

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА УДОБРЕНИЕ

**Р.Ф. Байбеков, д.с.-х.н., Г.Е. Мерзлая, д.с.-х.н., Р.А. Афанасьев, д.с.-х.н., ВНИИА,  
О.В. Власова, Н.А. Ханова, ЦАС «Вологодский», А.Н. Налиухин, к.с.-х.н., Вологодская ГМХА**

*Рассмотрено влияние гранулированного удобрения из осадков сточных вод на урожайность сельскохозяйственных культур, содержание тяжелых металлов в растениях и почве.*

**Ключевые слова:** осадки сточных вод, удобрение, урожайность, тяжелые металлы.

Восстановление биологического круговорота веществ в земледелии представляет серьезную, до конца не решенную проблему, имеющую важное значение. На это в свое время обращали внимание классики аграрной науки В.Р. Вильямс [3] и Д.Н. Прянишников [5]. В настоящий период в связи с увеличением концентрации городского населения проблема утилизации коммунальных отходов обостряется. По существующим технологиям, такие отходы, как осадки сточных вод утилизируют путем захоронения на специальных полигонах со сроком хранения 50 лет и более. В результате такой практики коммунальные отходы в районах их дислокации служат источниками опасного загрязнения окружающей среды.

Один из путей решения данной проблемы – переработка отходов, соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям, в сухие гранулированные органоминеральные удобрения с высокой концентрацией биогенных элементов, транспортабельных, легко поддающихся механизированному внесению на поля обычной сельскохозяйственной техникой. Вместе с тем, до последнего времени работы в данном направлении имели ограниченный характер и не давали достаточного научного обоснования для широкого применения переработанных отходов в земледелии.

Цель исследований – изучить возможность использования в качестве удобрений переработанных осадков сточных вод в виде гранулированного удобрения.

**Методика.** Органоминеральное удобрение гранулированное (ОМУГ) создано на основе обезвоженного осадка сточных вод очистных сооружений г. Гагарина и минеральных азотных и калийных удобрений по технологии ЗАО «Твин Трейдинг Компани». Удобрение производится в виде гранул размером 14 x 20 мм, характеризуется нейтральной реакцией, в 1 т содержится 420 кг органического вещества, 48 кг НРК. По содержанию тяжелых металлов, мышьяка и санитарно-гигиеническим показателям ОМУГ соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к удобрениям на основе осадков сточных вод, согласно ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Исследования по влиянию ОМУГ на урожайность сельскохозяйственных культур, содержанию тяжелых металлов в почве и растениях проводили в 2009-2012 гг. в полевых опытах на дерново-подзолистых почвах различного гранулометрического состава: на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА (суглинистая почва) и опытном поле Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии (ВГМХА) (суглинистая и супесчаная почвы). Закладку и проведение полевых опытов, агрохимические анализы почв и растений осуществляли общепринятыми методами [1, 2, 4, 6]. Повторность вариантов в опытах 3-4-кратная, размер опытных делянок в различных опытах от 1 до 10 м<sup>2</sup>. ОМУГ вносили в дозах 3,3 – 4 т/га (в пересчете на сухое вещество) на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА, 4 т/га – на опытном поле ВГМХА. Эффективность удобрения изучали при возделывании озимой тритикале (действие), ярового ячменя (2-й год последствия), льна-долгунца для производства соломы и маслосемян (3-го года действия), семенного картофеля в действии, а также в последствии в течение двух лет.

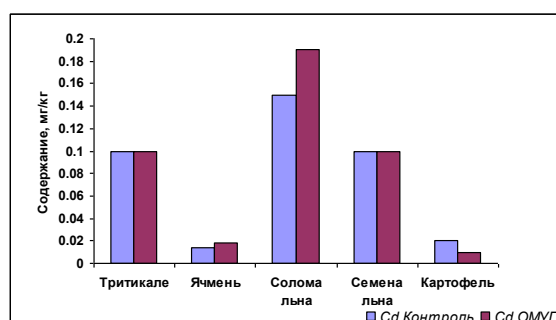
Почвы опытных участков характеризовались следующими исходными агрохимическими показателями. Суглинистая почва Полевой опытной станции РГАУ-МСХА содержала: гумуса 1,9%, подвижных форм фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 286 мг/кг, калия (K<sub>2</sub>O) 129 мг/кг; pH 5,1. На опытном поле ВГМХА суглинистая почва содержала: гумуса 3,9%, фосфора 230 мг/кг, калия 113 мг/кг; pH 5,3; супесчаная: гумуса 1,9%, фосфора 295 мг/кг, калия 133 мг/кг; pH 5,3. Содержание тяжелых металлов в почках перед закладкой полевых опытов, согласно существующим Гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511, было значительно ниже ОДК/ПДК для суглинистых и супесчаных почв: меди 1,6-5; цинка 13,1-24,7; свинца 4,8-9,1; кадмия 0,36-0,48; никеля 4,3-9,9; хрома 5,0-11,1; ртути 0,013-0,023; марганца 140-277 и мышьяка 0,9-1,32 мг/кг.

**Результаты и их обсуждение.** Полевые опыты показали, что при внесении ОМУГ как в действии, так и в последствии на изучаемых почвах достигнуто достоверное повышение урожайности всех испытываемых сельскохозяйственных культур (табл. 1). При внесении ОМУГ под озимую тритикале в дозе 4 т/га на суглинистой почве Полевой опытной станции РГАУ-МСХА урожайность зерна была на 41% выше контроля. Внесение ОМУГ под лен-долгунец на суглинистых и супесчаных почвах опытного поля ВГМХА повышало урожайность льносоломы на 34-48%, льносемян – на 43%. В первый год последствия урожайность семенного картофеля на суглинистой почве повысилась на 5%, на супесчаной – на 27%. На второй год последствия урожайность ярового ячменя (на супесчаной почве) возросла на 16%.

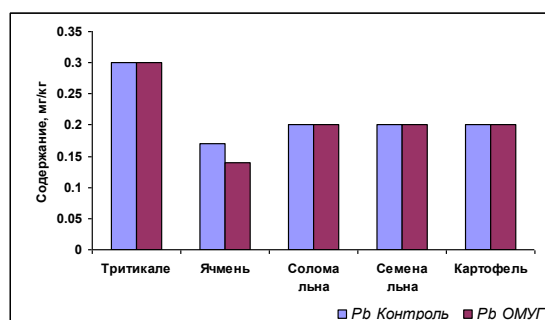
## 1. Влияние ОМУГ на урожайность сельскохозяйственных культур

Почва, регион	Культура, год	Урожайность, ц/га		Прибавка урожая от ОМУГ, ц/га	НСР <sub>05</sub> , ц/га
		контроль	ОМУГ		
Дерново-подзолистая суглинистая, ЦРНЗ	Озимая тритикале (зерно), 2011 г.	23,3	32,8	9,5	5,6
Дерново-подзолистая супесчаная, СЗ	Ячмень яровой (зерно), 2012 г.	15,9	18,4	2,5	2,1
Дерново-подзолистая супесчаная, СЗ	Лен-долгунец (льносолома), 2010 г.	19,6	29,0	9,4	2,3
Дерново-подзолистая суглинистая, СЗ	Лен-долгунец (льносолома), 2011-2012 гг.	22,5	30,1	7,6	2,3
Дерново-подзолистая супесчаная, СЗ	Лен-долгунец (маслосемена), 2010	2,3	3,3	1,1	0,3
Дерново-подзолистая суглинистая, СЗ	Лен-долгунец (маслосемена), 2011-2012 гг.	2,3	3,3	1,1	0,4
Дерново-подзолистая суглинистая, ЦРНЗ	Семенной картофель (клубни), 2009 г.	277	321	44	25
Дерново-подзолистая супесчаная, СЗ	Семенной картофель (клубни), 2011г.	168	213	45	14
Дерново-подзолистая суглинистая, СЗ	Семенной картофель (клубни), 2012 г.	191	201	10	5

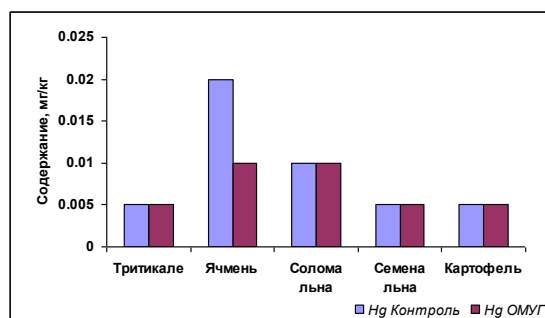
Применение ОМУГ в изучаемых дозах не сопровождалось существенным загрязнением растений тяжелыми металлами. Более того, в растительной продукции в результате повышения урожайности культур и эффекта ростового разбавления содержание тяжелых металлов в ряде случаев было даже ниже, чем в контрольных вариантах (рис. 1). Так, содержание кадмия при удобрении ОМУГ было ниже, чем на контроле в клубнях картофеля, свинца и ртути – в зерне ячменя, мышьяка – в льносолومه и льносеменах. Повысилось содержание тяжелых металлов (в пределах концентраций, допустимых СанПиН 2.3.2.1078-01, табл. 2): кадмия – в ячмене и льносолومه, мышьяка – в зерне тритикале и клубнях картофеля. У других культур содержание тяжелых металлов в растениях при внесении ОМУГ не превышало концентраций в контрольных вариантах.



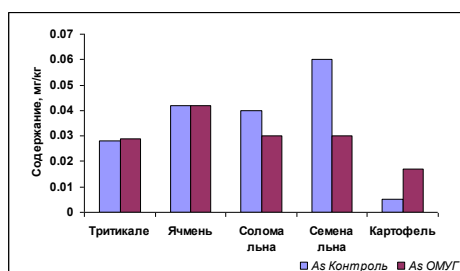
А



Б



В

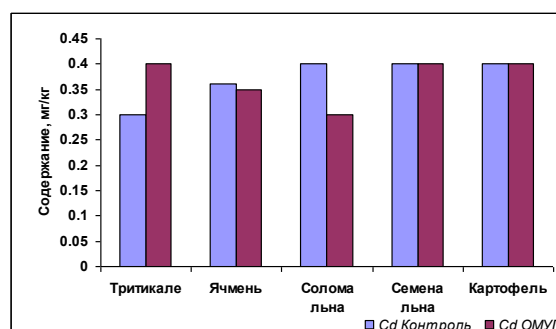


Г

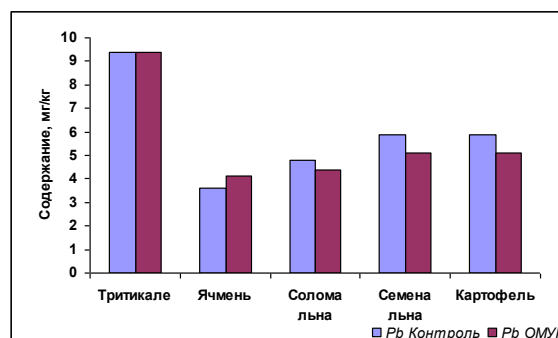
Рис. 1. Содержание в растениях: А-кадмия, Б-свинца,

## 2. Допустимые уровни содержания тяжелых металлов и мышьяка в растениях и почвах, мг/кг

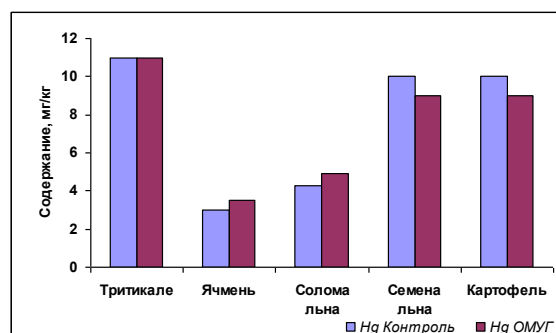
Показатель	Кадмий	Свинец	Ртуть	Мышьяк
<i>Растения (СанПиН 2.3.2.1078-01)</i>				
Зерновые (зерно)	0,1	0,5	0,03	0,2
Масличные (семена)	0,1	1,0	0,05	0,3
Картофель (клубни)	0,03	0,5	0,02	0,2
<i>Почвы (ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511)</i>				
Суглинистые	2,0	130	2,1	10
Супесчаные	0,5	32	2,1	2



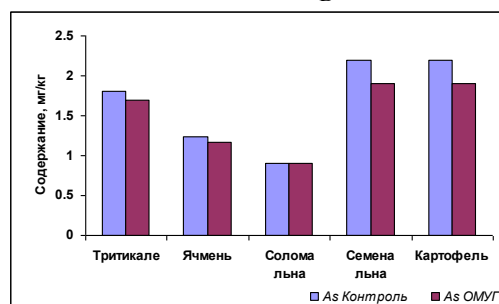
А



Б



В



Г

Рис. 2. Содержание в почве: А-кадмия, Б-свинца, В-ртути, Г- мышьяка

Внесение ОМУГ оказывало также незначительное влияние на содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах проведенных полевых опытов (рис. 2). Это прослеживается как на суглинистых, так и на супесчаной почвах. Концентрации отдельных элементов в исследуемых почвах колебались в пределах точности измерения. Другими словами, при использовании в качестве удобрения ОМУГ в дозе 4 т/га в проведенных полевых опытах содержание тяжелых металлов (кадмия, марганца, меди, никеля, ртути, свинца, цинка), а также мышьяка не превышало допустимых концентраций – ОДК/ПДК по ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2511.

В таблице 3 приведены данные расчета поступления поллютантов, включая тяжелые металлы, в почву с удобрением ОМУГ. Они показывают, что при внесении ОМУГ в дозе 4 т/га, согласно ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2511, уровни поступления этих элементов в почву невысокие и существенно не влияют на содержание их в почве.

**3. Поступление поллютантов в почву с ОМУГ**

Тяжелые металлы	Содержание в ОМУГ, мг/кг	Содержание в 4 т ОМУГ, г	ОДК/ПДК, мг/кг		Уровень поступления в почву с дозой 4 т/га ОМУГ, мг/кг
			супесчаные почвы	суглинистые почвы	
Свинец	6	24,0	32	130	0,008
Мышьяк	2,62	10,5	2,0	10	0,0035
Ртуть	1	4,0	2,1	2,1	0,001
Кадмий	2,4	9,6	0,5	2,0	0,0032
Никель	13	52,0	20	80	0,017
Марганец	371	1484,0	1500	1500	0,495
Цинк	338	1352,0	55	220	0,451
Медь	27	108,0	33	132	0,036
Хром шестивалентный	0,32	1,28	0,05		0,00043
Бенз(а)пирен	0,027	0,108	0,02		0,000036

Это положение подтверждается также тем, что количество тяжелых металлов и других поллютантов, внесенное с 4 т/га ОМУГ, в сотни и тысячи раз меньше содержания ТМ по ОДК/ПДК в почвах, в том числе для свинца в 4000 раз, мышьяка – 571, ртути – 2100, кадмия – 156, никеля – 1176, марганца – 3000, цинка – 122, меди – 917 раз (в супесчаных почвах); хрома шестивалентного – 116, бенз(а)пирена – в 555 раз. Расчеты показывают, что для достижения уровня ОДК/ПДК по сравнению с содержанием тяжелых металлов в почвах контрольных вари-

антов, что отражает их исходное состояние по ТМ, при ежегодном внесении 4 т/га ОМУГ (под зерновые культуры) потребуются: для супесчаных почв по свинцу 3955 лет, мышьяку – 217, ртути – 2080, кадмию – 44, никелю – 1000, марганцу 2751, цинку – 88, меди – 867 лет, для суглинистых почв по свинцу 15075, мышьяку – 2343, ртути – 2070, кадмию – 531, никелю – 4059, марганцу – 2436, цинку – 290, меди – 3222 года.

**Выводы.** Применение гранулированного органоминерального удобрения ОМУГ в дозах 3,3-4 т/га обеспечивало достоверное повышение урожайности всех исследуемых культур: озимой тритикале, ярового ячменя, семенного картофеля, соломы и семян льна-долгунца. Содержание тяжелых металлов в растениях и почве соответствовало достаточно жестким гигиеническим нормативам. Незначительное повышение в почвах этих поллютантов указывает на экологическую безопасность неоднократного использования ОМУГ в качестве удобрения. По существующим нормативам (СанПиН 2.1.7.573-96) удобрения на основе осадков сточных вод в дозе до 10 т/га сухого вещества с периодичностью внесения 5 лет на почвах среднего и тяжелого гранулометрического состава и в дозе 7 т/га с периодичностью 3 года на почвах легкого гранулометрического состава могут применяться под зернофуражные, силосные и технические культуры, а также для древесно-кустарниковых насаждений, питомников, парков, при перезалужении сенокосно-пастбищных угодий и для рекультивации земель. Результаты исследований показали, что при соблюдении санитарно-гигиенических требований осадки сточных вод при соответствующей переработке в технологичные гранулированные удобрения могут с успехом использоваться в земледелии, не нанося экологического ущерба окружающей среде.

#### Литература

1. *Агрохимические методы исследования почв.* - М.: Наука, 1975. - 656 с.
2. *Афанасьев Р.А., Мёрзлая Г.Е.* Методические рекомендации по изучению эффективности нетрадиционных органических и органоминеральных удобрений. - М.: Агроконсалт, 2002. - 40 с.
3. *Вильямс В.Р.* Собрание сочинений. - Т.3. Земледелие. - М.: Гос. изд-во с.-х. л-ры, 1949. - 568 с.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. - М.: Колос, 1979. - 416 с.
5. *Прянишников Д.Н.* Избранные сочинения. - Т. 1. Агрохимия. - М.: Колос, 1965. - 767 с.
6. *Сборник методик по определению тяжелых металлов в почвах, тепличных грунтах и продукции растениеводства.* - М.: Минсельхозпрод России, 1998. - 97 с.

#### USE OF SEWAGE SLUDGE AS FERTILIZERS

R.F. Baibekov<sup>1</sup>, G.E. Merzlaya<sup>1</sup>, R.A. Afanas'ev<sup>1</sup>, O.V. Vlasova<sup>2</sup>, N.A. Khanova<sup>2</sup>, A.N. Naliukhin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia*

<sup>2</sup>*Vereshchagin Vologda State Dairy Academy, ul. Shmidta 2, Molochnoe, Vologda oblast, 160555 Russia*

*The effect of pelleted fertilizers from sewage sludge on crop yield and contents of heavy metals in plants and soils has been considered.*

*Keywords: sewage sludge, fertilizer, crop yield, heavy metals.*