

## ВЛИЯНИЕ НОРМ ВНЕСЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ

**Починова Татьяна Владимировна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры "Гуманитарные и естественнонаучные дисциплины"

Технологический институт – филиал ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А.Столыпина»

Ульяновская обл, г. Димитровград, ул. Куйбышева д.310

**Захаров Николай Григорьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры "Почвоведение, агрохимия и агроэкология"

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

e-mail: potv88@mail.ru

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, осадки сточных вод, зеленая масса кукурузы, продуктивность.

В статье рассматривается влияние внесения удобрений на основе осадков сточных вод г. Ульяновска и Димитровграда на качество растениеводческой продукции. Изучено влияние удобрения на основе ОСВ на качество сельскохозяйственные культуры (кукурузы) в норме от 10 до 40 т/га.

### Введение

Для выработки экологически безопасных пищевых продуктов требуется экологически безопасное сырье, которое можно получить только при условиях, обеспечивающих соответствующее состояние окружающей среды (почвы, воды, воздуха, флоры). Порядок контроля качества, содержания в почве и в выращиваемой сельскохозяйственной и другой продукции, а также порядок внесения осадков сточных вод (ОСВ) в расчетных дозах нормируемых загрязнений и санитарных показателей определяет технический регламент СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов МЗ РФ 1999г.» [1].

Известно, что внесение осадков сточных вод неизбежно ведет к накоплению в почве тяжелых металлов, поэтому необходимо установить их оптимальные нормы, исключая негативное влияние ТМ на почвенную биоту и качество растительной продукции. Норма внесения должна быть экологически безопасной и экономически оправданной.

Цель работы: изучить эффективность использования осадков сточных вод в качестве удобрения сельскохозяйственных культур.

### Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были выбраны осадки сточных вод с иловых карт очистных сооружений «Левобережье» г. Ульяновска и «Правобережье» г. Димитровграда. Для проведения полевых опытов использовались осадки сточных вод 10-летнего хранения. Учеты, наблюдения и анализы в опытах проводились по общепринятым методикам. Содержание тяжелых металлов – атомно-абсорбционным методом, радиоактивных изотопов – на установке малого фона УМФ–2000. Содержание азота в растительных образцах и зерне по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93), фосфора по А.А. Бондаренко и Д.К. Харитоновой (ГОСТ 30504-97), калия – методом пламенной фотометрии. Все анализы проведены авторами в ФГУ САС «Ульяновская».

### Результаты исследований

Имеются многочисленные свидетельства, что при внесении в почву осадков сточных вод как удобрения повышается урожайность сельскохозяйственных культур. Следует отметить, что эффективность ОСВ неоднозначна при использовании на разных почвах и под разные культуры и определяется многими факторами: каче-

ственным составом ОСВ и нормой внесения, способами и глубиной их заделки, свойствами почвы, погодными условиями вегетационного периода и биологическими особенностями возделываемых культур. Последнее обуславливает необходимость научного обоснования применения осадков сточных вод в каждом конкретном случае.

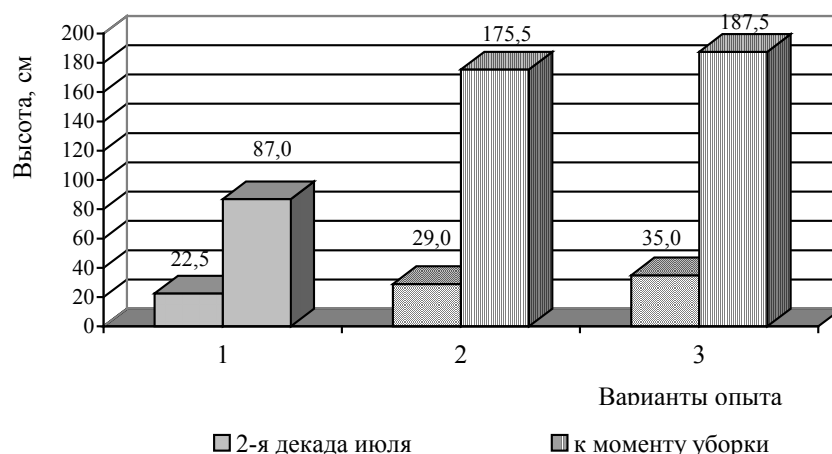
Результаты проведенных полевых опытов показали, что ОСВ достоверно повышают урожайность зеленой массы кукурузы, в среднем за три года от внесения 10 т/га на 8,7 %, а в норме 20 т/га по отношению к контролю – на 12,6 % [2,3,4].

Исходя из результатов статистической обработки данных следует считать, что норма 10 т/га достаточна для получения достоверного эффекта от ОСВ. Однако при норме 20 т/га эффективность значительно повышалась. Аналогичные результаты получены Жуковой А.А., Пехлецкой А.Ф. и Сулима А.Ф. [5], прибавка урожайности зеленой массы кукурузы в среднем за 2 года исследований составила 63 ц/га. При этом отмечено, что процент прибавки урожая неадекватен увеличению дозы ОСВ. Значительный рост прибавки урожайности наблюдался при применении 20 т/га ОСВ (20 %), а в интервале доз 20...40 т/га прирост прибавки почти в два раза снижался (11,9 %), при дальнейшем увеличении нормы (до 60 т/га) составлял только 3 %.

Анализ результатов опытов показал, что ОСВ г. Димитровграда заметно повлияли на урожайность кукурузы и прибавка урожая зеленой массы по всем вариантам опыта выглядит весьма значительной [6,7].

В среднем прибавка урожайности по вариантам опыта по годам находилась в пределах 5,7– 8,8 т/га [8,9].

Внесение осадков в дозе 20 и 40 т/га



**Рис.1 – Влияние осадков сточных вод на рост кукурузы (среднее за 2005–2007 гг.)**

стимулировало развитие растений (кукурузы), причем доза внесения 20 т/га ОСВ благоприятно влияла на развитие листовой поверхности, а 40 т/га – на развитие стебля. Следовательно, целесообразно вносить 20 т/га ОСВ под кукурузу, предназначенную для летнего укоса, а 40 т/га – для силосования.

Известно, что урожайность растений определяется, прежде всего, размерами ассимиляционной поверхности, продолжительностью ее работы. С этой целью в течение вегетационного периода неоднократно проводились измерения биометрических показателей растений по вариантам с целью выявления влияния ОСВ на рост и развитие кукурузы. В зависимости от дозы внесения ОСВ высота растений кукурузы в среднем по годам колебалась в различных пределах (рис. 1).

Во второй декаде июля максимальная высота растений кукурузы была отмечена на варианте 20 т/га ОСВ и 40 т/га ОСВ и составила соответственно 29 и 35 см, что на 6,5 и 12,5 см выше значения на контроле. К моменту уборки максимальные значения высоты растений кукурузы были отмечены в тех же вариантах опыта и составили 175,5 и 187,5 см соответственно, что на 88,5 и 100,5 см выше, чем на контроле.

В прямом действии ОСВ, в зависимости от доз, увеличивали высоту растений кукурузы в 1,2 – 1,5 раз в начале вегетации

Таблица 1

## Влияние осадков сточных вод на содержание ТМ в зеленой массе кукурузы

Вариант		На сухое вещество, мг/кг							Бк/кг		
		Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr <sup>3+</sup>	Hg	As	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>
Контроль		8,97	1,6	0,11	0,24	1,85	0,92	0,0059	0,087	17,4	1,06
ОСВ	10т/га	8,80	1,5	0,11	0,26	1,88	0,89	0,0053	0,081	17,9	1,33
	20 т/га	9,03	1,4	0,09	0,22	1,96	1,03	0,0053	0,078	16,7	0,87
*МДУ в кормах для сельскохозяйственных животных		50	30	0,3	5,0	3,0	0,5	0,05	0,5	80	40
НСР <sub>05</sub>		1,23	0,3	0,02	0,04	0,14	0,13	0,0016	0,019	2,2	0,36

\* – МДУ некоторых химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных № 123-41-281-87 от 15.07.1987, СанПиН 2.1.7.573-96.

Таблица 2

## Содержание ТМ в органах растений кукурузы при внесении различных норм осадков сточных вод

Части растений	Вариант	На сухое вещество, мг/кг							Бк/кг			
		Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr <sup>3+</sup>	Hg	As	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	
листья	Контроль	7,8	1,2	0,08	0,19	0,80	0,37	0,0029	0,018	9,9	0,66	
	ОСВ	10т/га	6,9	1,1	0,08	0,21	0,87	0,42	0,0025	0,022	10,0	0,55
		20 т/га	7,7	1,0	0,07	0,17	0,80	0,40	0,0022	0,014	9,8	0,70
стебли	Контроль	13,3	1,9	0,19	0,52	2,35	1,18	0,0076	0,0102	16,8	0,91	
	ОСВ	10т/га	13,7	1,9	0,20	0,57	2,52	1,28	0,0076	0,100	17,9	1,12
		20 т/га	13,0	1,8	0,16	0,54	2,38	1,43	0,0075	0,093	17,7	1,23
початки	Контроль	12,8	2,1	0,13	0,31	2,18	1,08	0,0068	0,095	18,5	1,29	
	ОСВ	10 т/га	13,0	2,2	0,15	0,36	2,18	1,13	0,0064	0,094	19,0	1,84
		20 т/га	12,3	2,6	0,14	0,31	2,33	1,28	0,0064	0,89	17,9	1,22

и в 2 раза – к моменту уборки урожая.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о положительном влиянии ОСВ на увеличение продукции растениеводства и перспективности использования ОСВ в качестве удобрения.

Содержание тяжелых металлов является основным лимитирующим фактором при использовании осадков сточных вод в качестве удобрения (табл. 1).

Результаты исследований показали, что при указанных нормах использования осадков сточных вод в качестве удобрения практически не происходило накопления тяжелых металлов в продукции. Содержание

их в зеленой массе кукурузы без применения ОСВ не превышало максимально допустимые уровни, а при использовании осадков в нормах более 10 т/га появлялась тенденция к накоплению отдельных элементов (Pb, Ni) в продукции. При более высокой норме внесения ОСВ (20 т/га) содержание никеля в зеленой массе кукурузы повышалось на 6 %, хрома – на 12 %.

При использовании осадков сточных вод в системе удобрений также важно знать распределение тяжелых металлов в органах растений с тем, чтобы при необходимости использовать в качестве корма или непосредственно в пищу наименее загрязнен-

Таблица 3

## Содержание тяжелых металлов и радиоактивных изотопов в зеленой массе кукурузы

Вариант	На сухое вещество, мг/кг								Бк/кг		
	Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr <sup>3+</sup>	Hg	As	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	
Контроль	9,79	2,1	0,16	0,28	2,08	1,2	0,0041	0,062	19,8	1,11	
ОСВ	20т/га	9,08	2,0	0,18	0,28	2,18	1,4	0,0048	0,084	19,9	1,46
	40 т/га	10,6	2,4	0,20	0,30	2,40	1,41	0,0050	0,088	19,8	1,47
*МДУ в кормах для сельскохозяйственных животных	50	30	0,3	5,0	3,0	0,5	0,05	0,5	80	40	
НСП <sub>05</sub>	1,20	0,27	0,02	0,06	0,16	0,16	0,0018	0,022	2,4	0,41	

\* – МДУ некоторых химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных № 123-41-281-87 от 15.07.1987, СанПиН 2.1.7.573-96. \*\* – ПДК Cr<sup>6+</sup>

ные части растений. В таблице 2 представлены данные по содержанию ТМ в различных органах растений кукурузы.

Судя по результатам анализов, содержание всех тяжелых металлов выше в стеблях и початках. Однако в початках их все же заметно меньше. Данные противоречат материалам большого количества отечественных и зарубежных публикаций, утверждающих, что минимальное количество токсичных элементов всегда содержится в органах запасаания ассимилянтов [10,11]. Вероятно, такое распределение ТМ по органам растений кукурузы объясняется невысоким уровнем загрязнения почвы при использовании ОСВ в приведенных нормах. Кроме того, следует отметить, что определение ТМ проводилось в целом в початках, а не в зерне, так как в период уборки на силос оно было только в фазе молочно-восковой спелости. При этом в отношении ряда элементов не обнаруживалось определенной закономерности поступления их в зависимости от норм осадков в те или иные органы растений. Однако наблюдалась четкая тенденция повышения содержания меди и никеля в початках. Содержание хрома также увеличивалось при повышении норм внесения осадков, как в стеблях, так и початках. Следовательно, наибольшую опасность при использовании ОСВ с иловых карт очистных сооружений «Левобережье» г. Ульяновска в качестве органоминерального удобрения представляет никель [12,13].

Необходимо особо остановиться на содержании радиоактивных изотопов стронция-90 и цезия-137. В связи с отсутствием установленных предельно допустимых уровней поступления трудно судить об уровне загрязнения ими почв при использовании осадков сточных вод в качестве удобрения. Следует только отметить, что увеличение поступления их в зеленую массу кукурузы при применении ОСВ не происходило.

Результаты проведенной экологической оценки ОСВ г. Димитровграда (Правобережье) показали [14], что при внесении осадков сточных вод в нормах 20 и 40 т/га в качестве удобрения накопление ТМ и радиоактивных изотопов в зеленой массе кукурузы не превышало допустимые уровни содержания их в продукции (табл. 3).

### Выводы

Таким образом, изучение влияния норм внесения ОСВ гг. Ульяновска и Димитровграда на урожайность и качество зеленой массы кукурузы позволяет сделать следующие выводы:

- процент прироста урожайности зеленой массы кукурузы от нормы внесения ОСВ г. Ульяновска 10 т/га составил 8,7 %, а 20 т/га – всего 3,5 %;
- в среднем урожайность кукурузы при внесении ОСВ г. Димитровграда находилась в пределах 5,7–8,8 т/га, что на 20 и 30 % больше по сравнению с контролем;
- поступление тяжелых металлов в по-

чву с осадками сточных вод при использовании в нормах 10, 20 и 40 т/га не превышало предельно допустимые уровни. Увеличение норм внесения может привести к превышению ПДУ поступления в почву свинца и никеля;

- осадки сточных вод, вносимые под сельскохозяйственные культуры, не влияли на накопление изученных тяжелых металлов (Zn, Ni, Cu, Pb, Cd, Cr, Hg) в основной продукции. При этом в большинстве случаев их содержание с увеличением дозы внесения оставалось неизменным или повышалось незначительно в пределах 0,1–0,2 единицы;

- увеличение поступления радиоактивных изотопов стронция-90 и цезия-137 в зеленую массу кукурузы при использовании ОСВ в указанных выше нормах не происходило;

- никель представляет наибольшую опасность при использовании осадков сточных вод в качестве органоминерального удобрения. Последнее обуславливает необходимость разработки мероприятий по снижению поступления его в растениеводческую продукцию.

### Библиографический список

1. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.1.7.573 – 96с.

2. Воробьева, Р.П. Использование осадков сточных вод/ Р.П. Воробьева, А.С. Давыдов, Л.Ф. Новикова, Е.А. Пивень, А.В. Шуравилин // Агрехимический вестник 2000.-№ 6.- С 36 - 37.

3. Захаров, Н.Г. Роль обработки почвы и осадков сточных вод в повышении продуктивности кукурузы на силос / Н.Г. Захаров, И.А. Вандышев, А.В. Карпов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2007. - № 2. - С. 17 – 20.

4. Починова, Т.В. Эколого-биологическая оценка продуктивности растениеводства при использовании осадков сточных вод г. Димитровграда / Т.В. Починова, Н.Г. Захаров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – №4 (8). С. 80–83.

5. Жукова, Л.А. Осадки сточных вод в

качестве удобрения / Л.А. Жукова, А.Ф. Пехлецкая, А.Ф. Сулима // Химизация сельского хозяйства.- 1998.- № 10.- С.35 – 39.

6. Куликова, А.Х. Проблемы утилизации осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения сельскохозяйственных культур /А.Х. Куликова, Н.Г.Захаров, И.А. Вандышев, А.В. Карпов, С.В. Шайкин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2007. – 1(4). – С. 8-18.

7. Починова, Т.В., Куликова, А.Х., Захаров, Н.Г. Использование осадков сточных вод Ульяновской области в качестве удобрения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Аграрная наука, 2010. № 11.10. С.23-24.

8. Починова, Т.В. Влияние осадков сточных вод г. Димитровграда на урожайность зеленой массы кукурузы / Т.В. Починова, Н.Г. Захаров // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы применения удобрения в сельском хозяйстве». Владикавказ.- 2005. С. 21–23.

9. Головатый, С.Е. Накопление тяжелых металлов в растениях кукурузы и кормовой свеклы при длительном использовании осадков сточных вод на легких почвах/ П.Ф. Жигарев, Н.И. Ковширко, Н.Н. Лутович // Почвоведение и агрохимия. – 1996. Вып. 29. - С. 263 – 271.

10. Авраменко, П.М. Загрязнение почвы тяжелыми металлами и их накопление в растениях/ П.М. Авраменко, С.В. Лукин // Агрехимический вестник. – 1999.-№ 2.- С. 31 - 32.

11. Починова, Т.В. Безопасные подходы к решению проблемы утилизации осадков сточных вод / Т.В. Починова // 3-я Всероссийская научная конференция «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2013. - С.235.

12. Захаров, Н.Г. Биоэнергетическая эффективность систем основной обработки почвы при возделывании кукурузы на силос с использованием осадков сточных вод в качестве удобрения / Н.Г.Захаров, А.В. Карпов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции: «Биологические и экологические проблемы земледелия По-



волжья». Чебоксары, 2010.- С. 79-81.

13. Климова, Н. В. *Осадки сточных вод как нетрадиционное органическое удобрение* / Н. В. Климова, Т. В. Починова // *Аграрная наука*. - 2009. - № 1. - С. 13-16.

14. Куликова, А.Х. Эффективность

осадков сточных вод в качестве удобрения сельскохозяйственных культур // Н.Г. Захаров, Т.В. Починова // *Агрохимический Вестник*. – 2010. – № 5. – С. 32–36.

УДК 633.2:631.86

## СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ ФУНКЦИИ МНОГОЛЕТНИХ ФИТОЦЕНОЗОВ В СЕВООБОРОТАХ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

**Тойгильдин Александр Леонидович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и растениеводство»

**Морозов Владимир Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой «Земледелие и растениеводство»

**Подсевалов Михаил Ильич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и растениеводство»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.; 8(8422)55-95-75;

e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

**Ключевые слова:** севооборот, многолетние травы, фитомасса, агрофизические свойства почвы, продуктивная влага, засоренность посевов, биологический азот, предшественники.

В статье приведены данные по накоплению биомассы многолетними фитоценозами (кострец, люцерна и эспарцет) и продуктивности симбиотической азотфиксации бобовых. Проведена оценка влияния многолетних трав на засоренность посевов и почвенную среду в зависимости от органоминеральных систем удобрений с навозом, соломой и сидератами в севооборотах лесостепи Поволжья.

### Введение

Одной из задач государственной политики в области сельского хозяйства, наряду с повышением конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей и решения проблемы продовольственной безопасности, является сохранение и воспроизводство природных ресурсов, в т.ч. почвы и ее плодородия как главного средства производства в сельском хозяйстве [1, 2].

В настоящее время почва рассматривается не только как носитель земных факторов жизни растений, но и как важная системная часть биосферы [3, 4, 5]. Почва является продуктом основного ландшафтообразующего элемента - биоценозов и, пре-

жде всего, растительного покрова [6.].

По В.И. Вернадскому [7], средообразующая роль живого вещества в биосфере выражается в участии живых организмов в химических процессах по изменению вещественного состава биосферы. По мнению Кутузовой А.А. [8], современное понимание средообразующей роли (функций) растений в фитоценозах, в том числе многолетних трав в севооборотах, многообразно и заключается не только в выполнении почвозащитной функции, а имеет более широкое содержание. Важными средообразующими функциями растений является их способность связывать солнечную энергию в урожае, аккумулировать ее в верхнем слое