

Разработка новых стандартных образцов состава на основе природной почвы, содержащих подвижные формы тяжелых металлов, типичных для загрязнения сельскохозяйственных земель, в концентрациях, превышающих фоновый уровень, а также прогнозных моделей СО на естественной матрице из зон техногенного загрязнения, является своевременным и необходимым условием обеспечения контроля качества измерений содержания тяжелых металлов в почвах в лабораториях АПК.

#### Литература

1. ГОСТ Р 50686-94 «Почвы. Определение подвижных соединений цинка по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИ-НАО». 2. ГОСТ Р 50682-94 «Почвы. Определение подвижных соединений марганца по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИ-НАО». 3. ГОСТ Р 50683-94 «Почвы. Определение подвижных соединений меди и кобальта по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИ-НАО». 4. ГОСТ Р 50684-94 «Почвы. Определение подвижных соединений меди по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИ-НАО». 5. ГОСТ Р 50685-94 «Почвы. Определение подвижных соединений марганца по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИ-НАО». 6. РД 52.18.191-89 «Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом». 7. РД 52.18.289-90 «Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом». 8. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02 (издание 2011г.) «Методика измерений валового содержания кадмия, кобальта, марганца, меди, никеля, свинца, хрома и цинка в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии». 9. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.63-09 (изд.2014) «Методика измерений массовой доли ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, хрома и цинка в пробах почв, грунтов, донных отложений,

осадков сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционных спектрометров модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915 МД». 10. ПНД Ф 16.1.40-03 «Методика выполнения измерений содержания кадмия, свинца, меди и цинка в почве методом инверсионной вольтамперометрии». 11. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.48-06 «Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твердых отходов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка, ртути методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА». 12. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.50-08 «Методика выполнения измерений массовых долей подвижных форм металлов (цинка, меди, никеля, марганца, свинца, кадмия, хрома, железа, алюминия, титана, кобальта, мышьяка, ванадия) в почвах, отходах, компостах, кеках, осадках сточных вод атомно-эмиссионным методом с атомизацией в индуктивно-связанной аргонной плазме». 13. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.68-10 «Методика измерений массовой доли марганца в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления фотометрическим методом с персульфатом аммония». 14. ПНД Ф 16.1.9-98 «Определение массовой доли кислоторастворимых, водорастворимых и подвижных форм металлов (хром, ртуть, марганец, кобальт, никель, медь, свинец, цинк) в пробах почвы рентгенофлуоресцентным методом на анализаторе рентгенофлуоресцентном энергодисперсионном ПРИЗМА-ЭКО». 15. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.78-2013 «Методика измерений массовой доли подвижных форм металлов: меди, цинка, свинца, кадмия, марганца, никеля, кобальта, хрома в пробах почв, грунтов, донных отложений, осадков сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии». 16. ФР.1.31.2012.13573 «Методика измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом», ОАО «Союзцветметавтоматика», Свидетельство об аттестации № 222.0195/01.00258/2012. 17. М-МВИ 80-2008 «Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной спектроскопии». - Санкт-Петербург, 2008. 18. ГН 2.1.7.2041-06 (с изменениями на 26.06.2017 г.) «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». 19. ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».

## PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF REFERENCE SOIL SAMPLES CONTAMINATED WITH HEAVY METALS

G.A. Stupakova, K.G. Pankratova, E.E. Ignat'eva, V.I. Shchelokov, T.I. Shchiplitsova, D.K. Mitrofanov  
Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry  
ul. Pryanishnikova 31A, Moscow, 127550 Russia E-mail: vniia@list.ru

*Content of heavy metals in the soil is one of the essential parameters controlled in soil ecological monitoring. Need is substantiated for the development of new reference samples of composition on the matrix of natural soil containing mobile heavy metals typical for polluted agricultural lands in concentrations exceeding the background level with a view to ensuring the measuring quality control in agrochemical laboratories determining the content of heavy metals in soils.*

*Keywords: reference soil sample, heavy metals in soils, measuring methods, MPC and PPC of metals in soils, sanitary-hygienic norms.*

УДК 631.95:628.381.1

## ВЛИЯНИЕ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД, ИЗВЕСТКОВАНИЯ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ТОРФОГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ И ЕЕ МАКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ

В.А. Касатиков, д.с.-х.н., Т.Ю. Анисимова, к.с.-х.н., Н.П. Шабардина, ВНИИОУ, kasv47@yandex.ru;  
В.А. Раскатов, к.б.н., РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, [raskatovv@list.ru](mailto:raskatovv@list.ru)

*Представлены результаты мелкоделяночного и микрополевого опытов по изучению влияния последствий осадки городских сточных вод, известкования и торфогуминового удобрения на урожайность и макроэлементный состав озимой ржи.*

*Ключевые слова: осадок сточных вод, известкование, торфогуминовое удобрение, урожайность, озимая рожь.*

Осадки сточных вод (ОСВ) и бытовые органические отходы являются одними из основных отходов производственной деятельности человека. Ежегодная масса производимых ОСВ при влажности 75% составляет 12,8 млн т. Утилизация осадков сточных вод - решающая

проблема. Использование ОСВ на удобрение в исходном состоянии или в составе компоста - один из приемов его утилизации [1-2].

Существует ряд других направлений использования осадков сточных вод, в том числе для производства органических удобрений на их основе, способствующих решению экологической проблемы.

ОСВ и удобрения на их основе, благодаря высокому содержанию органического вещества, улучшают плодородие почвы и её агрофизические свойства и повышают урожай сельскохозяйственных культур. Внесение ОСВ и компостов на их основе в почву влияет: на агрохимические свойства почв, увеличение запасов органи-

ческого вещества, усиление нитрификации в пахотном слое, возрастание биологической активности почвы, увеличение количества целлюлозоразлагающих бактерий и уменьшение доли плесневых грибов. Особенно отчетливо почвоулучшающие свойства данных органических удобрений проявляются на песчаных, супесчаных и малоплодородных деградированных почвах [3-5].

Цель наших исследований - изучить последствие осадка городских сточных вод, известкования и торфо-гуминового удобрения на урожайность и макроэлементный состав озимой ржи.

**Методика.** Исследования проводили в мелкоделяночном и микрополевым опытах, заложенных на опытном поле ВНИИОУ. Почва участков дерново-подзолистая супесчаная, развитая на флювиогляционной супеси, подстилаемой моренным суглинком. Площадь делянки мелкоделяночного опыта 3 м<sup>2</sup>. Микрополевой опыт заложен в сосудах без дна (d = 20 см), вкопанных на делянках мелкоделяночного опыта с длительным применением различных доз осадка городских сточных вод (360-1440 т/га в сумме за годы исследований) в сочетании с различными уровнями известкования (3-6 т/га). Торфо-гуминовое удобрение (ТГУ), получено методом щелочной обработки 0,1 н. КОН диспергированного торфа. Далее рН среды доводили до нейтральной реакции добавлением 1н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Агрохимическая характеристика ТГУ: влажность – 78,9 %; N<sub>общ.</sub> – 1,54; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,37; K<sub>2</sub>O – 2,91 (на сухое в-во), C<sub>общ.</sub> – 33,8 %.

Дозы торфо-гуминового удобрения рассчитывали по содержанию общего углерода в вытяжке и вносили в жидком виде из расчета 3 и 6 г/м<sup>2</sup> органического углерода. В 2015 г. в расчете на влажность ТГУ, равную 78,9%, его дозы были равны, соответственно, для ТГУ<sub>1</sub> - 42 г/м<sup>2</sup>, а ТГУ<sub>2</sub> - 84 г/м<sup>2</sup>. Культура – озимая рожь сорта Память Кондратенко.

**Результаты и их обсуждение.** Оптимизация гумусового состояния, физических, агрохимических и биологических свойств пахотного слоя почвы в результате длительного применения ОСВ способствовала повышению урожайности озимой ржи по их последствию. При этом прибавки урожайности зерна озимой ржи возрастали в прямой зависимости от суммарных доз ОСВ на 10-13 %; 20-24; 29-37 и 42-51 %. Достоверно значимые прибавки получены на всех фонах известкования, достигая максимума при дозах доломитовой муки 3-6 т/га (табл. 1).

**1. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на урожайность озимой ржи, ц/га**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зерен, г	Прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль (б/у)	26,7	-	-	23,8	-	-
ОСВ, 180 т/га + дол. м., 3 т/га	30,0	3,3	12,3	26,7	2,9	12,1
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	32,8	6,1	22,8	27,2	3,4	14,3
ОСВ, 720 т/га + дол. м., 3 т/га	36,6	9,9	37,1	28,1	4,3	18,1
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	39,8	13,1	49,0	29,3	5,5	23,1
ОСВ, 180 т/га + дол. м., 6 т/га	30,2	3,5	13,1	25,5	1,7	7,1
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	33,0	6,3	23,6	26,5	2,7	11,3
ОСВ, 720 т/га + дол. м., 6 т/га	35,9	9,2	34,4	28,3	4,5	18,9
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	40,4	13,7	51,3	30,0	6,2	26,0
ОСВ, 180 т/га + дол. м., 9 т/га	29,3	2,6	9,7	24,7	0,9	3,8
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 9 т/га	32,0	5,3	19,8	26,0	2,2	9,2
ОСВ, 720 т/га + дол. м., 9 т/га	34,5	7,8	29,2	26,8	3,0	12,6
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 9 т/га	38,0	11,3	42,3	27,6	3,8	16,0
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,7					

Выявленная зависимость является систематической и проявляется на всех культурах звена севооборота: ячмень - люпин (зел. масса) - озимая рожь.

Последствие ТГУ<sub>1</sub> в дозе 3 г/м<sup>2</sup> способствовало дополнительному увеличению размера прибавок на 9-40%, а в двойной дозе (ТГУ<sub>2</sub>) – на 12-40% по отношению к фону. При этом следует отметить рост уровня прибавок урожайности озимой ржи при двукратном повышении дозы известкования (табл. 2).

**2. Последствие ТГУ по фону ОСВ на урожайность зерна озимой ржи**

Вариант опыта	Урожайность, г/м <sup>2</sup>	Прибавка к контролю		Прибавка к фону	
		г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Контроль	245	-	-	-	-
<b>Фон</b>					
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	373	128	52	-	-
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	550	305	124	-	-
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	318	73	30	-	-
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	474	229	93	-	-
<b>Фон + ТГУ<sub>1</sub></b>					
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	426	181	74	53	14
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	599	354	144	49	9
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	421	176	72	103	32
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	662	417	174	188	40
<b>Фон + ТГУ<sub>2</sub></b>					
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	419	174	71	46	12
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	616	371	151	66	12
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	408	163	66	90	28
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	663	418	170	189	40
НСР <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup>	45				

**3. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на химический состав зерна и соломы озимой ржи**

Вариант опыта	Содержание, %						Внос элементов, кг/га		
	в зерне			в соломе					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	1,58	0,94	0,52	0,48	0,34	0,57	55	35	41
ОСВ, 180 т/га + дол. м., 3 т/га	1,61	0,94	0,53	0,56	0,32	0,55	71	36	43
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	1,67	0,94	0,54	0,58	0,34	0,56	64	38	37
ОСВ, 720 т/га + дол. м., 3 т/га	1,68	0,95	0,55	0,59	0,38	0,64	80	47	46
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	1,73	0,95	0,57	0,49	0,35	0,66	95	50	53
ОСВ, 180 т/га + дол. м., 6 т/га	1,70	0,82	0,55	0,52	0,34	0,60	64	36	38
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	1,78	0,91	0,55	0,42	0,34	0,60	79	42	39
ОСВ, 720 т/га + дол. м., 6 т/га	1,82	0,92	0,56	0,41	0,38	0,75	70	45	51
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	1,91	0,91	0,56	0,41	0,34	0,86	81	47	61
ОСВ, 180 т/га + дол. м., 9 т/га	1,73	0,94	0,53	0,41	0,30	0,52	61	37	33
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 9 т/га	1,76	0,94	0,55	0,40	0,36	0,62	79	41	42
ОСВ, 720 т/га + дол. м., 9 т/га	1,78	0,93	0,57	0,41	0,35	0,63	68	40	43
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 9 т/га	1,80	0,94	0,57	0,41	0,36	0,71	79	48	54

Содержание азота в зерне озимой ржи повысилось с 1,58 % на контроле до 1,61-1,91 % в удобренных вариантах (табл. 3). При этом максимальный уровень азота в зерне озимой ржи получен при дозе известкования 6 т/га. Данная зависимость сохраняется и в соломе. В то же время действие ОСВ на фоне длительного его последствие в сочетании с известкованием не способствует ожидаемому повышению содержания фосфора.

Полагаем наличие в данном случае эффекта ростового разбавления, который однако не распространяется на концентрацию калия в зерне и соломе озимой ржи.

#### 4. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием и последствием ТГУ на химический состав зерна озимой ржи

Вариант опыта	Содержание, %					
	в зерне			в соломе		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	1,50	0,94	0,60	0,48	0,40	0,66
<i>Фон</i>						
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	1,52	1,07	0,58	0,58	0,38	0,68
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	1,60	1,07	0,56	0,59	0,40	0,77
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	1,58	1,00	0,60	0,49	0,38	0,71
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	1,67	1,05	0,58	0,52	0,42	0,79
<i>Фон + ТГУ<sub>1</sub></i>						
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	1,51	0,95	0,56	0,41	0,38	0,71
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	1,63	0,97	0,60	0,41	0,40	0,79
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	1,50	0,96	0,56	0,41	0,35	0,66
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	1,65	1,00	0,58	0,40	0,39	0,86
<i>Фон + ТГУ<sub>2</sub></i>						
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	1,50	1,00	0,56	0,42	0,34	0,71
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	1,57	1,06	0,56	0,60	0,38	0,78
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	1,51	1,07	0,56	0,41	0,40	0,77
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	1,58	1,05	0,58	0,57	0,39	0,82

Следует отметить, что по всем рассмотренным макроэлементам максимальный уровень их содержания в биомассе озимой ржи выявлен при систематическом внесении ОСВ по фону известкования доломитовой мукой в дозе 3 т/га. Данная зависимость обусловлена снижением доступности макроэлементов при более высоких дозах известкования.

Вынос макроэлементов озимой ржи зависит от их содержания в биомассе зерна и соломы и их урожайности, достигая максимальных значений в варианте ОСВ, 1440 т/га по фону доломитовой муки в дозе 3 т/га.

#### EFFECT OF URBAN SEWAGE SLUDGE AND LIMING AND THE AFTEREFFECT OF PEAT-HUMIC FERTILIZER ON THE YIELD OF WINTER RYE AND ITS MACROELEMENT COMPOSITION

V.A. Kasatkov<sup>1</sup>, T.Yu. Anisimova<sup>1</sup>, N.P. Shabardina<sup>1</sup>, V. A. Raskatov<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat Vyatkins, Sudogda district, Vladimir oblast, 601390 Russia, E-mail: kasv47@yandex.ru

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy ul. Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550 Russia E-mail: raskatovv@list.ru

The paper presents the results obtained in small-scale and microfield experiments on the study of the aftereffect of urban sewage sludge, liming, and peat-humic fertilizer on the yield and macroelement composition of winter rye.

Keywords: sewage sludge, liming, peat-humic fertilizer, crop yield, winter rye.

УДК 504.5:628.4045(571.53)

## ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В УСЛОВИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Бутырин, ЦАС «Иркутский», Ш.К. Хуснидинов, д.с.-х.н., Иркутский ГАУ, Т.Н. Сосницкая, к.б.н., ЦАС «Иркутский», Р.В. Замашников, к.с.-х.н., Иркутский ГАУ 664510, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Дзержинск, ул. Садовая, 1, тел. (3952) 699-791, e-mail: [agrohim\\_38\\_1@mail.ru](mailto:agrohim_38_1@mail.ru)

Представлены сравнительные результаты исследования почвенного покрова садово-огородного кооператива «Астра» в муниципальном образовании г. Свирск и учхоза «Молодежное» Иркутского ГАУ. По уровню опасности загрязнения земли садово-огородного кооператива «Астра» относятся к категории высокоопасных для человека и сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: загрязнение окружающей природной среды, тяжелые металлы, мышьяк, кадмий, сви-

Плодородие №6•2017

По последствию ТГУ происходит снижение содержания азота по отношению к фону за счет проявления эффекта ростового разбавления, наиболее выраженного при двойной дозе ТГУ (табл. 4). Данная зависимость проявляется и по содержанию азота в соломе озимой ржи. Влияние ТГУ на содержание в биомассе озимой ржи фосфора и калия данной закономерности не подчиняется.

**Заключение.** Таким образом, использование нетрадиционных источников питания растений в виде ОСВ и ТГУ благоприятно влияет на озимую рожь. Выявлено достоверное положительное последствие повышенных доз ОСВ и различных уровней известкования на ее урожайность. Применение ТГУ на фоне ОСВ способствует повышению урожайности озимой ржи на 9-40% в условиях микрополевого опыта при отсутствии заметного влияния на агрохимический состав зерна и соломы, за исключением азота.

#### Литература

1. Анциферова Е.Ю. Эколого-агрохимическая оценка осадков сточных вод, используемых в качестве удобрения // Автореф. канд. биол. наук.-М.:МГУ, 2003.-23 с. 2. Анализ опыта почвенного пути утилизации осадков сточных вод /Сюняев Н.К., Тютюнькова М. В., Слипец А. А. и др.- М.: РГАУ-МСХА, 2008. – 108 с. 3. Касатиков В.А., Черников В.А., Раскатов В.А. и др. Агроэкологические и технологические аспекты использования осадков городских сточных вод в качестве удобрения // Материалы международного симпозиума «Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов». - Владимир, 2004. - С. 29-39. 4. Касатиков В. А., Раскатов В. А., Шабардина Н.П. Влияние микробиологических деструкторов лигнинсодержащих отходов на агроэкологические свойства компоста на основе осадка сточных вод и опилок// Доклады МСХА. - Вып. 283.-2010.- С.806-811. 5. Еськов А. И. и др. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России. - Владимир: ВНИИОУ, 2006. - 200 с.

нец, почвенный покров.

Загрязнение окружающей природной среды (ОПС) тяжелыми металлами (ТМ) – одна из наиболее актуальных проблем современности - приводит к деградации почвенного покрова, ухудшению здоровья и сокращению продолжительности жизни населения.

Поступление ТМ в организм человека происходит по схеме: почва – растение – сельскохозяйственное животное – человек. ТМ приводят к нарушению иммун-