на их основе на агрохимические свойства почвы и содержание в ней тяжелых металлов.

### Методика

Почва опытных участков дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая суглинистой мореной. Пахотный горизонт находится в толще супесчаного отложения. Рельеф участка выровненный.

Полевые исследования проводили в 2002-2003 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве опытного поля ВНИПТИОУ в многолетнем опыте (заложен в 1982 г.). ОСВ г. Владимира вносили в 1982, 1986, 1991 гг. на всю площадь делянки. В 2002 г. на 1/2 делянки был внесен ОСВ (фон 0), на другую 1/2 — органо-растительный компост (фон 1).

### Схема опыта

#### Фон 0

1. Контроль, без удобрений
2. ОСВ 15 т/га
3. ОСВ 30 т/га
4. ОСВ 60 т/га
5.  $N_{90}P_{90}K_{90}$
6. ОСВ 15 т/га +  $N_{90}P_{90}$
7. ОСВ 15 т/га +  $N_{90}K_{90}$
8. ОСВ 15 т/га +  $P_{90}K_{90}$
9. ОСВ 15 т/га +  $N_{90}P_{90}K_{90}$

#### Фон 1

1. Контроль, без удобрений
2. Компост экв. ОСВ 15 т/га по  $P_2O_5$
3. Компост экв. ОСВ 30 т/га
4. Компост экв. ОСВ 60 т/га
5.  $N_{90}P_{90}K_{90}$
6. Компост экв. ОСВ 15 т/га +  $N_{90}P_{90}$
7. Компост экв. ОСВ 15 т/га +  $N_{90}K_{90}$
8. Компост экв. ОСВ 15 т/га +  $P_{90}K_{90}$
9. Компост экв. ОСВ 15 т/га +  $N_{90}P_{90}K_{90}$

Повторность опыта 4-кратная. Размещение делянок рендомизированное. Размер делянки 3,15 м<sup>2</sup>. Дозы ОСВ и ОРК были выравнены по содержанию общего фосфора на 50% влажности. В 2002 г. выращивали ячмень, в 2003 г. — овес.

ОРК приготовлен в 2001 г. из ОСВ и зеленой массы желтого однолетнего люпина в соотношении компонентов 2:1. На опытном поле в августе заложен бурт с послойным чередованием ОСВ и зеленой массы люпина. Весной 2002 г. ОСВ, ОРК и минеральные удобрения внесли под основную обработку почвы. Предшественник — пласт многолетних трав (клевера). Чередование культур: ячмень - овес - клевер. Все агротехнические приемы в опыте выполняли вручную.

В образцах почвы, отобранных после вегетации растений, проводили анализ основных агрохимических

показателей: рН солевой вытяжки — потенциометрически, гидролитическую кислотность (Нг) — по Каппену, сумму поглощенных оснований (S) — по Каппену-Гильковицу, органическое вещество почвы — по Тюрину, фосфор в вытяжке 0,2 М НС1 колориметрически по Дениже, калий в этой же вытяжке — методом пламенной фотометрии. Валовое содержание тяжелых металлов определяли по методике ЦИНАО [10].

### Результаты

В табл. 1 представлены данные о содержании тяжелых металлов в ОСВ и ОРК, из которых видно, что при компостировании ОСВ происходит существенное снижение содержания тяжелых металлов в компосте за счет действия наполнителя. По валовому содержанию тяжелых металлов компост соответствует ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.

Т а б л и ц а 1

#### Содержание тяжелых металлов в ОСВ и ОРК (мг/кг сухой массы)

| Элемент | ОСВ     |           | ОРК     |           | ГОСТ<br>Р 17.4.3.07-2001<br>(вал. сод.) |
|---------|---------|-----------|---------|-----------|---|
|         | валовое | подвижное | валовое | подвижное |   |
| Кадмий  | 99,6    | 24,9      | 23,7    | 7,66      | 30                                      |
| Медь    | 524     | 76,8      | 263     | 33,0      | 1500                                    |
| Цинк    | 1283    | 280       | 752     | 145       | 3500                                    |
| Свинец  | 30,2    | 1,42      | 61,8    | 2,7       | 500                                     |
| Никель  | 168     | 26,1      | 142     | 17,4      | 400                                     |

При внесении ОСВ и ОРК под ячмень происходит заметное изменение кислотно-основных свойств пахотного слоя почвы, что выражается в снижении обменной и гидролитической кислотности и росте суммы поглощенных оснований. В то же время в условиях однократного внесения ОРК выявлены более низкие величины гидролитической кислотности.

Действие минеральной и органоминеральной систем удобрений на

кислотно-основные свойства почвы определяется видом минеральных удобрений и органического удобрения (табл. 2). В частности, для систем удобрений на основе ОСВ характерна более высокая сумма поглощенных катионов. Уровень гидролитической кислотности максимален при внесении азотных удобрений, оказывающих более значительное подкисляющее действие на почву в сравнении с фосфорно-калийными удобрениями.

Т а б л и ц а 2

Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой супесчаной почвы  
после уборки ячменя (0-20 см) при использовании ОСВ и ОРК

| Вариант | pH <sub>сол.</sub> | Нг. мгэкв/100 г | S мгэкв/100 г | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/100 г | K <sub>2</sub> O мг/100 г |
|---------|--------------------|-----------------|---------------|--|---------------------------|
| Фон 0   |                    |                 |               |  |                           |
| 1       | 4,9                | 3,09            | 6,19          | 8,27                                   | 4,08                      |
| 2       | 5,1                | 3,22            | 8,65          | 24,0                                   | 4,62                      |
| 3       | 5,8                | 2,12            | 8,94          | 41,6                                   | 4,73                      |
| 4       | 5,9                | 2,34            | 9,55          | 65,1                                   | 4,95                      |
| 5       | 5,3                | 3,01            | 6,21          | 24,5                                   | 7,17                      |
| 6       | 5,4                | 3,04            | 6,80          | 37,7                                   | 3,63                      |
| 7       | 5,5                | 3,04            | 7,04          | 33,3                                   | 8,98                      |
| 8       | 5,7                | 2,53            | 7,65          | 35,9                                   | 7,15                      |
| 9       | 5,7                | 2,31            | 7,53          | 39,0                                   | 8,69                      |
| Фон 1   |                    |                 |               |  |                           |
| 1       | 4,9                | 3,09            | 6,19          | 8,27                                   | 4,08                      |
| 2       | 5,3                | 2,61            | 6,62          | 25,9                                   | 4,2                       |
| 3       | 5,8                | 1,83            | 7,41          | 36,9                                   | 4,6                       |
| 4       | 5,9                | 2,04            | 8,57          | 53,7                                   | 5,98                      |
| 5       | 5,3                | 3,01            | 6,21          | 24,5                                   | 7,17                      |
| 6       | 5,4                | 2,77            | 5,81          | 36,2                                   | 4,0                       |
| 7       | 5,5                | 2,59            | 5,70          | 29,8                                   | 8,38                      |
| 8       | 5,6                | 2,53            | 7,35          | 40,8                                   | 8,3                       |
| 9       | 5,3                | 3,15            | 6,43          | 37,5                                   | 9,4                       |

Действие ОСВ и ОРК на фосфатно-калийный режим почвы определяется, с одной стороны, уровнем  $P_{A_{подв.}} K_2O_{05м}$  в органических удобрениях, с другой — видом минерального удобрения. Для органических систем наиболее эффективно влияет на фосфатный режим почвы ОСВ, повышающий содержание  $P_{2O_{5подв}}$  в слое почвы 0-20 см с учетом последствие ранее вносимого ОСВ в 2,9—7,9 раза. При этом действие данного вида ОСВ на уровень в почве  $P_{2O_{5шдв}}$  не связано с его влиянием на кислотно-основные свойства почвы. В то же время ОРК способствует росту уровня  $P_{2O_{5подв}}$  в слое почвы 0~20 см в 3,1-6,5 раза, уступая тем самым действию исходного осадка. Данная зависимость, очевидно, обусловлена, с одной стороны, интенсивностью минерализации в почве органических удобрений, а с другой — уровнем подвижного фосфора в их

составе. В то же время уровень содержания  $K_2O_{05м}$  не зависит от вида удобрения, находясь в пропорциональной зависимости от их доз. Для органоминеральных систем удобрений характер изменения фосфорного режима почвы определяется, с одной стороны, его повышенной концентрацией в органическом удобрении, с другой — действием фосфорных удобрений. В то же время калийный режим почвы при органоминеральной системе определяется в основном внесением минерального калия (табл. 2).

По последствие рассматриваемых в опыте систем удобрений на дерново-подзолистую супесчаную почву сохраняется положительное влияние органических удобрений на ее кислотно-основные свойства (табл. 3). При этом величина обменной и гидролитической кислотности находится в обратной зависимо-

Т а б л и ц а 3

Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой супесчаной почвы  
после уборки овса (0-20 см) при использовании ОСВ и ОРК

| Вариант | pH <sub>сол.</sub> | Нг. мгэкв/100 г | S мгэкв/100 г | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/100 г | K <sub>2</sub> O мг/100 г |
|---------|--------------------|-----------------|---------------|--|---------------------------|
| Фон 0   |                    |                 |               |  |                           |
| 1       | 5,2                | 2,48            | 4,97          | 6,12                                   | 4,2                       |
| 2       | 5,3                | 2,18            | 5,76          | 21,0                                   | 4,18                      |
| 3       | 5,6                | 1,51            | 7,51          | 45,7                                   | 3,64                      |
| 4       | 5,8                | 1,76            | 7,51          | 82,4                                   | 4,72                      |
| 5       | 5,3                | 2,57            | 5,15          | 18,0                                   | 8,66                      |
| 6       | 5,6                | 2,23            | 5,69          | 32,6                                   | 3,78                      |
| 7       | 5,5                | 2,02            | 5,39          | 21,3                                   | 8,50                      |
| 8       | 5,7                | 2,14            | 5,72          | 30,7                                   | 8,91                      |
| 9       | 5,8                | 1,84            | 6,30          | 32,8                                   | 7,02                      |
| Фон I   |                    |                 |               |  |                           |
| 1       | 5,2                | 2,48            | 4,97          | 6,12                                   | 4,2                       |
| 2       | 5,7                | 2,10            | 5,76          | 17,6                                   | 3,97                      |
| 3       | 6,0                | 1,57            | 6,66          | 30,8                                   | 5,05                      |
| 4       | 6,0                | 1,64            | 7,46          | 37,2                                   | 4,94                      |
| 5       | 5,3                | 2,57            | 5,15          | 18,0                                   | 8,66                      |
| 6       | 5,5                | 2,23            | 5,39          | 27,9                                   | 4,29                      |
| 7       | 5,5                | 2,23            | 5,76          | 15,4                                   | 9,02                      |
| 8       | 5,6                | 2,07            | 6,06          | 23,4                                   | 7,95                      |
| 9       | 6,0                | 2,16            | 5,39          | 26,0                                   | 8,27                      |

сти от доз органических удобрений в отсутствии существенных различий по видам удобрений и при снижении уровня гидролитической кислотности. При этом сумма поглощенных оснований по последствию как ОСВ, так и ОРК уменьшается соответственно на 21 — 33 и 12-13% за счет процессов миграции и иммобилизации Са, Mg. Для органоминеральных систем удобрений выявлено снижение величин гидролитической кислотности и суммы поглощенных оснований по последствию ОСВ и ОРК и по их действию на почву.

Уровень фосфатно-калийного режима почвы по последствию ОСВ и ОРК определяется, с одной стороны, интенсивностью процессов разложения органических и органоминеральных компонентов удобрений в почве, а с другой — выносом фосфора и калия биомассой растений.

В связи с этим выявлено увеличение по последствию ОСВ в сравнении с действием содержания в почве P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>бподв.</sub> на 10-26%. В то время как для ОРК характерна обратная зависимость, проявляющаяся в снижении величин P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>подв.</sub> на 16-32%. Очевидно, что при внесении в почву ОСВ интенсивность распада его органических и органоминеральных компонентов достигает максимума по последствию первого года, в то время как для ОРК интенсивность разложения биомассы максимальна по действию удобрения. Для K<sub>2</sub>O<sub>05м.</sub> ввиду его низкой концентрации в рассматриваемых удобрениях не выявлено определенной закономерности. Для органоминеральных систем удобрений по последствию их органической составляющей и действию минеральной части системы удобрения характер изменения K<sub>2</sub>O<sub>п5м.</sub> по вариантам связан с уров-

нем применения калийных удобрений. В то же время для  $P_2O_5$  пода. при комплексном использовании органических и минеральных удобрений выявлено по обеим фонам снижение концентрации его в почве как по последствию ОСВ, так и ОРК. Данная зависимость обусловлена увеличением выноса фосфора биомассой растений в условиях положительной динамики урожайности культур на вариантах с органоминеральной системой удобрений.

Некоторые тяжелые металлы (см. табл. 1), входящие в состав ОСВ и ОРК, необходимы для роста растений и жизнедеятельности животных, другие не имеют определенного функционального значения. Содержание ТМ в ОСВ зависит от технологии их производства и концентрации в них промышленных сточных вод [7].

Для анализа содержания ТМ по вариантам опыта в качестве основных показателей, определяющих влияние тяжелых металлов на степень загрязненности почвы, применяли коэффициенты концентрации  $K_c$  и показатель суммарного загрязнения  $Z_c$ :

$$K_c = C_a : C_k,$$

где  $C_a$  — аномальная концентрация элементов в варианте,  $C_k$  — концентрация элементов в контроле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1),$$

где  $Z_c$  — показатель суммарного превышения уровня элементов в пределах аномалий (вариантов) над фоном,  $K_c$  — коэффициент концентрации,  $n$  — число элементов с  $K_c > 1,0$ . По показателю суммарного элементного загрязнения ( $Z_c$ ) почва

Т а б л и ц а 4

**Валовое содержание тяжелых металлов в слое дерново-подзолистой супесчаной почвы (0-20 см) при использовании ОСВ и ОРК (мг/кг сухой массы), 2002 г.**

| Вариант | Pb   | Cd   | Cu   | Zn   | Ni   | Zc   |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| Фон 0   |      |      |      |      |      |      |
| 1       | 5,5  | 0,68 | 4,9  | 26,1 | 19,5 | —    |
| 2       | 8,0  | 3,42 | 19,7 | 67,8 | 28,5 | 10,6 |
| 3       | 9,8  | 5,02 | 23,6 | 110  | 35,4 | 16,0 |
| 4       | 17,3 | 7,66 | 58,1 | 240  | 75,6 | 47,5 |
| 5       | 6,1  | 1,06 | 5,6  | 27,0 | 22,3 | 2,0  |
| 6       | 9,4  | 3,98 | 19,4 | 69,1 | 31,8 | 11,8 |
| 7       | 8,3  | 4,4  | 23,8 | 71,8 | 34,5 | 13,4 |
| 8       | 8,7  | 3,93 | 25,0 | 74,5 | 29,8 | 12,8 |
| 9       | 8,7  | 2,81 | 23,1 | 71,8 | 26,9 | 10,6 |
| ОДК     | 130  | 2    | 132  | 220  | 80   | 61,9 |
| Фон 1   |      |      |      |      |      |      |
| 1       | 5,5  | 0,68 | 4,9  | 26,1 | 19,5 | —    |
| 2       | 7,1  | 2,67 | 16,8 | 54,0 | 26,4 | 8,1  |
| 3       | 8,7  | 4,10 | 18,4 | 96,8 | 31,7 | 12,7 |
| 4       | 14,8 | 6,03 | 45,1 | 211  | 62,6 | 28,1 |
| 5       | 6,1  | 1,06 | 5,6  | 27,0 | 22,3 | 2,0  |
| 6       | 8,1  | 2,34 | 16,8 | 55,1 | 27,0 | 7,8  |
| 7       | 7,4  | 2,70 | 18,4 | 54,2 | 29,1 | 8,7  |
| 8       | 7,4  | 2,40 | 17,1 | 56,7 | 24,8 | 7,8  |
| 9       | 7,6  | 2,14 | 17,1 | 50,6 | 25,1 | 7,3  |
| ОДК     | 130  | 2    | 132  | 220  | 80   | 61,9 |

при внесении ОСВ и других видов органических удобрений на основе городских отходов классифицируется на слабо- ( $Z_c < 10$ ), средне- ( $Z_c = 10-25$ ) и сильно- ( $Z_c > 25$ ) загрязненную [9].

По сравнению с контролем при внесении ОСВ и ОРК на их основе в почву отмечается рост валового содержания изучаемых ТМ (табл. 4).

При органической системе удобрения валовое содержание ТМ в почве возрастет пропорционально дозам вносимых ОСВ и ОРК, достигая максимума при дозах удобрений 60 т/га. При этом только по кадмию достигается уровень ОДК, начиная с дозы удобрения 15 т/га. Сравнивая действие рассматриваемых фонов на уровень валового содержания ТМ и величины  $Z_c$ , следует отметить более высокие (в 1,45-1,54 раза) значения  $Z_c$  в вариантах с ОСВ. Данная зависимость обусловлена преимущественно более высоким исходным содержанием ТМ в ОСВ (см. табл. 1). При этом наибольшие величины  $Z_c$  получены при совместном внесении органических удобрений и парных сочетаний — НК, РК, НР.

По последдействию выявленные закономерности сохраняются при наличии снижения величин  $Z_c$  по всем вариантам опыта. Данная зависимость связана с процессами миграции ТМ в системе удобрение - почва - растение и с наличием миграции элементов по профилю данной почвы.

### Выводы

1. В полевом опыте изучено действие и последствие органической и органоминеральной систем удобрений на основе ОСВ и ОРК на агрохимические свойства почвы и содержание в ней тяжелых металлов.

2. Не выявлено существенных различий между действием ОСВ и ОРК на кислотно-основные свойства почвы.

3. ОСВ в отличие от ОРК эффективнее влияет по действию и последствию на увеличение в почве концентрации подвижных форм фосфора и калия.

4. По действию и последствию органической и органоминеральной систем удобрений выявлены более высокие значения показателя суммарного загрязнения в вариантах с осадком сточных вод.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Витковская С.Е., Дричко В.Ф. Влияние органических отходов на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и поступление тяжелых металлов в растения. — *Агрохимия*, 2002, № 7, с. 5-10. — 2. Касатиков В.А. Агрогеохимические свойства осадков городских сточных вод и торфолиловых компостов. — *Агрохимия*, 1996, № 8-9, с. 87-96. — 3. Касатиков В.А. Влияние осадков городских сточных вод на микроэлементный состав почвы. — *Почвоведение*, 1991, № 9, с. 41-48. — 4. Касатиков В.А., Еськов А.И., Черников В.А. и др. Влияние мелиорантов и осадков городских сточных вод на миграцию тяжелых металлов в дерново-подзолистой супесчаной почве. — *Изв. ТСХА*, 2003, № 1, с. 33-40. — 5. Касатиков В.А., Касатикова С.М., Сабуров С.В. Накопление тяжелых металлов в почве при внесении осадков городских сточных вод. — *Агрохимия*, 1994, № 1, с. 70-74. — 6. Касатиков В.А., Касатикова С.М., Султанов М.М. и др. Поведение тяжелых металлов в системе почва — растение при внесении осадков городских сточных вод. — *Агрохимия*, 1999, № 3, с. 56-60. — 7. Касатиков В.А. Критерии загрязненности почвы и растений микроэлементами, тяжелыми металлами при использовании в качестве удобрения осадков городских сточных вод. Сообщение 1. — *Агрохимия*, 1991, № 11, с. 78-82. — 8. Касатиков В.А., Овчаренко М.М., Касатикова С.М. и др. Влияние минеральных удобрений и осадков городских сточных вод на уровень концентрации в почве ряда микроэлементов. — *Агрохимия*, 1997, № 2, с. 81-85. — 9. Касатиков В.А., Руник В.Е. и др. Влияние осад-

ков городских сточных вод на микроэлементный состав дерново-подзолистой супесчаной почвы. — *Агрохимия*, 1992, № 4, с. 85-89. — 10. Методическое указание по определению тяжелых металлов в почвах с.-х. угодий и продукции растениеводства. М., ЦИНАО, изд. 2, 1992. — 11. *Минеев В.Г., Анциферова Е. Ю., Болышева Т.Н. и др.* Распределение кадмия и свинца в профиле дерново-подзолистой почвы при длительном удобрении ее осадками сточных вод. — *Агрохимия*, 2003, № 1, с. 45-49. — 12. *Носовская И.И., Соловьев Г.А., Егоров В.С.* Влияние длительного систематического применения различных минеральных

удобрений и навоза на накопление в почве и хозяйственный баланс меди и цинка. — *Агрохимия*, 2000, № 9, с. 50-56. — 13. *Носовская И.И., Соловьев Г.А., Егоров В.С.* Влияние длительного систематического применения различных минеральных удобрений и навоза на накопление в почве и хозяйственный баланс кадмия, свинца, никеля и хрома. — *Агрохимия*, 2001, № 1, с. 82—91. — 14. *Потатуева Ю.А., Сидоренкова Н.К., Прищеп Е.Г.* Агроэкологическое значение примесей тяжелых металлов и токсичных элементов в удобрениях. — *Агрохимия*, 2002, № 1, с. 85-95.

*Статья поступила  
12 января 2005 г.*

#### SUMMARY

Field experiment to study the effect of ground water and organic-plant compost on agrogeochemical properties of soil was conducted. The result obtained shows that phosphorus and potassium level and heavy metals concentration in root zone change proportionally to the rate of applied organic fertilizer.