

V.A. Kasatnikov<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 Vyatkinskoye, Sudogda district, Vladimir oblast, 601390 Russia  
E-mail: kasv47@yandex.ru

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy Listvennichnaya alleya 3, Moscow, 127550 Russia  
E-mail: raskatovv@list.ru

Results of field experiments on the study of microbiological changes and the contents of heavy metals in the soddy-podzolic soil under the effect of the systematic application of urban sewage sludge are presented.

Keywords: agrobiological, sewage sludge, heavy metals.

УДК 631.67:628.381.4

## ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОКАМИ НА УРОЖАЙ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ

С.Я. Семененко, Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий,  
О.М. Агеев, Волгоградский ГАУ  
400012, Волгоградская обл., Волгоград г, Трехгорная, 21.

Рассматриваются результаты исследований по определению оптимального сочетания технологий использования природной воды и животноводческих стоков при орошении кукурузы на зеленую массу. Приведены фактические значения оросительных норм по вариантам опыта, объем поступления в почву органического вещества с животноводческими стоками, их взаимосвязь и влияние на урожайность кукурузы.

Ключевые слова: технологии орошения, кукуруза, животноводческие стоки, урожайность, почва, водные ресурсы, плодородие, минеральные удобрения.

Для орошаемого земледелия источником органического удобрения являются стоки животноводческих ферм, а для сопрягающих ландшафтов и объектов водного хозяйства они служат источником бактериального и гельминтологического заражения. В решении проблемы охраны природы наиболее эффективно использование животноводческих стоков для орошения сельскохозяйственных культур. В результате воздействия микроорганизмов, находящихся в почве, происходит естественная очистка стоков, а органические и минеральные вещества, находящиеся в них, способствуют повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур [4, 8, 9].

Полевые опыты проводили в междуречье рек Дон, Иловля и Волга на донской гряде в южной части Приволжской возвышенности на территории ОАО «Краснодонское» Иловлинского района Волгоградской области.

Почвенный покров представлен в основном каштановыми почвами разного гранулометрического состава. Плотность сложения слоя 0-100 см составляет 1,39 т/м<sup>3</sup>, наименьшая влагоёмкость – 19,8 %. Каштановые почвы высоко обеспечены в доступной для растений форме обменным калием, фосфором и слабо обеспечены азотом [1].

В период 2011-2013 гг. проведены исследования по определению эффективного сочетания технологий внесения животноводческих стоков с поливной водой в соответствии с вариантами опыта (табл. 1). Предполивной порог влажности для всех вариантов принят 80 % НВ. В каждом из семи вариантов увлажнения нормы минеральных удобрений, рассчитанные на запланиро-

ванную урожайность кукурузы на зеленую массу 75 т/га, составили N<sub>187,5</sub> P<sub>112,5</sub> K<sub>37,5</sub>.

### 1. Схема опыта

Вариант опыта. Способ полива	Обозначение опыта
1. Полив природной водой	A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>
2. Полив осветленными животноводческими стоками с разбавлением природной водой в соотношении 1:4	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>
3. Полив осветленными животноводческими стоками с разбавлением природной водой в соотношении 1:3	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
4. Чередование двух поливов осветленными животноводческими стоками с разбавлением природной водой в соотношении 1:4 с одним поливом природной водой	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>
5. Чередование одного полива осветленными животноводческими стоками с разбавлением природной водой в соотношении 1:4 с одним поливом природной водой	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>
6. Чередование двух поливов осветленными животноводческими стоками с разбавлением природной водой в соотношении 1:3 с одним поливом природной водой	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>
7. Чередование одного полива осветленными животноводческими стоками с разбавлением природной водой в соотношении 1:3 с одним поливом природной водой	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>

Примечание. Факторы: А – степень разбавления животноводческих стоков природной водой, т<sub>с</sub>, В – режим чередования поливов сточной и природной оросительной водой, т<sub>п</sub> (здесь и в табл. 3).

Для повышения плодородия почвы одним из важнейших мероприятий является внесение органических удобрений. Они не только обогащают пахотный слой питательными веществами, но и улучшают свойства почвы, а также условия минерального питания растений.

В животноводческих стоках наблюдается высокая концентрация питательных веществ, 70% которых образуют органические (в их состав входят азотно-калийно-фосфорные) соединения с большим количеством полезной микрофлоры. Кроме того, в животноводческих стоках содержится значительное количество микроэлементов: бора, марганца, меди, цинка. Все ве-

щества находятся в легкодоступной для растений форме [7].

Эффективность применения стоков связана с дозой внесения, которая в свою очередь зависит от оросительной нормы, содержания питательных веществ в стоках и возможности превращения их в доступную форму, условий применения, характеризующихся сроком внесения удобрений, типа почвы, сельскохозяйственной культуры и качества работ (равномерность распределения).

Значения оросительной нормы зависят от метеоусловий конкретного года и в сухой год составляют от 3200 до 4400 м<sup>3</sup>/га, при этом объем внесенных стоков колебался от 320 до 1100 м<sup>3</sup>/га. В засушливые годы оросительная норма составила от 2400 до 4000 м<sup>3</sup>/га, а объем внесенных стоков – от 240 до 1000 м<sup>3</sup>/га, что на 10 % меньше, чем в сухой год (табл. 2).

Химический и гельминтологический состав стоков устанавливали по специальным методикам [3, 5, 6]. Оценку пригодности стоков для орошения давали после определения расчетной допустимой их концентрации, исходя из объема внесения со средневзвешенной оросительной нормой [2].

## 2. Оросительная норма по вариантам опыта, м<sup>3</sup>/га

Вариант опыта	2011 г.		2012 г.		2013 г.		Среднее	
	Стоки природная вода	Всего	Стоки природная вода	Всего	Стоки природная вода	Всего	Стоки природная вода	Всего
1	0 2800	2800	0 3200	3200	0 2400	2400	0,00 2800,00	2800,00
2	640 2560	3200	720 2880	3600	560 2240	2800	640,00 2560,00	3200,00
3	1000 3000	4000	1100 3300	4400	900 2700	3600	1000,00 3000,00	4000,00
4	480 2720	3200	480 3120	3600	320 2080	2400	426,60 2640,00	3066,60
5	320 2480	2800	320 2880	3200	240 2160	2400	293,33 2506,70	2800,03
6	600 3000	3600	700 3300	4000	600 2600	3200	633,33 2966,70	3600,33
7	400 2800	3200	500 3100	3600	400 2400	2800	433,33 2766,70	3200,03

Различный объем внесенных стоков обуславливает и различный объем внесенных элементов почвенного плодородия (табл. 3).

## 3. Поступление в почву НРК с ЖСВ, кг/га

Вносится (среднее за три года)	Вариант опыта						
	Природная вода	Разбавление 1:4				Разбавление 1:3	
		1	2	4	5	3	7
Со стоками	N	0,00	85,98	57,32	39,41	179,16	113,47
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	28,15	18,76	12,90	58,65	37,15
	K <sub>2</sub> O	0,00	61,32	40,88	28,11	127,77	80,92
С природной водой	N	41,78	38,20	39,39	37,40	44,76	41,28
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13,69	12,52	12,91	12,26	14,67	14,51
	K <sub>2</sub> O	29,82	27,26	28,12	26,70	31,95	31,60
Всего	N	41,78	124,17	96,71	76,81	223,92	157,73
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13,69	40,67	31,67	25,16	73,32	51,65
	K <sub>2</sub> O	29,82	88,59	69,00	54,80	159,72	112,52
Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га		2800	3200	3066	2800	4000	3600
Урожайность зеленой массы кукурузы, т/га		53,27	75,14	73,33	71,24	77,05	80,64
НСР <sub>05</sub>	для урожайных данных по фактору А – 2,73, фактору В – 2,73, для частных средних – 4,72						

Анализируя данные исследований, следует отметить, что увеличение дозы внесения азота, фосфора, калия в вариантах 2-7 по сравнению с контрольным вариантом (1) привело к увеличению прибавки урожайности от 17,97 до 27,37 т/га.

Сравнивая технологии поливов осветленными животноводческими стоками с разбавлением природной водой в соотношении 1:3 (вар. 3) с оросительной нормой 4000 м<sup>3</sup>/га (поступило в почву N<sub>223,92</sub> P<sub>73,32</sub> K<sub>159,72</sub>), с аналогичным вариантом, но с разбавлением 1:4 (вар. 2), где оросительная норма составила 3200 м<sup>3</sup>/га, что на 800 м<sup>3</sup>/га меньше чем в варианте 3, (поступило в почву N<sub>124,17</sub> P<sub>40,67</sub> K<sub>88,59</sub>) отмечаем прибавку урожая 1,91 т/га.

При сравнении между собой технологии чередования двух поливов животноводческими стоками с одним поливом природной водой (вар. 4 и 6), установлено, что в варианте 6 внесено N<sub>157,73</sub> P<sub>51,65</sub> K<sub>112,52</sub> при оросительной норме 3600 м<sup>3</sup>/га, а в варианте 4 при оросительной норме 3066,6 м<sup>3</sup>/га внесено N<sub>96,71</sub> P<sub>31,67</sub> K<sub>69,00</sub>, что увеличило урожай зеленой массы кукурузы на 7,31 т/га.

В варианте (7) чередования одного полива осветленными животноводческими стоками с разбавлением природной водой в соотношении 1:3 с аналогичным вариантом (5), но с разбавлением 1:4, оросительная норма в варианте 7 больше на 400 м<sup>3</sup>/га. При этом в варианте 7 внесено N<sub>118,91</sub> P<sub>38,94</sub> K<sub>84,83</sub>, а в варианте 5 – N<sub>76,81</sub> P<sub>25,16</sub> K<sub>54,80</sub>. Это позволило получить урожайность в варианте 7 на 7,81 т/га больше.

**Вывод.** Исследованиями доказана прямая зависимость урожайности зеленой массы кукурузы от технологии внесения животноводческих стоков и степени их разбавления.

Таким образом, использование для орошения кукурузы животноводческих стоков с разбавлением природной водой в соотношении 1:3, по сравнению с соотношением 1:4, позволяет получать высокие урожаи зеленой массы кукурузы, утилизировать большие объемы животноводческих стоков, экономить минеральные удобрения и повышать плодородие почв.

## Литература

- Агеев О.М. Технология орошения кукурузы животноводческими сточными водами/ О.М. Агеев// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование.- 2015.- №1(37).- С. 214-217.
- Додолкина В.Т. К вопросу методики оценки пригодности сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур // Использование сточных вод для орошения земель. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – С. 56-63.
- Кружильни И.П. Экологические ограничения при выращивании кукурузы на орошаемых землях Нижнего Поволжья / И.П. Кружильни, Н.В. Кузнецова// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – №2-С. 135-139.
- Кузнецова Н.В. Режим орошения и нормы внесения удобрений для получения запланированных урожаев зеленой массы кукурузы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья: автореферат дис...к.с.-х.н 06.01.02./ Н.В.Кузнецова.- Волгоград, 1991.-С. 22.
- Рекомендации по анализу сточных вод животноводческих комплексов/ ВНИО – М.: Прогресс.1984. – 63 с.
- Романенко Н.А. Гельминтологическая оценка использования сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения в различных почвенно-климатических зонах СССР/ Использование сточных вод для орошения земель / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1983. – С. 111-114.
- Семенов С.Я. Мелиорирующий эффект орошения животноводческими сточными / С.Я. Семенов, А.С. Семенов, Т.В. Никифорова//Плодородие. – 2009. – №5. – С.33-34.
- Семенов С.Я. Теоретическое и экспериментальное обоснование экологически безопасных технологий орошения кормовых культур природными и сточными водами: автореф. дис...д.с.-х.н:06.01.02./Семенов С. Я.- Волгоград, 2010.- 44 с.

## EFFECT OF IRRIGATION WITH LIVESTOCK WASTEWATER ON THE YIELD OF CORN GREEN MASS

S.Ya. Semenenko<sup>1</sup>, O.M. Ageenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Volga Research Institute of Ecological and Reclamation Technologies ul. Trekhgornaya 21, Volgograd, 100012 Russia

E-mail: pniiemt@yandex.ru

<sup>2</sup>Volgograd State Agricultural University pr. Universitetsky 26, Volgograd, 400002 Russia, E-mail: geometrygis@mail.ru

Results of studies to determine the optimal combination of natural water and livestock wastewater for the irrigation of green mass corn are discussed. The actual values of irrigation rates in the experimental treatments, the input of organic matter into the soil from livestock wastewater, and their interrelation and impact on corn yield are presented.

Keywords: irrigation technology, corn, livestock waste, crop yields, soil, water, fertility, mineral fertilizer.

УДК 631.41. – 631.48.

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЯ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Н.В. Минаев, Н.Л. Поветкина, к.б.н., Д.В. Мусенова, РГАУ-МСХА

Показано закономерное изменение цветовой гаммы почв и космических снимков в зависимости от степени гидроморфности, гумусированности, породы, применения органических удобрений, покрытия поверхности растительностью, расположения почв в катене. Предлагается использование для агроэкологической оценки серых лесных почв цветовой гаммы, в цветовых системах СМΥΚ, Lab, RGB, определяемой методами компьютерной диагностики.

Рассматривается пример создания цифровой карты агроэкологических групп земель на территорию землепользования хозяйства Ярославской области с предположением интерпретации на территорию со схожими условиями. Подходы цифровой почвенной картографии могут быть использованы при проектировании и помочь автоматизировать и формализовать процесс создания карты агроэкологических групп земель с контролем ее достоверности.

Ключевые слова: цифровая почвенная картография, плодородие, цветовая гамма почв и космических снимков.

**Объекты исследования и методика.** Объектом исследования выбраны серые лесные почвы хозяйства «Дружба» Владимирского ополя Ярославской области. Краткая характеристика почв приводится в таблице 1 [7].

**1. Физико-химическая характеристика серых лесных среднесуглинистых почв**

Горизонт, глубина, см	Гумус, %	рН <sub>KCl</sub>	S	Нг
			мг-экв/100 г почвы	
Целинная				
A <sub>1</sub> , 10-27	3,3	5,7	25,9	2,9
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> , 27-38	3,2	5,3	27,3	1,7
A <sub>2</sub> B, 38-59	0,7	5,8	23,1	1,2
Поверхностно-глееватая пахотная				
A <sub>п</sub> , 0-35	4,5	5,7	33,8	1,6
A <sub>2</sub> B <sub>г</sub> , 35-55	0,4	5,8	24,3	1,2
Пахотная				
A <sub>п</sub> , 0-35	3,0	5,7	23,4	2,6
A <sub>2</sub> B, 35-55	0,6	5,9	27,0	1,2
Смытая пахотная				
A <sub>п</sub> , 0-28	2,5	5,4	25,5	3,5
A <sub>2</sub> B, 28-58	0,4	6,4	25,8	0,6

По почвенно-географическому районированию территория землепользования относится к подзоне дерново-подзолистых почв южной тайги, но специфика Ополя привела к формированию других почв, чаще классифицируемых как серые лесные.

Рельеф территории сформировался в московскую ледниковую эпоху среднего плейстоцена. Основной почвообразующей породой выступают покровные суглинки.

Факторы, ограничивающие сельскохозяйственное использование земель на исследуемой территории – эрозия и переувлажнение. Поэтому наличие и долевое участие в структуре почвенного покрова эродированных и оглеенных почв является основанием для типизации почвенных комбинаций и выделения агроэкологических групп земель [7, 9].

В процессе картографирования использовали традиционную почвенную карту, составленную в рамках проекта АЛСЗ для учхоза «Дружба». Критерии выделения и типизация земель с учетом почвенного покрова разработаны ранее, с учетом местных условий [9]. Выделены следующие группы земель: автоморфные, слабоэрозионные, среднеэрозионные, сильноэрозионные, полугидроморфно-эрозионные, полугидроморфно-зональные, слабопереувлажненные, среднереувлажненные, сильнопереувлажненные и пойменные [3].

Таким образом, цифровой подход картографирования применялся непосредственно к агроэкологическим группам земель по основным лимитирующим факторам. Были построены карта агроэкологических групп земель по 10 категориям и карта неопределенности прогноза агроэкологической группы в каждой точке матрицы.

Для получения свежих почвенных данных провели уточняющие полевые почвенные изыскания. На территории был выбран ключевой участок, охватывающий максимальное разнообразие элементов рельефа для формирования эталонов распространения агроэкологических групп (обучающая выборка), на основе которых в дальнейшем проводили дискриминантный анализ.