

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД И ИХ СОЧЕТАНИЙ С ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ АГРОРУДОЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА

Кузин Евгений Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»

Арефьев Александр Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»

Кузина Елена Евгеньевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30;

тел.: 8(412) 62-83-67, e-mail: aan241075@yandex.ru

Ключевые слова: лугово-черноземная почва, осадки городских сточных вод, цеолитсодержащая руда, гумус, азот, фосфор, калий.

Изучение действия и последствий осадков городских сточных вод (ОГСВ) и их сочетаний с цеолитсодержащей агрорудой на плодородие лугово-черноземной почвы и продуктивность зернопаропашного севооборота проведено в 2014-2018 гг. на коллекционном участке ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. В результате проведенных исследований установлено положительное влияние мелиоративных норм ОГСВ и их комплексного использования с цеолитсодержащей агрорудой на содержание гумуса, элементов питания и продуктивность культур зернопаропашного севооборота. При этом максимальное накопление гумуса и элементов питания в пахотном слое лугово-черноземной почвы обеспечивало одностороннее действие и последствие ОГСВ нормами от 100 до 180 т/га и их сочетание с цеолитсодержащей агрорудой. Содержание гумуса на их фоне возрастало на 0,18-0,39 %, щелочногидролизуемого азота – на 42,4-93,6 мг/кг почвы, подвижного фосфора – на 19,1-33,8 мг/кг почвы, подвижного калия – на 22,2-40,0 мг/кг почвы. Действие и последствие ОГСВ в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой повышало продуктивность зернопаропашного севооборота на 51,7-73,7 %.

Введение

Основной целью земледелия на современном этапе его развития является увеличение объема производства растениеводческой продукции высокого качества. Успешное развитие сельскохозяйственного производства в лесостепной зоне Среднего Поволжья невозможно без решения проблемы сохранения почвенного покрова, его потенциального и эффективного плодородия [1].

Возросшие уровни интенсификации сельскохозяйственного производства и антропогенной нагрузки на почву привели к целому ряду негативных моментов: усилились процессы деградации почвенного покрова, возросли темпы дегумификации с устойчиво некомпенсируемой минерализацией гумуса. Потери гумуса в почвах привели к снижению биоэнергетического потенциала и эффективного плодородия агроландшафтов, ухудшили агрофизические и агрохимические свойства почв [2-5].

Отчуждение из почвы определенного количества питательных веществ с урожаем не всегда компенсируется самой почвой. Если не

возвращать в почву вынесенное с урожаем количество питательных веществ в виде удобрений, то наступает падение плодородия и снижение продуктивности агроценозов. В отдельных районах нашей страны среднегодовой вынос элементов питания превышает количество вносимых с удобрениями в 17 раз [6].

В связи с этим разработка и внедрение в земледельческую практику технологических приемов устранения и предотвращения прогрессирующей антропогенной деградации в агроландшафтах при использовании местных сырьевых ресурсов и агроруд является актуальным направлением современного земледелия [7-11].

Цель исследований заключалась в изучении влияния мелиоративных норм осадков сточных вод г. Пенза и их сочетаний с цеолитсодержащей агрорудой Лунинского месторождения Пензенской области на плодородие лугово-черноземной почвы и продуктивность культур зернопаропашного севооборота.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на коллекци-

онном участке ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ в период с 2014 по 2018 г., для решения поставленных задач был заложен полевой опыт по схеме: 1. Без ОГСВ и клиноптилолита (контроль); 2. Клинноптилолит 10 т/га; 3. ОГСВ 100 т/га; 4. ОГСВ 120 т/га; 5. ОГСВ 140 т/га; 6. ОГСВ 160 т/га; 7. ОГСВ 180 т/га; 8. ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га; 9. ОГСВ 120 т/га + клиноптилолит 10 т/га; 10. ОГСВ 140 т/га + клиноптилолит 10 т/га; 11. ОГСВ 160 т/га + клиноптилолит 10 т/га; 12. ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га.

Повторность опыта - трехкратная, варианты в опыте размещены методом рендомизированных повторений, учетная площадь одной делянки - 4 м².

В опыте использовались осадки сточных вод г. Пенза, которые характеризуются следующими показателями: величина $pH_{\text{сол}}$ – 6,0 ед., гидролитическая кислотность – 2,4 мг-экв./100 г осадков, сумма обменных оснований – 31,6 мг-экв./100 г осадков. Содержание элементов питания: азот – 291, фосфора – 116 и калия – 120 мг/100 г осадков; углерода органического вещества – 21,2 %. В качестве химического мелиоранта в опыте использовалась цеолитсодержащая агроруда Лунинского месторождения. Норма химического мелиоранта рассчитывалась по содержанию клиноптилолита в цеолитсодержа-

щей агроруде. Содержание клиноптилолита в цеолитсодержащей агроруде составляло 41 %.

Исследования проводились в зернопаропропашном севообороте.

Осадки городских сточных вод и химический мелиорант вносились под основную обработку в паровое поле согласно схеме опыта.

В 2015 году в опыте возделывалась озимая пшеница Безенчукская 380, в 2016 году возделывалась кукуруза на зерно – гибрид Ладожский 175 МВ, в 2017 году – яровая пшеница Тулайковская 108, в 2018 году – овес Конкур.

Результаты исследований

Проведенные исследования показали, что внесение мелиоративных норм ОГСВ как в чистом виде, так и в сочетании с цеолитсодержащей агрорудой оказало положительное влияние на содержание гумуса в пахотном слое лугово-черноземной почвы (табл. 1).

На фоне одностороннего действия и последствия цеолитсодержащей агроруды содержание гумуса в пахотном слое оставалось стабильным и варьировало от 5,10 в 2014 году до 5,15 % в 2018 году.

Осадки городских сточных вод при их одностороннем действии и последствии повышали содержание гумуса в пахотном слое в 2015 году на 0,14 (ОГСВ 100 т/га) – 0,27 % (ОГСВ 180 т/

Таблица 1

Влияние ОГСВ и цеолитсодержащей агроруды на содержание гумуса в лугово-черноземной почве, %

Вариант	Чистый пар, 2014 г.	Озимая пшеница		Кукуруза		Яровая пшеница		Овес	
		2015 г.	отклонение от исходного	2016 г.	отклонение от исходного	2017 г.	отклонение от исходного	2018 г.	отклонение от исходного
1. Без ОГСВ и клиноптилолита (контроль)	5,12	5,10	-0,02	5,08	-0,04	5,09	-0,03	5,10	-0,02
2. Клинноптилолит 10 т/га	5,10	5,12	0,02	5,12	0,02	5,13	0,03	5,15	0,05
3. ОГСВ 100 т/га	5,09	5,23	0,14	5,26	0,17	5,29	0,20	5,28	0,18
4. ОГСВ 120 т/га	5,10	5,26	0,16	5,31	0,21	5,35	0,25	5,35	0,25
5. ОГСВ 140 т/га	5,11	5,30	0,19	5,35	0,24	5,38	0,27	5,37	0,26
6. ОГСВ 160 т/га	5,10	5,34	0,24	5,39	0,29	5,44	0,34	5,42	0,32
7. ОГСВ 180 т/га	5,10	5,37	0,27	5,44	0,34	5,46	0,36	5,45	0,35
8. ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га	5,10	5,25	0,15	5,30	0,20	5,34	0,24	5,35	0,25
9. ОГСВ 120 т/га + клиноптилолит 10 т/га	5,10	5,27	0,17	5,34	0,24	5,38	0,28	5,40	0,30
10. ОГСВ 140 т/га + клиноптилолит 10 т/га	5,10	5,32	0,22	5,38	0,28	5,42	0,32	5,42	0,32
11. ОГСВ 160 т/га + клиноптилолит 10 т/га	5,09	5,35	0,26	5,40	0,31	5,45	0,36	5,46	0,37
12. ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га	5,09	5,39	0,30	5,45	0,36	5,48	0,39	5,47	0,38

Таблица 2

Влияние ОГСВ и цеолитсодержащей агроруды на содержание щелочногидролизуемого азота в лугово-черноземной почве, мг/кг почвы

Вариант	Чистый пар, 2014 г.	Озимая пшеница		Кукуруза		Яровая пшеница		Овес	
		2015 г.	отклонение от исходного	2016 г.	отклонение от исходного	2017 г.	отклонение от исходного	2018 г.	отклонение от исходного
1. Без ОГСВ и клиноптилолита (контроль)	120,2	119,1	-1,1	117,4	-2,8	116,3	-3,9	115,8	-4,4
2. Клинноптилолит 10 т/га	120,0	118,8	-1,2	117,6	-2,4	116,5	-3,5	116,2	-3,8
3. ОГСВ 100 т/га	120,6	171,6	51,0	167,5	46,9	166,2	45,6	163,0	42,4
4. ОГСВ 120 т/га	120,3	182,3	62,0	177,9	57,6	177,1	56,8	175,2	54,9
5. ОГСВ 140 т/га	120,0	193,1	73,1	189,8	69,8	188,2	68,2	187,2	67,2
6. ОГСВ 160 т/га	119,9	204,1	84,2	200,5	80,6	199,3	79,4	197,0	77,1
7. ОГСВ 180 т/га	120,1	214,7	94,6	210,8	90,7	209,5	89,4	208,0	87,9
8. ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га	119,9	171,2	51,3	167,5	47,5	166,2	46,3	164,0	44,1
9. ОГСВ 120 т/га + клиноптилолит 10 т/га	120,4	182,1	61,7	178,4	58,0	177,2	56,8	175,4	55,0
10. ОГСВ 140 т/га + клиноптилолит 10 т/га	120,0	192,6	72,6	190,1	70,1	188,8	68,8	187,0	67,0
11. ОГСВ 160 т/га + клиноптилолит 10 т/га	119,8	203,2	83,4	200,7	80,9	199,3	79,5	197,9	78,1
12. ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га	120,5	214,1	93,6	210,5	90,0	208,5	88,0	207,3	86,8

га), в 2016 году – на 0,17–0,34 %, в 2017 году – 0,20–0,36 %, в 2018 году – на 0,18–0,35 %. Содержание гумуса после уборки озимой пшеницы в 2015 году составляло, в зависимости от нормы осадка, 5,23–5,37 %, после уборки кукурузы в 2016 году – 5,26–5,44 %, после уборки яровой пшеницы в 2017 году – 5,29–5,46 %, после уборки овса в 2018 году – 5,28–5,45 %.

При комплексном действии и последствии ОГСВ и цеолитсодержащей агроруды содержание гумуса в пахотном слое незначительно превышало его содержание на аналогичных вариантах с использованием ОГСВ без цеолитсодержащей агроруды и варьировало в 2015 году от 5,25 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) до 5,39 % (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га), в 2016 году – от 5,30 до 5,45 %, в 2017 году – от 5,34 до 5,48 %, в 2018 году – от 5,35 до 5,47 %.

Как свидетельствуют результаты исследований, осадки городских сточных вод повышали содержание щелочногидролизуемого азота в пахотном слое лугово-черноземной почвы.

В чистом пару перед внесением осадков

городских сточных и цеолитсодержащей агроруды содержание щелочногидролизуемого азота в пахотном слое лугово-черноземной почвы изменялось в пределах от 119,8 до 120,5 мг/кг почвы (табл. 2).

В пахотном слое без внесения ОГСВ и цеолитсодержащей агроруды содержание щелочногидролизуемого азота изменялось по годам исследования от 119,1 (2015 г.) до 115,8 мг/кг почвы (2018 г.). Снижение по отношению к исходному значению в 2018 году равнялось 4,4 мг/кг почвы.

Одностороннее действие и последствие цеолитсодержащей агроруды не оказало существенного влияния на накопление щелочногидролизуемого азота в пахотном слое.

Одностороннее действие и последствие мелиоративных норм ОГСВ повышало содержание щелочногидролизуемого азота в зависимости от нормы осадка в посевах озимой пшеницы на 51,0–94,6 мг/кг почвы, в посевах кукурузы – на 46,9–90,7 мг/кг почвы, в посевах яровой пшеницы – на 45,6–89,4 мг/кг почвы и в посевах овса – на 42,4–87,9 мг/кг почвы.

Таблица 3

Влияние ОСВ и цеолита на содержание подвижного фосфора в лугово-черноземной почве, мг/

кг почвы

Вариант	Чистый пар, 2014 г.	Озимая пшеница		Кукуруза		Яровая пшеница		Овес	
		2015 г.	отклонение от исходного	2016 г.	отклонение от исходного	2017 г.	отклонение от исходного	2018 г.	отклонение от исходного
1. Без ОСВ и клиноптилолита (контроль)	101,7	100,8	-0,9	99,4	-2,3	98,8	-2,9	98,6	-3,1
2. Клиноптилолит 10 т/га	102,0	107,4	5,4	105,7	3,7	105,0	3,0	104,9	2,9
3. ОСВ 100 т/га	101,6	117,9	16,3	115,9	14,3	115,2	13,6	114,6	13,0
4. ОСВ 120 т/га	101,9	120,7	18,8	118,6	16,7	117,8	15,9	116,1	15,2
5. ОСВ 140 т/га	102,0	123,4	21,4	121,2	19,2	120,4	18,4	120,0	18,0
6. ОСВ 160 т/га	101,8	126,1	24,3	123,9	22,1	123,1	21,3	122,4	20,6
7. ОСВ 180 т/га	102,1	129,0	26,9	126,6	24,5	125,6	23,6	125,1	23,0
8. ОСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га	102,0	124,6	22,6	122,5	20,5	121,8	19,8	121,7	19,1
9. ОСВ 120 т/га + клиноптилолит 10 т/га	101,6	127,4	25,8	125,2	23,6	124,5	22,9	123,6	22,0
10. ОСВ 140 т/га + клиноптилолит 10 т/га	101,7	130,1	28,4	127,8	26,1	127,0	25,3	126,5	24,8
11. ОСВ 160 т/га + клиноптилолит 10 т/га	102,0	132,8	30,8	130,5	28,5	129,6	27,6	128,9	26,9
12. ОСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га	101,9	135,7	33,8	133,1	31,2	132,2	30,3	131,4	29,5

Таблица 4

Влияние ОСВ и цеолитсодержащей агроруды на содержание подвижного калия в лугово-черноземной почве, мг/кг почвы

Вариант	Чистый пар, 2014 г.	Озимая пшеница		Кукуруза		Яровая пшеница		Овес	
		2015 г.	отклонение от исходного	2016 г.	отклонение от исходного	2017 г.	отклонение от исходного	2018 г.	отклонение от исходного
1. Без ОСВ и клиноптилолита (контроль)	151,9	150,3	-1,6	149,0	-2,9	148,1	-3,8	147,7	-4,2
2. Клиноптилолит 10 т/га	152,1	155,9	3,8	154,7	2,6	154,1	2,0	154,1	2,0
3. ОСВ 100 т/га	151,8	170,6	18,8	169,5	17,7	168,6	16,8	167,9	15,9
4. ОСВ 120 т/га	152,0	174,9	22,9	173,8	21,8	172,7	20,7	171,3	19,3
5. ОСВ 140 т/га	151,9	178,3	26,4	177,0	25,1	176,1	24,2	175,0	23,1
6. ОСВ 160 т/га	152,0	182,9	30,9	181,4	29,4	180,3	28,3	179,0	27,0
7. ОСВ 180 т/га	152,0	186,4	34,4	185,0	33,0	184,0	32,0	182,9	30,9
8. ОСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га	152,0	177,0	25,0	175,6	23,6	175,0	23,0	172,2	22,2
9. ОСВ 120 т/га + клиноптилолит 10 т/га	151,9	180,8	28,9	179,4	27,5	178,6	26,7	157,9	26,0
10. ОСВ 140 т/га + клиноптилолит 10 т/га	151,8	184,0	32,2	182,6	30,9	181,8	30,0	180,9	29,1
11. ОСВ 160 т/га + клиноптилолит 10 т/га	152,1	187,3	35,2	185,6	33,5	184,5	32,4	183,7	31,6
12. ОСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га	151,8	191,8	40,0	190,0	38,2	188,9	37,1	187,8	36,0

Продуктивность зернопаропашного севооборота, т/га з.е.

Вариант	Озимая пшеница	Кукуруза	Яровая пшеница	Овес	Суммарная продуктивность	Отклонение от контроля	
						т/га	%
1. Без ОГСВ и клиноптилолита (контроль)	2,38	4,67	2,96	2,21	12,22	–	–
2. Клинотилолит 10 т/га	2,49	5,10	3,48	2,52	13,59	1,37	11,2
3. ОГСВ 100 т/га	3,72	6,45	4,51	2,50	17,19	4,96	40,6
4. ОГСВ 120 т/га	3,99	6,82	4,68	2,64	18,13	5,91	48,4
5. ОГСВ 140 т/га	4,23	7,17	4,82	2,70	18,92	6,70	54,8
6. ОГСВ 160 т/га	4,46	7,50	5,05	2,81	19,82	7,60	62,2
7. ОГСВ 180 т/га	4,52	7,55	5,07	2,81	19,95	7,73	63,3
8. ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га	3,83	6,93	4,96	2,82	18,54	6,32	51,7
9. ОГСВ 120 т/га + клиноптилолит 10 т/га	4,10	7,23	5,05	2,94	19,32	7,10	58,1
10. ОГСВ 140 т/га + клиноптилолит 10 т/га	4,31	7,55	5,19	3,06	20,11	7,89	64,6
11. ОГСВ 160 т/га + клиноптилолит 10 т/га	4,52	7,89	5,48	3,17	21,06	8,84	72,3
12. ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га	4,58	7,98	5,49	3,18	21,23	9,01	73,7

На фоне комплексного действия и последствий осадков городских сточных вод и цеолитсодержащей агроруды содержание щелочногидролизующего азота было на уровне вариантов, где осадки городских сточных вод использовались без цеолитсодержащей агроруды. Содержание щелочногидролизующего азота варьировало от 164,0 до 214,1 мг/кг почвы. Увеличение по отношению к исходному значению варьировало, в зависимости от нормы осадка, в интервале от 44,1 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) до 93,6 мг/кг почвы (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га).

На контрольном варианте содержание подвижного фосфора в пахотном слое варьировало по годам исследования от 98,6 до 101,7 мг/кг почвы. На фоне одностороннего действия и последствий цеолитсодержащей агроруды содержание подвижного фосфора варьировало по годам исследования от 104,9 до 107,4 мг/кг почвы, превышая исходные значения в 2015 году на 5,4 мг/кг почвы, в 2016 году – на 3,7 мг/кг почвы, в 2017 году – на 3,0 мг/кг почвы, в 2018 году – на 2,9 мг/кг почвы (табл. 3).

При одностороннем действии и последствиях осадков городских сточных вод содержание подвижного фосфора в пахотном слое увеличивалось по отношению к исходным значениям в 2015 году на 16,3–26,9 мг/кг почвы, в 2016 году – на 14,3–24,5 мг/кг почвы, в 2017 году – на 13,6–23,6 мг/кг почвы, в 2018 году – на 13,0–23,0 мг/кг почвы.

Действие и последствия осадков городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой повышало содержание подвиж-

ного фосфора в 2015 году на 22,6 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) – 33,8 мг/кг почвы (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га), в 2016 году – на 20,5–31,2 мг/кг почвы, в 2017 году – на 19,8–30,3 мг/кг почвы, в 2018 году – на 19,1–29,5 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора на фоне их действия и последствий варьировало от 121,7 до 135,7 при исходных значениях – от 101,6 до 102,0 мг/кг почвы.

Содержание подвижного калия в почве без использования ОГСВ и цеолитсодержащей агроруды варьировало по годам исследований от 147,7 до 151,9 мг/кг почвы. Цеолитсодержащая агроруда увеличивала содержание обменного калия в пахотном слое на 2,0–3,8 мг/кг почвы. Одностороннее действие и последствия осадков городских сточных вод повышало содержание подвижного калия по отношению к исходному в зависимости от нормы в 2015 году на 18,8–34,4 мг/кг почвы, в 2016 году – на 17,7–33,0 мг/кг почвы, в 2017 году – на 16,8–32,0 мг/кг почвы, в 2018 году – на 15,9–30,9 мг/кг почвы (табл. 4).

Комплексное действие и последствия осадков городских сточных вод с цеолитсодержащей агрорудой увеличивало содержание подвижного калия в пахотном слое в 2015 году на 25,0 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) – 40,0 мг/кг почвы (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га), в 2016 году – на 23,6–38,2 мг/кг почвы, в 2017 году – на 23,0–37,1 мг/кг почвы, в 2018 году – на 22,2–36,0 мг/кг почвы.

Суммарная продуктивность зернопаропашного севооборота без внесения в почву осадков городских сточных вод и цеолитсодер-

жащей агроруды составляла 12,22 т/га з.е. Цеолитсодержащая агроруда при ее одностороннем действии и последствии повышала продуктивность звена севооборота на 1,37 т/га, или на 11,2 % (табл. 5).

На вариантах с внесением осадков городских сточных вод без цеолитсодержащей агроруды продуктивность севооборота изменялась, в зависимости от нормы осадка от 17,19 (ОГСВ 100 т/га) до 19,95 т/га з.е. (ОГСВ 180 т/га), превышая контроль на 4,96–7,73 т/га з.е., или на 40,6–63,7 %.

Осадки городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой повышали продуктивность зернопаропропашного севооборота на 6,32 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) – 9,01 т/га з.е. (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га), или на 51,7–73,7 %.

Выводы

Таким образом, максимальное накопление гумуса и элементов питания в пахотном слое лугово-черноземной почвы обеспечивало одностороннее действие и последствие мелиоративных норм ОГСВ и их сочетания с цеолитсодержащей агрорудой. Содержание гумуса на их фоне возрастало на 0,18-0,39 %, щелочногидролизуемого азота – на 42,4-93,6 мг/кг почвы, подвижного фосфора – на 19,1-33,8 мг/кг почвы, подвижного калия – на 22,2-40,0 мг/кг почвы. Мелиоративные нормы ОГСВ в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой повышали продуктивность зернопаропропашного севооборота на 51,7-73,7 %.

Библиографический список

1. Арефьев, А.Н. Изменение плодородия чернозема выщелоченного в зависимости от характера антропогенного воздействия на почву / А.Н. Арефьев, Е.Е. Кузина, Е.Н. Кузин // Нива Поволжья. – 2017. – № 3 (44). – С. 9-16.

2. Уполовников, Дмитрий Александрович. Приемы повышения эффективности фитомелиорации в Поволжье: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.02 / Д.А. Уполовников. – Саратов, 2012. – 278 с.

3. Немцев, С.Н. Агроэкологические основы почвозащитных систем земледелия в лесостепи Среднего Поволжья / С.Н. Немцев. – Ульяновск, 2005. – 240 с.

4. Немцев, С.Н. Агрофизические свойства почв агроландшафтов южной зоны Ульяновской области / С.Н. Немцев, А.В. Карпов, Г.В. Сайдышева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2. – С. 18–24.

5. Масютенко, Н.П. Оценка влияния агрогенных факторов на запасы энергии в лабильной части органического вещества чернозема типичного / Н.П. Масютенко // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сборник докладов научно-практической конференции. – Курск, 2016. – С. 183–188.

6. Артемьев, В.М. Баланс питательных веществ в земледелии Волгоградской области / В.М. Артемьев, Л.А. Спиридонова // Агротехнический вестник. – 2000. – № 5. – С. 2–3.

7. Куликова, А.Х. Последствие осадков сточных вод, применяемых в качестве удобрения сельскохозяйственных культур, в зависимости от систем основной обработки почвы / А.Х. Куликова, Н.Г. Захаров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2(30). – С. 6–13.

8. Проблемы утилизации осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения сельскохозяйственных культур / А.Х. Куликова, Н.Г. Захаров, И.А. Вандышев, С.В. Шайкин, А.В. Карпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 1(4). – С. 8–18.

9. Кирьянов, Д.П. Действие и последствие осадков сточных вод г. Новочебоксарск, навоза и их сочетаний на биологическую активность светло-серой лесной почвы и урожайность кормовых культур / Д.П. Кирьянов, Л.Н. Михайлов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1(17). – С. 17–22.

10. Гришин, Г.Е. Изменение плодородия серой лесной почвы под влиянием цеолита и удобрений / Г.Е. Гришин, Е.Е. Кузина // Нива Поволжья. – 2008. – № 2 (7). – С. 1-5.

11. Изменение гумусового состояния почвы и урожайности сельскохозяйственных культур на фоне природных цеолитов и удобрений / А.И. Алексеев, Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев, Е.Е. Кузина // Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 5. – С. 3-7.

EFFECT OF URBAN WASTE WATER AND ITS COMBINATIONS WITH ZEOLITE CONTAINING AGRO ORE ON FERTILITY OF MEADOW BLACK- SOIL AND PRODUCTIVITY OF GRAIN-FALLOW-TILLED CROP ROTATIONS

Kuzin E.N., Arefiev A.N., Kuzina E.E.
FSBEI HE Penza SAU
440014, Penza, Botanicheskaya st., 30;
tel. : 8 (412) 62-83-67, e-mail: aan241075@yandex.ru

Key words: meadow-black soil, urban waste water, zeolite-containing ore, humus, nitrogen, phosphorus, potassium.

The study of the effect and aftereffect of urban waste water and their combinations with zeolite-containing agro-ore on fertility of meadow-black soil and the productivity of grain-fallow-tilled crop rotation was carried out at the collection site of FSBEI HE Penza SAU in 2014-2018. As a result of the studies, a positive effect of amelioratory norms of urban waste water and their complex use with zeolite-containing agro-ore on the content of humus, nutrients and crop productivity of grain-fallow-tilled crop rotation is established. At the same time, the maximum accumulation of humus and nutrients in the arable layer of meadow-black soil ensured a one-sided effect and aftereffect of urban waste water with rates from 100 to 180 t / ha and their combination with zeolite-containing agro ore. The content of humus increased by 0.18-0.39%, alkaline hydrolyzable nitrogen - by 42.4-93.6 mg / kg of soil, mobile phosphorus - by 19.1-33.8 mg / kg of soil, mobile potassium - 22.2-40.0 mg / kg of soil. The effect and aftereffect of urban waste water in combination with zeolite-containing agro-ore increased the productivity of grain-fallow-tilled crop rotation by 51.7-73.7%.

Bibliography

1. Arefiev, A.N. Change in the fertility of leached black soil depending on the nature of anthropogenic impact on the soil / A.N. Arefiev, E.E. Kuzina, E.N. Kuzin // *Niva of the Volga region*. - 2017. - No. 3 (44). - P. 9-16.
2. Upolovnikov, Dmitry Aleksandrovich. Methods for increasing the efficiency of phytomelioration in the Volga region: dissertation of Doctor of Agriculture: 06.01.02 / D.A. Upolovnikov. - Saratov, 2012. -- 278 p.
3. Nemtsev, S. N. Agroecological fundamentals of soil-protective farming systems in the forest-steppe of the Middle Volga region / S.N. Nemtsev. - Ulyanovsk, 2005. -- 240 p.
4. Nemtsev, S.N. Agrophysical properties of soils of agrolandscapes of the southern zone of Ulyanovsk region / S.N. Nemtsev, A.V. Karpov, G.V. Saydyasheva // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2015. - No. 2. - P. 18-24.
5. Masyutenko, N.P. Evaluation of the influence of agrogenic factors on energy reserves in the labile part of the organic matter of typical black soil / N.P. Masyutenko // *Current problems of soil science, ecology and agriculture: a collection of reports of a scientific and practical conference*. - Kursk, 2016. -- P. 183-188.
6. Artemyev, V.M. The balance of nutrients in agriculture of Volgograd region / V.M. Artemyev, L.A. Spiridonova // *Agrochemical Vestnik*. - 2000. - No. 5. - P. 2-3.
7. Kulikova, A.Kh. Aftereffect of waste water used as fertilizer of agricultural crops, depending on the main tillage systems / A.Kh. Kulikova, N.G. Zakharov // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2015. - No. 2 (30). - P. 6-13.
8. Problems of usage of waste water as a fertilizer of agricultural crops / A.Kh. Kulikova, N.G. Zakharov, I.A. Vandyshev, S.V. Shaikin, A.V. Karpov // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2007. - No. 1 (4). - P. 8-18.
9. Kiryanov, D.P. The effect and aftereffect of waste water of Novocheboksarsk, manure and their combinations on the biological activity of light gray forest soil and the yield of feed crops / D.P. Kiryanov, L.N. Mikhailov // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2012. - No. 1 (17). -- P. 17-22.
10. Grishin, G.E. The change of fertility of gray forest soil under the influence of zeolite and fertilizers / G.E. Grishin, E.E. Kuzina // *Niva of the Volga region*. - 2008. - No. 2 (7). - P. 1-5.
11. Change in the humus state of the soil and crop yields against the background of natural zeolites and fertilizers / A.I. Alekseev, E.N. Kuzin, A.N. Arefyev, E.E. Kuzina // *Vestnik of Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*. - 2013. - No. 5. - P. 3-7.