

На правах рукописи

СУРИКОВА НАТАЛЬЯ ВЯЧЕСЛАВОВНА



ПРИМЕНЕНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД
ДЛЯ УДОБРЕНИЯ ОСУШАЕМЫХ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ
ЛУГОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

06.01.03 - агропочвоведение и агрофизика
06.01.02 - мелиорация, рекультивация и охрана земель

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

МОСКВА 2004

Работа выполнена на кафедре почвоведения, агрохимии и агроэкологии аграрного факультета Российского университета дружбы народов. Полевые исследования проводились в ОАО "Раменское" Раменского района Московской области.

Научные руководители:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Анатолий Васильевич Шуравилин
доктор технических наук, профессор
Владимир Степанович Меркурьев

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор
Николай Федорович Ганжара
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ Генриетта Егоровна Мерзлая

Ведущая организация:

Всероссийский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации им. А.Н.Костякова (ВНИИГиМ)

Защита диссертации состоится 21 сентября 2004г.
в 13 часов на заседании диссертационного совета К 212.203.11
в Российской университете дружбы народов по адресу: 117198,
Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8, корп.2 (Аграрный факультет)

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке
Российского университета дружбы народов по адресу:
ул Миклухо-Маклая, д. 6

Автореферат разослан "11" августа 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук


В.И.Скориков

Общая характеристика работы

— Актуальность исследований. Для расширенного воспроизводства почвенного плодородия требуется регулярное внесение в почву органических и минеральных удобрений. Одним из путей снижения дефицита органических удобрений в сельском хозяйстве является использование осадка сточных вод (ОСВ), который содержит основные элементы питания растений и многие микроэлементы. Кроме того, ОСВ могут существенно улучшить физические и химические свойства почв.

В настоящее время ОСВ используют в небольших количествах из-за содержания токсичных веществ, но опыт показывает, что при правильных технологиях и дозах внесения утилизация ОСВ в качестве удобрения может быть экологически и экономически целесообразной.

Использование ОСВ является также важной природоохранной проблемой ввиду больших объемов их накопления на очистных сооружениях.

Актуальность темы обусловлена недостаточностью опыта применения ОСВ в качестве удобрения на осушаемых пойменных землях.

Целью работы явилось изучение возможности и эффективности применения ОСВ в качестве удобрения для кормовых культур в условиях осушаемых аллювиальных луговых почв Московской области и разработка рекомендаций по технологии и дозам внесения ОСВ.

В задачи исследований входило:

1. Определение состава и свойств осадка сточных вод Раменских очистных сооружений.
2. Исследование влияния ОСВ и его сочетания с известью и калийным удобрением на физические, химические и физико-химические свойства осушаемой луговой почвы Москворецкой поймы.
3. Исследование влияния осадка сточных вод и совместного его внесения с известью и калийным удобрением на урожайность озимой ржи на зеленую массу, многолетних трав и качество продукции.
4. Разработка рекомендаций по дозам и технологии применения ОСВ в качестве удобрения и его использованию вместе с известью и калием.
5. Определение эколого-экономической эффективности применения ОСВ в качестве органического удобрения.

Научная новизна результатов исследований.

На основе трехлетних полевых исследований дано обоснование применения ОСВ, а также ОСВ совместно с известью и калием для удобрения осушаемых почв Москворецкой поймы при возделывании кормовых культур. Дана агроэкологическая оценка ОСВ Раменских очистных сооружений. Установлено, что внесение ОСВ в почву и его совместное использование с известью и калийным удобрением способствует улучшению её структуры, повышает содержание гумуса и питательных веществ и урожайность кормовых культур. Выявлены закономерности в изменении физических, водных, химических свойств почвы и урожайности озимой ржи и многолетних трав от дозы внесения ОСВ и совместного применения ОСВ с известью и калийным удобрением.

Установлено влияние внесения
С. Петербург
09 3004

ОСВ, извести и калийного удобрения на содержание микроэлементов и тяжелых металлов в почве и растениях. Дана эколого-экономическая оценка эффективности применения ОСВ и его сочетания с известью и калием в качестве удобрения почв.

Практическая ценность работы.

Разработаны рекомендации производству по применению ОСВ совместно с известью и калием в качестве удобрения для озимой ржи на зеленый корм и многолетних трав на осушаемых аллювиальных луговых почвах нижнего течения р.Москвы.

Прибавка урожая многолетних трав при внесении ОСВ в количестве 30...90 т/га 1 раз в три года в среднем за трехлетний период составила 2,98...7,78 т/га зеленой массы в год при сохранении хорошего качества продукции. Внесение калия на фоне 60 т/га ОСВ увеличило урожайность в среднем за три года на 9,4%, внесение извести — на 4,1%, а совместное внесение ОСВ 60 т/га, извести и калия - на 12,1%. Экономический эффект от применения ОСВ, извести и калия составил по вариантам 289... 1189 руб/га в год с учетом предотвращенного экологического ущерба.

Апробация работы.

Основные положения работы докладывались на научно-технических конференциях в МГУП и на кафедре почвоведения, агрохимии и агроэкологии РУДН.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 6 работ.

Объем работы. Диссертация имеет объем 163 страницы и включает введение, 6 глав, выводы, рекомендации производству и список литературы из 126 работ, в том числе 10 на иностранных языках.

Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрывается научная новизна и практическая ценность результатов работы.

В первой главе обобщен опыт применения осадка сточных вод в качестве удобрения, проанализированы литературные данные [Беляева С.Д., Воробьева Р.П., Касатиков В.А., Романенко Н.А., Мерзлая Г.Е. и другие] о влиянии ОСВ на почвы и растения, сделаны выводы об экономической и экологической целесообразности использования ОСВ в качестве удобрения и отсутствии рекомендаций по дозам и технологиям применения ОСВ на осушаемых пойменных землях.

Во второй главе описаны условия, объект и методика полевых исследований. Полевые опыты проведены в 2001...2003 на землях ОАО «Раменский» Раменского района Московской области. Опытный участок находится в центральной части Раменского расширения поймы р. Москвы. Аллювиальные отложения поймы имеют слоистое сложение, сверху суглинистые и глинистые. В настоящее время центральная часть поймы имеет атмосферно-грунтовый тип водного питания. Севооборотный участок осу-

шается гончарным дренажом с расстояниями между дренажи 22 м и средней глубиной дрен 1,1м.

Почва опытного участка - аллювиальная луговая тяжелосуглинистая, с 90 см оглееная. В пахотном слое 0...20см содержание гумуса 3,98%, рН = 6,0, содержание валовых форм азота, фосфора и калия соответственно 0,21%, 0,24 и 2,06%, доступных форм - $N_{дг}$, P_2O_5 и K_2O - 7,9, 7,3 и 9,4 мг/100г. содержание кальция - 1,1%, емкость поглощения - 29,2 мг-экв/ЮОг. Грунтовые воды на участке залегают на глубине 0,6... 1,1 м, пресные с содержанием солей по сухому остатку 0,2-0,3 г/л, имеют слабокислую и близкую к нейтральной реакцию (рН=6,1...6,5).

Сельскохозяйственное использование участка типично для осушаемых луговых почв поймы. После уборки капусты среднеспелой перед вспашкой поля в начале августа 2000 г. были выбраны площадки для размещения опытных делянок, на которые внесены ОСВ, навоз, калийное удобрение, известь в соответствии со схемой опыта (табл.1).

Таблица 1

Варианты полевого опыта

Номер варианта	Вариант опыта
1	Контроль
2	Навоз КРС 30 т/га
3	ОСВ 30 т/га
4	ОСВ 60 т/га
5	ОСВ 60 т/га + известь
6	ОСВ 60 т/га + калий
7	ОСВ 60 т/га + калий +известь
8	ОСВ 90 т/га

В середине августа 2000г. хозяйством выполнена вспашка с оборотом пласта, боронование, предпосевная обработка комплексным агрегатом РВК и посев озимой ржи на зеленую массу с подсевом многолетних злаковых трав: тимopheевка луговая 45%, кострец безостый 20%, овсяница луговая 20%, ежа сборная 15%.

Во вторую декаду июля 2001 г. на поле проведен укос озимой ржи на зеленую массу с получением 196 ц/га, а в сентябре - укос многолетних трав (23 ц/га зеленой массы). В 2002 и 2003 г.г. на поле возделывались многолетние травы 2-го и 3-го года пользования с одним укосом в 2002 г. (160 ц/га зеленой массы) и двумя укосами в 2003 г. (175 и 125 ц/т).

Опытные делянки расположены посередине двух междреней по две повторности параллельно дренам. Размеры опытной делянки приняты 3х3 м², учётной делянки - 2х2 м, повторность опыта четырехкратная. ОСВ, навоз, известь и калийное удобрение внесены вручную и запаханы на глубину 20 см. Характеристика осадка сточных вод приведена в табл.2. Содержание тяжелых металлов в ОСВ отвечало требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.

Характеристика внесенного навоза: вид животных - крупный рогатый скот; вид подстилки - солома ржи; степень разложения - полуперепревший, 6-ти месяцев холодного хранения; рН = 7,1; плотность 0,8 т/м³; влажность 73,5%; сухое вещество 26,5%; органическое вещество 70,2% сухого вещества; азот общий 0,77 %; азот аммиачный 0,12%; фосфор подвижный 0,39%; обменный калий 0,67%; СаО 0,49% сухого вещества.

Таблица 2

Характеристика осадка сточных вод очистного сооружения г. Раменское

Показатель	Содержание	Показатель	Содержание
Влажность, %	71,4	Калий обменный	0,042
Плотность, т/м ³	0,98	Кальций СаО	1,01
Консистенция	влажной земли	Магний MgO	0,37
рН	7,0	Натрий Na ₂ O	0,001
Содержание, % от массы сухого вещества:		Cd	11,9
Органическое вещество	50,8	Pb	98,3
Азот валовый	2,14	Ni	96,6
Азот аммонийн.	0,19	Co	92,4
Азот нитратный	0,51	Cr _{общ}	27,8
Фосфор общий	2,68	Zn	956,5
Фосфор подвижн.	0,57	Cu	137,7
Калий общий	0,63	Mn	583,3
		Mo	3,3
		Hg	0,82
		As	нет

Для известкования почвы применена мука известняковая слабопылящая ГОСТ 14050-78 дозой 5,8 т/га. В качестве калийного удобрения применен хлористый калий ТУ 6-12-3-81 дозой 70 кг/га.

Наблюдения за климатическими характеристиками и показателями динамических процессов на участке проведены в 1, 6, 9, 12, 15 декады вегетационного периода с 1.05 по 30.09, в остальные декады принимались значения климатических характеристик по метеостанции «Быково» с введением микроклиматических коэффициентов. Замеры и анализы исследуемых показателей проводились стандартными методами.

При изучении водного и питательного режимов почвы использовался балансовый метод. Для прогнозов водного режима почв и содержания химических элементов в почве применено математическое моделирование. Учет урожая проводили сплошным методом. Результаты исследований обрабатывали методами математической статистики.

В главе 3 приводятся показатели водного режима почвы опытного участка: изменения уровня грунтовых вод и влажности почвы. Для повышения детальности показателей водного режима и определения интенсивности водообмена почвы с грунтовыми водами проведено математическое моделирование влагопереноса в зоне аэрации по модели А.И.Голованова

(МГУП), параметры которой обоснованы по материалам наблюдений на опытном участке.

Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур определено расчетом подекадно по формуле Н.Н.Иванова с биологическими (K_b) и микроклиматическими ($\beta_{\text{пойм}}$) коэффициентами, принятыми по литературным данным и по наблюдениям на опытном участке:

$$E = 0,061K_b\beta_{\text{пойм}}(T + 25)^2(100-a)$$

где E - суммарное водопотребление сельскохозяйственной культуры, мм/дек; T, a - среднедекадные температура (°C) и относительная влажность воздуха (%).

Суммарное водопотребление совместного посева озимой ржи и многолетних трав в 2001 г. составило 357,4 мм и показано на рис.1, для многолетних трав в 2002 г. составило 366,9 мм, в 2003 г. - 322,3 мм.



Рис. 1. Суммарное водопотребление озимой ржи с подпокровными многолетними травами

Изменения влажности почвы и глубины грунтовых вод в течение вегетационного периода по результатам математического моделирования приведены на рис. 2. На этих графиках видно, что опытные данные сравнительно хорошо соответствуют расчетным (расхождения в глубинах грунтовых вод 8...9%, в величинах влажности почвы 1...5%, невязка водного баланса составила 9,8... 11,2%)

Дренажный сток, замеренный по центральной дрене, составлял в 2001г. в среднем за период вегетации 0,00011 л/с*га, в 2002г. - 0,00003 и в 2003г. - 0,00017 л/с*га. Расхождения с расчетными величинами дренажного модуля составили соответственно 23%, 1% и 31%, что указывает на необходимость более частых замеров дренажного стока во влажные годы.

По результатам расчетов на рис. 3 построен график связи относительной величины водообмена почвенного слоя и грунтовых вод (g/Ос) со средней за вегетацию влажностью почвы ($\omega_{\text{срвсг}}$). На графике выделены точки, соответствующие годам исследований и использованные в расчетах вымыва элементов. График позволяет прогнозировать изменения водного режима рассматриваемых почв в условиях изменения

климатических условия, а также прогнозировать динамику вымыва химических элементов из почвы в годы разной естественной увлажненности.

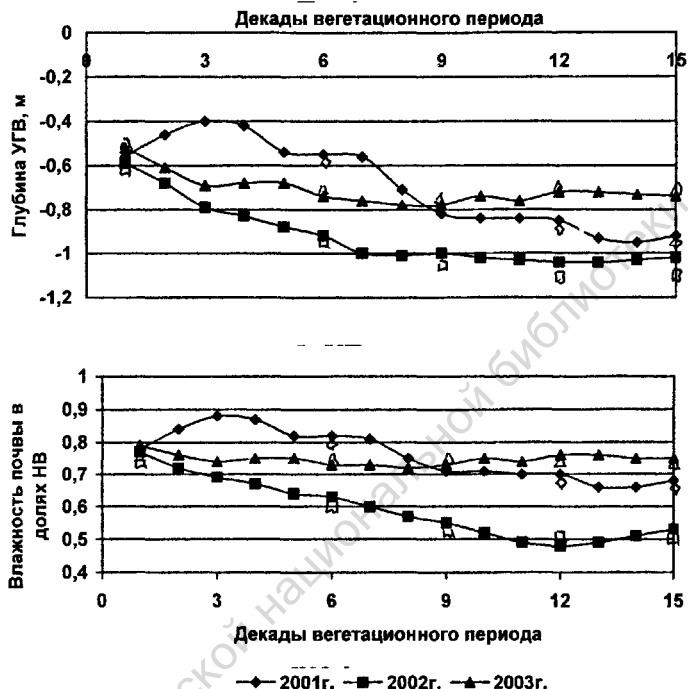


Рис.2. Расчетные глубины грунтовых вод и влажности почвы - опытные данные

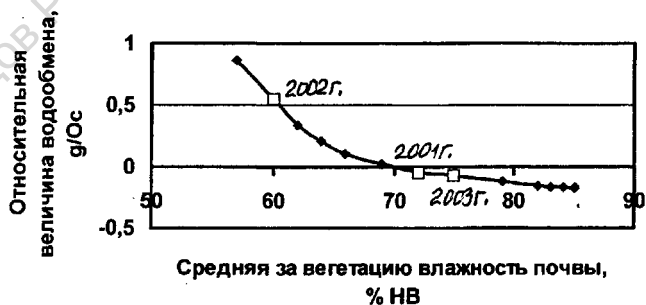


Рис. 3. Расчетная зависимость относительной величины водообмена почвы с грунтовыми водами (g/Oc) от средней за вегетацию влажности почвы

В главе 4 приведены результаты исследований 2001...2003г.г., которые показали, что однократное внесение ОСВ оказало положительное влияние на водно-физические, физико-химические и химические свойства почвы.

За годы исследований гранулометрический состав почвы на опытных делянках оставался тяжелосуглинистым. Внесение в почву ОСВ и извести способствовало некоторому улучшению микроагрегатного состава - произошло уменьшение содержания мелкой пыли, илестых частиц, фактора дисперсности и увеличение содержания более крупных микроагрегатов.

По сравнению с контролем в слое почвы 0...60 см содержание микроагрегатов крупнее 0,005 мм увеличилось с 89,5 до 93,0% за счет снижения мелких фракций с 10,5 до 7%, а фактор дисперсности уменьшился с 22,0 до 9,4...8,3. При увеличении дозы ОСВ с 30 до 90 т/га проявлялась тенденция повышения содержания более крупных микроагрегатов с 12,8 до 13,1%. Фактор дисперсности при этом снизился с 9,2 до 8,5%.

В вариантах дополнительного внесения извести (вар.5 и 7) отмечена тенденция увеличения содержания крупной пыли и песка и снижения илистой фракции. Фактор дисперсности в слоях почвы 0...20 и 0...60 см соответственно уменьшился с 9,8 до 8,6 и с 9,4 до 8,3...8,4.

Внесение ОСВ улучшило структурно-агрегатный состав почвы (табл. 3).

Таблица 3

Структурно-агрегатный состав почвы в среднем за 2001...2003 г.г.

Номер варианта	Слой почвы, см	Сухое просеивание			Мокрое просеивание	
		Размеры фракций, мм		Кэф. структурности	Размеры фракций, мм	
		10-0,25	>10 и <0,25		>0,25	<0,25
1	0-20	60,9	39,1	1,56	70,3	29,7
	0-60	56,7	43,3	1,31	72,4	27,6
2	0-20	61,7	38,3	1,61	66,1	33,9
	0-60	57,2	42,3	1,35	68,5	31,5
3	0-20	63,6	36,4	1,75	66,1	34,0
	0-60	59,8	40,2	1,49	68,3	31,7
4	0-20	63,7	36,3	1,75	62,2	37,8
	0-60	59,7	40,3	1,48	65,8	34,2
5	0-20	68,2	31,8	2,14	58,7	41,3
	0-60	63,9	36,1	1,77	63,1	36,9
6	0-20	63,9	36,1	1,77	62,2	38,8
	0-60	61,2	38,8	1,58	63,0	37,0
7	0-20	69,1	30,9	2,23	57,4	42,6
	0-60	67,0	33,0	2,03	62,8	37,2
8	0-20	71,8	28,2	2,55	54,5	45,5
	0-60	68,1	31,9	2,13	61,6	38,4
НСР ₀₅		1,0	1,0	0,06	1,0	1,0

После внесения навоза и ОСВ по 30 т/га сумма агрономически ценных агрегатов по сравнению с контролем увеличилась в слое 0...60 см от 56,7 до 57,2 и 59,8%. С увеличением доз ОСВ с 30 до 90 т/га сумма агрегатов размером 10...0,25 мм увеличилась в слое почвы 0...20 см с 63,6 до 71,8% и в слое 0...60 см — с 59,8 до 68,1%, а коэффициент структурности возрос с 1,75 до 2,55 в слое 0...20 см и с 1,49 до 2,13 в слое 0...60 см.

При совместном внесении ОСВ 60 т/га и извести (вар.5 и 7) содержание агрономически ценных агрегатов в слое почвы 0...20 см увеличилось с 63,7 до 68,2...69,1% и коэффициент структурности с 1,75 до 2,14...2,23, а в слое 0...60 см — с 59,7 до 63,9...67,0 и коэффициент структурности с 1,48 до 1,77...2,03.

Внесение хлористого калия на фоне ОСВ практически не сказалось на изменении агрономически ценной структуры почвы: изменение составило с 63,7 до 63,9 в слое 0...20 см и с 59,7 до 61,2% в слое 0...60 см, а изменение коэффициента структурности - с 1,75 до 1,77 и с 1,48 до 1,58 соответственно. Комплексное внесение ОСВ+известь+КСI (вар.7) улучшило структуру почвы: по сравнению с внесением только ОСВ (вар.4) содержание агрономически ценных агрегатов в слоях почвы 0...20 см и 0...60 см при этом увеличилось на 5,4 и 7,3%, а коэффициент структурности соответственно с 1,75 до 2,23 и с 1,48 до 2,03.

Внесение навоза, ОСВ и сочетание ОСВ с известью улучшило водопрочность почвенных агрегатов. Наибольшая доза ОСВ (90т/га) оказала максимальное положительное влияние на создание водопрочной структуры. В почвенном слое 0...20 см и 0...60 см сумма водопрочных агрегатов соответственно составила 45,5 и 38,4%, что было больше контроля в 1,53 и 1,39 раза.

Совместное действие ОСВ и извести (вар.5) положительно повлияло на водопрочность наиболее ценных агрегатов. При этом их содержание в слое 0...60 см увеличилось с 34,2 до 36,9%. Дополнительное внесение КСI существенного влияния на содержание водопрочных агрегатов не оказало: в слое почвы 0-60 см количество агрегатов крупнее 0,25 мм составило 37,0%, а без калийного удобрения - 36,9%.

Плотность сложения и пористость почвы при внесении ОСВ существенно не изменились, но отмечалась положительная тенденция (табл.4)

Таблица 4

Плотность сложения и общая пористость почвы
(средние за 2001...2003 г. г.)

Показатель	Слой почвы, см	Номер варианта							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Плотность, г/см ³	0-20	1,14	1,12	1,12	1,11	1,10	1,11	1,10	1,09
	0-60	1,22	1,21	1,21	1,20	U 9	1,20	1,19	1,18
Общая пористость, %	0-20	57,3	58,0	58,0	58,4	58,8	58,4	58,8	59,2
	0-60	53,6	54,0	54,0	54,4	54,6	54,4	54,6	55,1

Равные дозы навоза и ОСВ оказали одинаковое влияние на плотность (снизили на 0,02 г/см³) и пористость (повысили на 0,7%). При внесении

ОСВ в количестве 30...90 т/га плотность сложения почвы в слое 0-20 см снизилась по сравнению с контролем с 1,14 до 1,12... 1,09 г/см³, а общая пористость увеличилась с 57,3 до 58,0...59,2%. Дополнительное внесение извести снизило плотность сложения на 0,01 г/см³ и повысило пористость на 0,4%. Внесение хлористого калия практически не сказалось на этих показателях. С внесением ОСВ в дозах 30...90 т/га отмечалась тенденция к увеличению наименьшей влагоемкости по сравнению с контролем на 0,2...0,6% от объема почвы в 2001г.и на 0,2... 1,1% в 2003г. За период исследований в слое почвы 0...20 см наименьшая влагоемкость возросла с 27,6 до 27,7% при дозе ОСВ 30 т/га и с 28,0 до 28,6% при 90 т/га, в слое 0...60 см соответственно с 28,7 до 28,9% и с 29,2 до 29,6%. Внесение извести повышало НВ на 0,1...0,3%. Калийное удобрение заметного влияния на НВ не оказало.

Показатели водопроницаемости почвы приведены в табл.10. На контрольной делянке скорость впитывания воды в почву в первый час составила 0,041 см/мин, а при внесении 30, 60 и 90 т/га ОСВ увеличилась соответственно до 0,042, 0,043 и 0,046 см/мин (на 2,4...9,5%). Влияние навоза 30 т/га аналогично действию такой же дозы ОСВ. Внесение извести повысило скорость впитывания в первый час на 0,001 см/мин (5,5%), калийное удобрение влияния не оказало. За три года исследований отмечена тенденция, к снижению скорости впитывания в первый час на 0,001...0,002 см/мин (2,4...4,2%), но в вариантах с удобрениями водопроницаемость оставалась выше контроля.

Таблица 10

Скорость впитывания воды в почву и коэффициент фильтрации пахотного слоя, см/мин

Номер варианта	Год	Время, час						Кф
		0,5	1	2	3	4	8	
1	2001	0,058	0,041	0,028	0,023	0,021	0,020	0,016
	2003	0,057	0,040	0,027	0,023	0,020	0,019	0,015
2	2001	0,060	0,042	0,029	0,025	0,022	0,021	0,017
	2003	0,058	0,041	0,028	0,024	0,021	0,020	0,016
3	2001	0,059	0,041	0,028	0,024	0,022	0,021	0,017
	2003	0,058	0,040	0,027	0,023	0,021	0,020	0,016
4	2001	0,061	0,043	0,030	0,025	0,023	0,022	0,018
	2003	0,059	0,042	0,029	0,023	0,022	0,021	0,017
5	2001	0,062	0,044	0,033	0,027	0,025	0,024	0,019
	2003	0,061	0,043	0,032	0,025	0,024	0,023	0,018
6	2001	0,061	0,043	0,031	0,025	0,023	0,022	0,018
	2003	0,059	0,042	0,029	0,023	0,022	0,021	0,017
7	2001	0,062	0,044	0,033	0,027	0,025	0,024	0,019
	2003	0,061	0,043	0,032	0,025	0,024	0,023	0,018
8	2001	0,065	0,047	0,036	0,030	0,028	0,026	0,021
	2003	0,063	0,045	0,034	0,028	0,026	0,024	0,019

$n_{CP_{05}} = 0.002$

Коэффициент фильтрации пахотного слоя почвы 0...20 см в исходном состоянии составлял 0,016 см/мин, почва слабопроницаемая. Внесение навоза и ОСВ дозами 30 т/га повысили K_f до 0,017 см/мин (на 6,2%). Увеличение доз ОСВ с 30 до 90 т/га повысило K_f с 0,017 до 0,021 см/мин (на 23,5%), внесение извести - на 0,001 см/мин (на 5,5%), калийное удобрение не повлияло на водопроницаемость почвы. После трех лет исследований вследствие некоторого уплотнения почвы K_f уменьшился на 0,001...0,002 см/мин (5,2...9,5%) на всех вариантах, сохраняя превышение на вариантах с органическим удобрением.

Содержание гумуса в почве (табл.11) в начале исследований составляло 3,98% в слое 0...20 см и 3,00% в слое 0...60 см. Внесение в почву навоза, ОСВ и совместно ОСВ с известью и калием способствовало накоплению содержания гумуса в верхнем слое почвы. По сравнению с контролем в слое 0...20 см оно увеличилось с 3,98% до 4,05...4,14%, а в слое 0...60 см - с 3,00 до 3,05...3,14%. При этом внесение одинаковых доз навоза и ОСВ по 30 т/га привело к незначительной разнице в содержании гумуса - на 0,02% в слое 0...20 см и на 0,01% в слое 0...60 см.

Таблица 11

Содержание гумуса в почве опытного участка, % от массы почвы

Год	Слой почвы, см	Варианты опыта							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2001 весна	0...20	3,98	4,07	4,05	4,09	4,09	4,09	4,09	4,14
	20...40	2,91	2,98	2,97	3,05	3,06	3,05	3,07	3,12
	40...60	2,11	2,13	2,12	2,14	2,14	2,14	2,13	2,15
	0...60	3,00	3,06	3,05	3,09	3,10	3,09	3,10	3,14
2001 осень	0...20	3,97	4,05	4,02	4,08	4,06	4,06	4,07	4,12
	20...40	2,89	2,93	2,95	2,96	2,95	2,94	2,93	2,91
	40...60	2,10	2,10	2,09	2,09	2,10	2,10	2,10	2,12
	0...60	2,99	3,03	3,02	3,04	3,04	3,03	3,03	3,05
2002 осень	0...20	3,95	4,03	4,01	4,06	4,05	4,05	4,06	4,10
	20...40	2,87	2,86	2,88	2,87	2,88	2,86	2,88	2,89
	40...60	2,09	2,09	2,08	2,07	2,08	2,08	2,08	2,10
	0...60	2,97	2,99	2,99	3,00	3,00	3,00	3,01	3,03
2003 осень	0...20	3,91	4,01	3,97	4,04	4,03	4,02	4,02	4,07
	20...40	2,83	2,82	2,84	2,83	2,84	2,83	2,84	2,86
	40...60	2,06	2,05	2,04	2,03	2,04	2,04	2,03	2,07
	0...60	2,93	2,96	2,95	2,97	2,97	2,96	2,96	3,00

С увеличением доз ОСВ с 30 до 60 и 90 т/га содержание гумуса в почве в слое 0...20 см увеличилось соответственно на 0,04 и 0,09%, в слое 0...60 см - на 0,04 и 0,05% от массы почвы. На вариантах с внесением ОСВ содержание гумуса в конце каждого года исследований было выше контроля в слое 0...20 см и 0...60 см соответственно: в 2001 г. на 0,05...0,15% и 0,03...0,06%; в 2002 г. на 0,06...0,15% и 0,02...0,06%; в 2003 г. на 0,06...0,16% и 0,02...0,07%. Внесение в почву извести и калийного удобрения на содержании гумуса не отразилось.

За период исследований содержание гумуса в слое 0...20 см и 0...60 см на контроле снизилось до 3,91 и 2,93%. К концу исследований (осень 2003г.) содержание гумуса по вариантам опыта отражало внесенные дозы ОСВ. В слое 0...20 см оно составило 3,97...4,07%, а в слое 0...60 см - 2,95...3,00%, т.е. на вариантах с внесением ОСВ содержание гумуса превышало контроль на 1,5...4,1% и 0,7...2,4%.

Содержание доступных форм основных элементов питания растений в почве существенно изменялось в зависимости от вида и доз удобрений (табл. 12). Внесение навоза и ОСВ равными дозами 30 т/га привело к повышению содержания легкогидролизуемого азота весной 2001 г. в слое 0...20 см на 0,22 и 0,36 мг/100г почвы, т.е. на 2,8 и 4,6%, а в слое 0...60 см - на 1,2 и 3,4% вследствие большего его содержания в ОСВ. Увеличение дозы ОСВ с 30 до 60 и 90 т/га соответственно повысило исходное содержание подвижного азота в слое 0...20 см на 0,36 и 0,71 мг/100г (на 4,4 и 8,6%), а в слое 0...60 см на 0,42 и 0,76 мг/100г (6,2 и 11,2%). Внесение извести и калия не изменило его содержание.

Снижение запасов легкогидролизуемого азота в слое 0...20см за три года на контроле составило 20,5%, на варианте удобрения навозом - 22,2%, а при удобрении разными дозами ОСВ на 22,6...24,2% вследствие выноса урожаем и вымыва. Проценты снижения на единицу повышения урожая соответственно равны 16% и 13,3... 15,9%, что говорит о преимуществе ОСВ на 2,7%. Осенью 2003 г. в варианте удобрения навозом содержание азота превышало контроль в слое 0...20 см на 0,04 мг/100г, а при удобрении ОСВ на 0,14...0,52 мг/100г, в слое 0...60 см - аналогично.

Таблица 12

Содержание доступных растениям питательных элементов
в почве опытного участка, мг/100г почвы

Год	Слой почвы, см	Номер варианта							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Азот легкогидролизуемый									
2001 весна	0...20	7,90	8,12	8,26	8,62	8,63	8,62	8,63	8,97
	0...60	6,80	6,88	7,03	7,45	7,46	7,45	7,46	7,79
2003 осень	0...20	6,28	6,32	6,42	6,64	6,61	6,58	6,57	6,80
	0...60	5,30	5,34	5,44	5,63	5,61	5,59	5,57	5,78
Фосфор P₂O₅									
2001 весна	0...20	7,30	8,67	9,46	11,62	11,63	11,62	11,63	13,78
	0...60	6,50	7,86	8,66	10,82	10,82	10,82	10,82	12,98
2003 осень	0...20	7,06	8,28	9,06	11,17	11,16	11,14	11,13	13,14
	0...60	5,77	6,99	7,75	9,78	9,74	9,73	9,69	11,76
Калий K₂O									
2001 весна	0...20	9,40	11,3	9,56	9,72	9,72	11,49	11,49	9,88
	0...60	8,00	9,90	8,16	8,32	8,32	10,09	10,09	8,48
2003 осень	0...20	5,45	6,92	5,10	4,90	4,84	6,55	6,49	4,59
	0...60	4,05	5,52	3,70	3,50	3,44	5,15	5,09	3,19

Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0...20 см при удобрении навозом и ОСВ равными дозами составило 8,67 и 9,46 мг/100г (отличалось на 9,1%), а в слое 0...60 см - 7,86 и 8,66 мг/100г (разница на 10,2%). При повышении доз ОСВ с 30 до 60 и 90 т/га содержание P_2O_5 в слое 0...20 см увеличилось на 2,16 и 4,32 мг/100г. Внесение извести и калия не оказало влияния на содержание P_2O_5 .

За период исследований содержание фосфора снизилось на контроле до 7,06 мг/100г (на 3,3%) в слое 0...20 см и до 5,77 мг/100г (на 11,2%) в слое 0...60 см. Осенью 2003 г. содержание P_2O_5 на делянках, удобренных ОСВ дозами 30, 60 и 90 т/га, в слое 0...20 см снизилось соответственно на 3,0...3,2%, а в слое 0...60 см - на 9,4... 10,5% и превышало контрольный вариант в 1,3...1,9 раза в слое 0...20 см и в 1,3...2,0 раза в слое 0...60 см. В варианте сочетания ОСВ с известью и калием снижение содержания фосфора произошло сильнее по сравнению с одним ОСВ на 0,2%...0,3%. Таким образом, наблюдалось накопление подвижного фосфора в почве при внесении ОСВ, особенно дозами 90 т/га - на 6,08 мг/100г в слое 0...20 см и на 5,99 мг/100г в слое 0...60 см.

Количество обменного калия в почве при внесении 30 т/га навоза повысилось с 9,40 до 11,30 мг/100г (на 20,2%), а при внесении такой же дозы ОСВ - до 9,56 мг/100г (на 1,7%) в слое 0...20 см, проценты повышения в слое 0...60 см составили соответственно 23,8 и 2,0%. Повышение дозы ОСВ до 60 и 90 т/га увеличило содержание калия в слое 0...20 см до 9,72 и 9,88 мг/100г (на 3,4 и 5,1% по сравнению с контролем) и в слое 0...60 см до 8,32 и 8,48 мг/100г (на 4,0 и 6,0%). Варианты с внесением калия (вар. 6 и 7) по содержанию K_2O в почве превысили вариант с навозом на 0,19 мг/100г (на 1,7%).

В конце периода исследований содержание K_2O как в слое 0...20 см, так и в слое 0...60 см превышало контроль лишь в вариантах с внесением навоза и при совместном внесении ОСВ и калия.

Результаты исследований показывают, что внесенные дозы ОСВ обеспечивают почву азотом и фосфором в течение 3...4 лет, однако, примененные в опытах дозы ОСВ не обеспечили воспроизводство легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора, а калий необходимо вносить дополнительно дозами не менее 40 кг/га K_2O .

Реакция почвенного раствора рН в начале исследований весной 2001 г. в слое 0...20 см была 6,0, в слое 0...60 см - 5,4. В конце 2003г. произошло заметное повышение рН при дозе ОСВ 90 т/га (до 6,93 и 6,22). Нейтральная реакция получена также в вариантах 5 и 7 (6,87...6,88 и 6,85...6,86) за счет внесения извести.

Исходное содержание микроэлементов и тяжелых металлов в почве опытного участка было значительно ниже допустимого предела (ОДК), что показывает табл. 13. По данным табл. 13 можно оценить почву как средне-обеспеченную валовыми формами микроэлементов. Обеспеченность доступными формами микроэлементов - цинком, марганцем и медью средняя, а молибденом и бором - низкая.

Сравнительно хорошей доступности большинства микроэлементов способствует слабокислая реакция почвенного раствора, однако, она же снижает доступность растениям молибдена. Подвижность цинка в некоторой степени ограничивается присутствием в почве кальция, который связывает цинк в нерастворимых цинкатах кальция и задерживает поступление цинка в растения. Понижение кислотности усиливает эти явления. В отношении марганца можно сказать, что существующий химический режим почвы обеспечивает достаточное для растений количество двухвалентного марганца, однако, при повышении pH и известковании может возникнуть его недостаток. С увеличением кислотности повышается содержание подвижного марганца и его вымыв. При повышении pH до нейтральной реакции бор образует малодоступные для растений соединения, также ухудшается усвоение бора травами при повышении содержания калия.

Таблица 13

Исходное содержание валовых форм микроэлементов и тяжелых металлов в слое 0...60 см (весна 2001г.), мг/кг почвы

Показатель	Элементы									
	Zn	Cu	Pb	Cd	Co	Mn	Ni	Mo	Cr ³⁺	B
Валовое содерж.	61,83	30,83	16,88	0,38	11,83	986,7	20,67	0,69	62	12,3
ОДК	220,0	132,0	130,0	2,0			80,0			

Изменение содержания микроэлементов и тяжелых металлов в почве за годы исследований по вариантам опыта приведено в табл. 14, которая показала отрицательный баланс некоторых микроэлементов. По всем вариантам с внесением ОСВ получен отрицательный баланс по бору, что свидетельствует о необходимости внесения борных удобрений при использовании ОСВ. При удобрении навозом снижения содержания бора не наблюдалось.

По Zn, Si, Co, Mn, Mo баланс был положительным, причем по сравнению с навозом ОСВ обладают явным преимуществом в обеспечении растений этими микроэлементами.

За годы исследований 2001...2003 г.г. произошло накопление тяжелых металлов в почве и содержание их составило в соответствии с дозами внесения ОСВ по свинцу 17,15... 17,66 мг/кг, по кадмию 0,44...0,56 мг/кг, по никелю 22,15...25,10 мг/кг, что превышает содержание этих металлов в контрольном варианте соответственно на 0,34...0,85, 0,06...0,18, 1,51...4,46 мг/кг, но остается ниже допустимых пределов.

Внесенные с ОСВ в почву тяжелые металлы большей частью задерживаются в верхнем почвенном слое в виде малоподвижных соединений, частично поступают в почвенный раствор и поглощаются растениями или вымываются в нижележащие горизонты. Полученные нами в результате исследований данные показывают, что основная масса тяжелых металлов приурочена к пахотному горизонту (0-20см). В слое 20-60 см происходило снижение концентраций.

Таблица 14

Изменение содержания микроэлементов и тяжелых металлов
в слое почвы 0...60 см за период от весны 2001г. до осени 2003 г.,
мг/кг почвы

№ вар.	Zn	Си	Pb	Cd	Co	Mп	Ni	Mo	B	Cr ³⁺
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,046	0,047	-0,007	0	0,007	0,253	0,011	-0,003	0,012	-0,001
3	1,515	0,141	0,105	0,014	0,109	0,490	0,346	0,001	-0,008	0,031
4	3,110	0,301	0,221	0,028	0,218	1,162	0,696	0,005	-0,010	0,064
5	3,111	0,302	0,227	0,029	0,218	1,161	0,701	0,005	-0,010	0,070
6	3,110	0,302	0,222	0,028	0,218	1,157	0,696	0,005	-0,010	0,064
7	3,109	0,301	0,226	0,029	0,218	1,156	0,701	0,005	-0,010	0,070
8	4,705	0,462	0,335	0,042	0,328	1,830	1,046	0,009	-0,011	0,097

При совместном внесении извести и ОСВ содержание тяжелых металлов в пахотном слое было несколько выше, чем в вариантах без извести. В подпахотном горизонте наблюдалась обратная картина - при внесении только ОСВ содержание тяжелых металлов было выше по сравнению с вариантами совместного внесения ОСВ и извести.

За трехлетний период исследований опасного накопления тяжелых металлов не наблюдалось, так как содержание их в почве во всех вариантах было значительно ниже допустимого. Проведены расчеты прогноза содержания свинца и кадмия для ретроспективного ряда метеоданных 18 лет, которые показали, что к концу 18-го года при дозах внесения ОСВ 90 т/га 1 раз в три года содержание свинца в почве составит 25,7 мг/кг при ОДК 130 мг/кг, а кадмия 1,46 мг/кг при ОДК 2 мг/кг (рис.4).

Биологическая активность почвы оценивалась степенью разложения льняной ткани. Результаты показали одинаковое повышение биологической активности почвы при внесении навоза и ОСВ по 30 т/га с 18,7 и 14,1% до 26,2...26,0 и 19,7...19,4% соответственно в слоях 0..10 и 10..20 см. С увеличением дозы ОСВ степень разложения ткани заметно повышалась: при 60 и 90 т/га ОСВ она составила 29,6...31,1% в слое 0...10 см и 22,3...23,6% в слое 10...20 см, что выше контроля на 58,2...67,4%. Влияние извести и калия значительно слабее — 3...4%.

В главе 5 исследовано влияние вариантов удобрений на рост, развитее, урожайность и качество продукции озимой ржи на зеленую массу и трав. Поспевание трав к первому укосу наблюдалось на 2-5 дней раньше на вариантах с удобрениями по сравнению с контролем, причем раньше всех на 8-м варианте. Отрастание трав после укоса во все годы шло быстрее на вариантах с удобрениями и, особенно, с калийным (варианты 6 и 7). Поспевание трав ко второму укосу в 2001 и 2003 годах также наблюдалось быстрее с увеличением дозы органики и особенно с калием.

Урожайность сельскохозяйственных культур на зеленую массу приведена в табл. 15 в пересчете на 1 га.

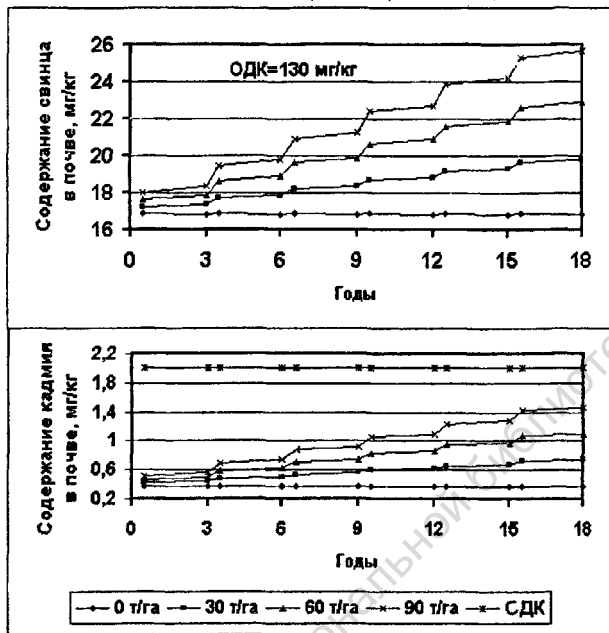


Рис.4. Прогноз содержания свинца и кадмия в почве на период 18 лет

Таблица 15

Урожайность сельскохозяйственных культур, т/га (зеленая масса)

№ вар	2001 г			2002г	2003г.			Средн. за три года	Превыше-ние над контролем	
	1-й укос	2-й укос	Сумма		1-й укос	2-й укос	Сум-ма		т/га	%
1	19,62	2,30	21,92	16,00	20,88	9,12	30,00	22,64	-	-
2	21,55	2,75	24,30	17,55	23,26	10,06	33,32	25,06	2,42	10,7
3	21,95	2,85	24,80	18,10	23,74	10,21	33,95	25,62	2,98	13,2
4	23,61	3,15	26,76	19,55	24,95	10,81	35,76	27,36	4,72	20,8
5	23,93	3,20	27,13	19,80	25,35	11,15	36,27	27,73	5,09	22,5
6	24,05	3,40	27,45	20,15	26,30	11,30	37,60	28,40	5,76	25,4
7	24,33	3,50	27,83	20,30	26,65	11,44	37,79	28,64	6,00	26,5
8	25,51	3,95	29,46	21,50	27,44	13,45	40,30	30,42	7,78	34,4
НСР ₀₅	0,52	0,16	0,54'	0,57	0,62	0,56	0,65	0,64	0,63	2,7

Зависимость урожайности многолетних трав от дозы ОСВ имеет вид:

$$Y = 0,088 D + 22,64$$

где Y - урожайность, т/га зеленой массы, D - доза ОСВ, т/га.

Коэффициент корреляции составил $r = + 0,89$.

Заметная разница в урожайности по вариантам опытов свидетельствует о влиянии внесения удобрений. Наибольшие прибавки урожайности полу-

чены во влажные годы при средних нормах ОСВ с калийным удобрением. Суммарная урожайность за три года на удобренных ОСВ делянках превысила контроль на 13,0...34,2%, на втором варианте (навоз) — на 11%.

Для прогнозирования урожайности многолетних трав в годы разной естественной увлажненности на рис. 5 дана зависимость коэффициента снижения урожайности при отклонении средневегетационной влажности почвы от оптимальной (в 2003г.), которая получена в результате математического моделирования (гл.3). На график нанесены данные трех лет исследований, показывающие, что зависимость достаточно хорошо отражает фактические данные 2002 и 2003г.г., а отклонение в 2001г. можно объяснить тем, что травы развивались под покровом озимой ржи.



Рис.5. Расчетный коэффициент снижения урожайности многолетних трав в зависимости от средней за вегетацию влажности почвы

Кормовые качества продукции оценивались по содержанию протеина и клетчатки (табл.16), химическому составу сухой массы (табл.17). Качество и кормовые достоинства культур при удобрении ОСВ не уступают и даже превосходят контрольный вариант и вариант с навозом. Содержание протеина в сене во всех удобренных вариантах (10,0...11,4%) выше, чем в контроле (8,7%) и соответствует требованиям к кормам для скота.

Таблица 16

Содержание протеина и клетчатки в сене, % от сухого вещества

Год	Показатель	Номер варианта							
		1	2	3	4	5	6	7	• 8
2001	Протеин	8,7	9,8	9,8	9,9	10,5	10,6	10,9	11,3
	Клетчатка	32,6	32,0	32,1	29,5	29,4	29,3	29,0	28,3
2002	Протеин	8,6	9,9	9,9	10,0	10,6	10,6	11,0	11,5
	Клетчатка	32,4	31,9	31,8	29,4	29,3	29,2	28,7	28,2
2003	Протеин	8,9	10,2	10,3	10,4	10,7	10,8	10,9	11,4
	Клетчатка	32,4	31,7	31,6	29,2	29,2	29,1	28,4	28,0
Среднее за 3 года	Протеин	8,7	10,0	10,0	10,1	10,6	10,7	10,9	11,4
	Клетчатка	32,5	31,9	31,8	29,4	29,3	29,2	28,7	28,2

Содержание клетчатки во всех вариантах (31,9...28,2%) ниже контрольного варианта (32,5%). При одинаковых дозах внесения навоза и ОСВ качество корма по протеину и клетчатке одинаково. Повышение дозы ОСВ с 30 до 60 и 90 т/га повышает протеин с 10,0 до 10,1 и 11,4% и снижает содержание клетчатки с 31,8 до 29,4 и 28,2%. Внесение извести повысило протеин на 0,5%, внесение калия - на 0,6%, совместное внесение ОСВ, извести и калия - на 0,7% в среднем за три года.

Таблица 17

Содержание химических веществ в сене
в среднем за три года, % от сухого вещества

Показатель, (ПДК)	Номер варианта								НСП ₀₅
	1	2	3	4	5	6	7	8	
NO ₃ , (0,05)	0,021	0,022	0,023	0,034	0,033	0,033	0,034	0,038	0,003
P ₂ O ₅ , (0,7)	0,40	0,43	0,44	0,47	0,47	0,47	0,48	0,49	0,03
K ₂ O , (2,4)	1,80	2,51	2,30	2,34	2,32	2,54	2,55	2,14	0,20
CaO , (1,0)	0,51	0,62	0,63	0,65	0,68	0,64	0,68	0,65	0,05
Na	0,48	0,23	0,24	0,25	0,29	0,30	0,28	0,37	0,02
Mg	0,25	0,23	0,23	0,25	0,26	0,24	0,25	0,26	0,02
K/(Ca+Mg)	2,76	3,19	3,16	3,15	3,12	3,19	3,17	3,12	0,04

Данные табл. 17 показывают, что содержание химических веществ при всех вариантах удобрений было ниже ПДК. Содержание калия и натрия было ниже нормы, установленной для кормов. Содержание кальция было пониженным. Содержание магния и фосфора находилось в пределах зоотехнической нормы. Отношение Ca/P не превышало зоотехническую норму. Отношение K/(Ca+Mg) намного ниже допустимого во всех вариантах.

В урожае многолетних трав определено содержание ряда микроэлементов и тяжелых металлов (табл. 18).

Таблица 18

Содержание микроэлементов и тяжелых металлов
в сене многолетних трав в среднем за три года, мг/кг с.в.

Показатель	Номер варианта								МДУ
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Zn	30	30	32	35	35	34	33	38	50
Cu	1,8	1,9	2,1	2,5	2,6	2,5	2,6	3,1	9
Pb	отсут.	отсут.	0,39	0,81	0,83	0,82	0,84	1,26	5,0
Cd	0,18	отсут.	0,19	0,21	0,23	0,21	0,23	0,24	0,30
Co	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,18	0,50
Mn	19	21	26	34	36	35	37	41	60
Ni	0,15	0,15	0,17	0,21	0,21	0,21	0,21	0,26	1,0
Mo	0,11	0,12	0,14	0,19	0,19	0,19	0,20	0,36	2,0
Cr ³⁺	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.	0,5

Результаты показывают, что повышение загрязненности почвы Pb, Си, Zn привело к накоплению этих металлов растениями. Однако, даже внесение большой дозы ОСВ (90 т/га) не привело к превышению содержания тяжелых металлов выше допустимого уровня. На вариантах с нейтральной

реакцией почвенного раствора (вар. 5, 7, 8) содержание кадмия в злаковых растениях оказалось выше на 0,02 мг/кг, чем на почве со слабокислой реакцией.

В главе 6 выполнена оценка экономической эффективности применения осадка сточных вод в качестве удобрения почв за счет восполнения дефицита органических удобрений, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и от предотвращения экологического ущерба природной среде.

Стоимостная оценка ОСВ как органического удобрения составила 827,38 руб/т, что в 2,1 раза превышает оценку навоза 392,30 руб/т за счет более высокого содержания доступных форм азота и фосфора, а также существенного превосходства по содержанию необходимых для почвы и растений кальция и микроэлементов.

Для оценки эколого-экономической эффективности применения ОСВ в качестве органического удобрения использована величина чистого дисконтированного дохода:

$$ЧДД_i = \sum_1^T (\mathcal{E}_i - \mathcal{Z}_i) (1+E_r)^{-T}$$

T – количество лет расчетного периода;

\mathcal{E}_i – суммарный эффект по вариантам, руб/га; $\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{\text{ох}i} + \mathcal{E}_{\text{уш}i}$;

\mathcal{Z}_i – прирост ежегодных затрат по вариантам, руб/га;

E_r – годовая процентная ставка, %;

$\mathcal{E}_{\text{ох}i}$ – эффект в виде прироста стоимости продукции по варианту i , руб/га;

$\mathcal{E}_{\text{ох}i} = c \cdot \Delta Y_i$, c – цена реализации продукции, руб/т; ΔY_i – изменение урожайности сельскохозяйственных культур в варианте i по сравнению с контролем, т/га;

$\mathcal{E}_{\text{уш}i}$ – предотвращенный экологический ущерб по варианту i , руб/га;

$\mathcal{E}_{\text{уш}i} = c \cdot k \cdot M$, c – оплата за размещение 1 т ОСВ, руб/т; k – коэффициент

природнохозяйственной значимости земель, M – приведенная масса предотвращенного размещения ОСВ, т; $M = \sum_j^N \alpha_j m_j$, где j – номер токсичного

элемента, N – число токсичных элементов, α_j , m_j – показатель относительной эколого-экономической опасности и масса j -го элемента.

Предотвращенный эколого-экономический ущерб от размещения ОСВ в природной среде, подсчитанный по четырем элементам – свинцу, кадмию, никелю и хрому, составил при дозах использования ОСВ 30, 60 и 90 т/га соответственно 2137,4265 и 6411 руб/га.

Расчеты эколого-экономической эффективности применения ОСВ даны в табл. 19. При сравнимых затратах на внесение навоза и ОСВ (2484 и 2564 руб/га) и одинаковых их дозах 30 т/га народнохозяйственный эффект использования ОСВ выше за счет экологической составляющей на 104 руб/га, а уровень рентабельности производственных затрат выше на 16,4%. Повышение дозы внесения ОСВ с 30 до 60 и 90 т/га повышает экологи-

экономический эффект на 288 и 1016 руб/га. Однако, рентабельность производства при этом изменяется неоднозначно.

Таблица 19

Оценка эколого-экономической эффективности использования ОСВ
в качестве удобрения многолетних злаковых трав, руб/га

Показатели, годы	Номер варианта						
	2	3	4	5	6	7	8
Э _i , 2001г.	2603	3065	5817	5929	6039	6093	8813
2001г.	580	692	1156	1236	1316	1396	1780
2003г.	1076	1284	1860	2292	2452	2596	3316
З _i , 2001г.	2484	2564	4976	5782	5715	5895	7508
2002г.	280	336	568	608	648	688	880
2003г.	528	632	920	1136	1216	1288	1648
ЧДД за три года	867	1390	2191	1705	2001	1975	3567
Уровень рентабельности на 2003г.,%	26,3	42,7	36,6	25,5	29,4	28,1	116

На рентабельность производства оказало влияние внесение извести и калийного удобрения в вариантах 5, 6 и 7. При этом затраты увеличились более заметно, особенно при известковании, чем урожайность, при одинаковых экологических оценках, что снизило уровень рентабельности по сравнению с вариантом 4 для 5 варианта (известкование) на 11,1%, а для калийного удобрения (вар.6) на 7,2%. Однако, следует учитывать, что известкование проводится через 5-8 лет, а проведенные экономические расчеты не охватывают такой период, поэтому не учитывают более длительное последствие известкования. Применение калийного удобрения на известкованной почве (вариант7) повысило уровень рентабельности на 2,6% по сравнению с вариантом 5.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Исследования по использованию осадка сточных вод в качестве удобрения, проведенные в Раменском районе Московской области в 2001-2003 годах, показали возможность использования ОСВ наряду с навозом на осушаемых луговых тяжелосушлистых почвах нижнего течения р.Москвы при возделывании многолетних злаковых трав.

2. Осадок сточных вод очистных сооружений г. Раменское в 2000 г. отвечал требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07 и СанПиН 2.1.7.573-96, содержал 50,8% органического вещества, 0,79% легкогидролизуемого азота, 0,6% подвижного фосфора, микроэлементы и по ряду показателей превосходил навоз.

3. Внесение ОСВ в почву улучшило физические свойства почвы. При максимальной дозе ОСВ 90 т/га отмечено снижение плотности сложения пахотного слоя на 4,4%, повышение пористости на 1,9%, коэффициента структурности - на 0,99, содержания агрономически ценных агрегатов на 10,9 %, количества водопрочных почвенных агрегатов на 15,8%, коэффи-

циента фильтрации - в 1,3 раза, наименьшей влагоемкости на 0,6% от объема почвы.

4. Внесение ОСВ улучшило химические свойства почвы. При дозе ОСВ 90 т/га в слое почвы 0...60 см увеличилось по сравнению с контролем содержание гумуса на 0,14% от массы почвы, содержание доступных форм азота на 0,99 мг/100г и фосфора на 6,48 мг/100г, показатель pH возрос с 5,4 до 6,2, повысилась обеспеченность растений микроэлементами. Вследствие низкого содержания калия в ОСВ требуется ежегодное его внесение дозами не менее 40 кг/га K_2O . Содержание тяжелых металлов в почве не превышало допустимых пределов.

5. Внесение в почву извести совместно с ОСВ повысило содержание агрономически ценных агрегатов на 4,2%, водопрочных агрегатов - на 2,7%, емкость поглощения на 0,9 мг-экв/100г, нейтрализовало кислотность почвы.

6. При внесении осадка сточных вод дозами 30-90 т/га 1 раз в три года получено повышение урожайности многолетних злаковых трав по сравнению с контролем без удобрения ОСВ в среднем за трехлетний период на 2,98... 7,78 т/га зеленой массы в год.

8. Кормовые качества продукции отвечали требованиям к кормам и по питательной ценности (протеин, азот, фосфор, калий, кальций, микроэлементы) превосходили качество продукции с контрольной делянки на 10... 16%.

9. Расчетный эколого-экономический эффект от применения ОСВ в качестве органического удобрения в среднем за год по вариантам составил от 289 до 1189 руб/га с учетом природоохранного эффекта.

Рекомендации производству

1. На пойменных луговых тяжелосуглинистых почвах нижнего течения р.Москвы в условиях осушения рекомендуется использовать осадок сточных вод с очистных сооружений г. Раменское в дозах до 90 т/га 1 раз в три года в качестве органического удобрения, заменяющего навоз.

2. Контроль за содержанием кадмия в почве необходимо проводить с 15-го года применения ОСВ.

3. При использовании ОСВ в качестве удобрения необходимо дополнительно вносить в почву калийное удобрение дозой не менее 40 кг/га K_2O .

4. На кислых аллювиальных почвах с $pH = 5,2...5,6$ рекомендуется вносить совместно с ОСВ известь дозой 4...5 т/га $CaCO_3$.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Сапрпель как средство от эрозии почвы. - «Мелиоратор», №3, 1990. -Соавт. Евдокимов В.Л., Евдокимова Е.И. Объем 1,5 с.

2. Повышение плодородия почв при внесении осадка сточных вод /Агробиологические проблемы современного сельскохозяйственного производства. Материалы научно-практической конференции студентов,

аспирантов, молодых ученых и сотрудников Аграрного факультета 21-22 апреля 2004 г. 4.1. - М.: Изд. РУДН, 2004. - с. 37-39.

3. Моделирование водного режима луговых пойменных почв Раменского расширения Москворецкой поймы. Экология природопользования в XXI веке. Вып.4 - М.: Изд-во «Норма», 2004 г. - 5 с. Соавт. Сурикова Т.И.

4. Влияние осадков сточных вод на плодородие и свойства почв. Экология природопользования в XXI веке. Вып.4 - М.: Изд-во «Норма», 2004 г. - 7 с.

5. Влияние удобрения осадками сточных вод на урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции. Экология природопользования в XXI веке. Вып.4 - М.: Изд-во «Норма», 2004 г. - 7 с.

6. Распределение тяжелых металлов в аллювиальной луговой почве при удобрении осадками сточных вод. Сб. тр. Мещерского филиала ВНИИ-ГиМ. — Рязань, 2004 г., 4 с. Соавт. Шуравилин А.В., Меркурьев В.С.

Сурикова Наталья Вячеславовна

Применение осадка сточных вод для удобрения осушаемых аллювиальных луговых почв в условиях Московской области

Исследования, проведенные в 2001...2003 г.г., показали, что применение осадка сточных вод в качестве органического удобрения и его сочетание с известью и калийным удобрением оказало положительное влияние на физические, физико-химические и химические свойства почвы, повысило урожайность многолетних трав, не ухудшило качество продукции и дало существенный природоохранный эффект. На аллювиальных луговых почвах нижнего течения р.Москвы рекомендуются дозы внесения ОСВ 90 т/га и сочетание ОСВ 60 т/га с известью и калийным удобрением 1 раз в три года на протяжении 15... 18 лет. Далее потребуются меры по снижению содержания тяжелых металлов в почве.

Surikova Natalia Viacheslavovna

The application of sewage rainfall as fertility of drena'ge alluvial meadow soil in condition of Moscow region

The research carried out in years 2001...2003 showed, that the application of sewage rainfall as organic fertility and its combination with the lime and kaliy fertility improves the physical and chemical properties of alluvial meadow soil, increases the productivity of perennial grasses with good quality production, secures the ecology effect. The influence of sewage rainfall to the soil is comparable with the influence of cattle manure in the equal doses.

It is recommended to fertilize on alluvial meadow soils of lower flow the Moscow River with the sewage rainfall doses of 60...90 tons per hectare with the lime and kaliy fertility.

Из фондов Российской национальной библиотеки

Московский государственный университет
природообустройства (МГУП)

Заказ 367 Объем 1,0 п.л. Тираж 100

04 - 15062

РНБ Русский фонд

2005-4

11927

Из фондов Российской национальной библиотеки