

---

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗНЫХ СТОКОВ КРС НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Л.П. Степанова, Е.Н. Цыганок,  
Е.А. Коренькова

Орловский государственный аграрный университет  
*ул. Генерала Родина, 69, Орел, Россия, 302019*

Утилизация органического удобрения в том или ином виде определяется многочисленными факторами, среди которых основными являются мощность животноводческого объекта, природно-климатические условия зоны его размещения, гидрогеологические особенности прилегающих земель сельскохозяйственного назначения.

**Ключевые слова:** система утилизации, химический состав жидкой фракции навоза, органические удобрения.

Особое место в системе удобрения принадлежит органическим удобрениям, поскольку с их применением связано не только регулирование биогенных круговоротов элементов питания, но и оптимизация режима органического вещества почвы. При этом важно стремиться к поддержанию в почве такого количества органического вещества, которое обеспечивало бы благоприятное структурное состояние почвы и оптимальную биологическую активность. Использование органических удобрений в хозяйствах осуществляется на основе системы применения удобрений в севообороте, которая включает в себя определение потребности в удобрениях, выход навоза, место внесения удобрений в севообороте, дозы, сроки и способы их внесения. Выход навоза в хозяйстве зависит от вида и технологии содержания животных, обеспеченности кормами, количества подстилки, способа навозоудаления, продолжительности стойлового периода. Перевод животноводства на промышленную основу превратил его в технически оснащенную и высоко rentабельную отрасль, способную полностью удовлетворять потребности населения страны в продуктах питания. Однако концентрация большого количества животных на небольших площадях создала проблемы удаления, переработки и использования значительных объемов жидкого навоза. Огромное скопление сырого навоза представляет угрозу загрязнения первоначально в районе расположения животноводческого хозяйства, а в дальнейшем может распространиться на обширную территорию. Бесподстилочный навоз комплексов, благополучных в санитарном отношении, не приводит к загрязнению окружающей среды патогенами. Однако прямое его использование допустимо лишь в определенных дозах [1—4].

В связи с этим актуальным является разработка рациональных экологически безопасных способов использования таких удобрений в земледелии.

Целью настоящей работы явилось проведение мелиоративно-экологического мониторинга состояния окружающей среды в условиях многолетней утилизации навозных стоков.

### **Материалы и методика исследования**

Объектами исследования являются мелиоративная (оросительная) система утилизации навозных стоков крупного рогатого скота (КРС) ОАО «Агрофирма Мценская» Орловской области, серые лесные почвы, поверхностные и подземные воды. Навозные стоки используются в качестве органических удобрений, для утилизации которых на площади 2300 га построена мелиоративная (оросительная) система, состоящая из отстойников-накопителей, насосных станций и прудземных трубопроводов с гидрантами. На этой территории выращиваются кормовые культуры (кукуруза на зеленый корм, однолетние травы), зерновые и бобовые культуры (пшеница, горох, ячмень). Жидкая фракция навоза вносится в почву методом «полив при вспашке». Многолетняя практика и результаты научных исследований подтверждают необходимость ведения системного агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий, на которых утилизируются навозные стоки. Объектами такого мониторинга являются: навозные стоки, поступающие в оросительную систему; серые лесные почвы, подземные и поверхностные воды на территории оросительной системы и в зоне ее влияния. Химические, санитарно-микробиологические санитарно-паразитологические исследования всех проб почвы и воды выполнены в лабораториях университета и Мценского филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии».

### **Результаты исследования**

Одним из главных вопросов в разработке режима внесения навозных стоков на поля мелиоративной системы было определение норм внесения под планируемую урожай сельскохозяйственных культур: однолетние травы, ячмень и кукурузу. Под планируемую урожай указанных культур произведен расчет норм внесения с учетом выноса урожаем основных питательных веществ — азота, фосфора и калия (N, P, K). Принималось среднее содержание N, P, K в навозных стоках за несколько последних лет с учетом результатов исследований — это N — 1,49 кг/м<sup>3</sup>, P — 0,58 кг/м<sup>3</sup>, K<sub>2</sub>O — 0,81 кг/м<sup>3</sup>, отсюда следует, что годовая норма внесения навозных стоков в зависимости от обеспеченности почв N, P, K, составила (м<sup>3</sup>/га): для ячменя — 110—140, для кукурузы — 160—200, для озимой пшеницы — 200—250, для яровой пшеницы — 180—230, для сахарной свеклы — 280—350.

### **Химический состав навозных стоков (жидкая фракция)**

Жидкая фракция навозных стоков, поступающая на удобрение полей, имеет влажность около 99,7%, нейтральную и слабощелочную (рН 8,0) реакцию среды, повышенное содержание растворенных и взвешенных веществ. Содержание минеральных солей в стоках (по прокаленному остатку) около 3,0 г/л, что не противоречит требованиям ГОСТ 10-119-96 «Удобрения органические». Преобладающими являются соли калия и аммония, связанные с анионами органических кислот. Основные удобрительные элементы — соединения азота, фосфора и калия — присутствуют в навозных стоках в достаточных количествах. Так, азота в среднем содержится около 0,217%, в том числе аммиачного — 0,006%, фосфора —

0,69%, калия — 2,42%. Следует отметить, что химический состав жидкой фракции характеризуется нестабильным составом по содержанию органических и взвешенных веществ в зависимости от срока отбора проб. По остальным показателям состав жидкой фракции навозных стоков стабилен и характеризуется следующими значениями. Реакция среды жидкой фракции — нейтральная, соотношение двухвалентных катионов (Ca + Mg) к натрию — благоприятное с точки зрения влияния на мелиоративное состояние серых лесных почв.

Жидкая фракция навозных стоков КРС обладает высокой удобрительной ценностью по содержанию элементов питания для растений, но соотношение N : P : K = 1,85 : 1 : 1,03 указывает на несбалансированность питательных веществ в стоках, используемых для удобрения сельскохозяйственных культур. При данном соотношении в балансе явно не хватает калия, но в избытке азот. Несбалансированность рекомендуется исправлять внесением минеральных удобрений по традиционной технологии или добавлять в жидкую фракцию стоков при поливе. Из практики известно, что хорошим соотношением N : P : K является 1,4 : 1,0 : 1,6.

Из микроэлементов преобладают железо (33,85 мг/дм<sup>3</sup>) и цинк (4,4 мг/дм<sup>3</sup>). В целом, по химическому составу навозные стоки КРС, используемые для удобрения, соответствуют требованиям ГОСТ 10-119-96 «Удобрения органические. Стоки навозные, пометные» и могут использоваться в сельском хозяйстве по разработанной ранее технологии — поливом при вспашке. Санитарно-микробиологические показатели лабораторных исследований, выполненных филиалом ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии», г. Мценск, свидетельствуют об отсутствии в жидкой фракции навоза патогенных энтеробактерий и яиц гельминтов.

Таблица 1

**Химический, санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический состав животноводческих стоков**

Наименование ингредиентов	Ед. изм.	Наименование вида стоков				
		Жидкая фракция навоза				
		16.07	24.09	17.07	25.09	Ср.
РН	—" —	7,8	7,4	7,0	7,0	7,3
Взвешенные в-ва мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	11 418,9	2 687,5	—	—	7 053,2
Сухой остаток	—" —	4 919,5	17 491,5	—	—	11 205,5
Азот аммиачный	—" —	129,97	645,4	112,0	125,0	253,1
Нитраты	—" —	166,6	123,4	—	—	146,0
Нитриты	—" —	7,13	4,3	—	—	5,72
Калий общ.	—" —	—	—	437,0	1000,0	778,5
Кальций	—" —	446,09	1 252,5	—	—	849,3
Магний	—" —	200,86	455,6	—	—	328,23
Щелочность ммоль/дм <sup>3</sup>	ммоль/дм <sup>3</sup>	38,5	175,0	—	—	106,75
Фосфор общ.	—" —	—	—	103,0	1400,0	757,50
Хлориды	—" —	232,3	1 300,0	—	—	766,15
Сульфаты	—" —	1 648,27	3 718,0	—	—	2 683,14
Железо общ.	—" —	10,1	28,8	—	—	33,85
Цинк	—" —	4,84	4,01	—	—	4,4
Марганец	—" —	—	< 0,003	—	—	< 0,003
Стронций	—" —	1,9	1,6	—	—	1,75
Кадмий	—" —	Не обн.	Не обн.	—	—	Не обн.

Окончание

Наименование ингредиентов	Ед. изм.	Наименование вида стоков				
		Жидкая фракция навоза				
		16.07	24.09	17.07	25.09	Ср.
Медь	—"/—	0,71	0,12	—	—	0,415
Кобальт	—"/—	< 0,0075	< 0,007	—	—	< 0,007
Хром общий	—"/—	4,32	6,8	—	—	5,56
Никель	—"/—	< 0,015	< 0,015	—	—	< 0,015
Гидрокарбонаты	—"/—	2 349,27	10 678,5	—	—	6 513,9
Азот общий мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>			2 500,0	300,0	1 400,0
Патогенные энтеробактерии В 3000 мл	В 3000 мл	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Яйца гельминтов		Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Калий +	мг/дм <sup>3</sup>	408,5	2 592,0	—	—	1 500,2

### Химические и санитарно-микробиологические показатели состояния поверхностных вод и почвы на полях утилизации навозных стоков

Одним из важных показателей экологического состояния окружающей среды в зоне расположения полей орошения навозными стоками является изменение химического состава поверхностных и подземных вод. Результаты контроля качества воды в р. Лисица и пруде на ручье Кола как основных водоприемников в пределах территории оросительной системы, использующей навозные стоки, приведены в табл. 2. Пробы воды из реки и пруда отбирались в августе и октябре 2010 г. Из результатов анализов следует, что оросительная система с использованием навозных стоков КРС не оказывает отрицательного влияния на качество воды в р. Лисица, что не приводит к ухудшению качества речной воды и в зоне влияния полей фильтрации и условно чистых вод сахарного завода. Также следует отметить отсутствие яиц гельминтов и патогенных энтеробактерий во всех пробах воды из р. Лисица.

Таблица 2

#### Санитарно-гигиенические показатели качественного состава проб воды по объектам исследования

Определяемые показатели	Объекты исследования									
	р. Лисица						Родник Каменский		Пруд на р. Кола	
	Створ № 1		Створ № 2		Створ № 3					
	09.08.	05.10.	09.08.	05.10.	09.08.	05.10.	09.08.	05.10.	09.08.	05.10.
ХПК (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	14,2	39,0	17,0	30,0	13,0	59,0			12,5	28,0
Цветность (градусы)	17,1	—	15,0	—	13,0	—	0	0	13,0	
Хлориды (мг/дм <sup>3</sup> )	16,6	16,2	21,2	15,3	22,1	20,1	14,0	22,0	16,3	9,1
Сульфаты (мг/дм <sup>3</sup> )	30,7	23,8	24,6	22,6	36,2	34,8	29,1	27,1	17,7	15,2
Нитрат-ион (мг/дм <sup>3</sup> )	6,0	6,0	4,5	6,9	7,5	6,4	25,3	21,0	1,5	0,84
Полифосфаты (мг/дм <sup>3</sup> )	0,1	0,13	0,11	0,14	0,12	0,13			0,092	0,12

Определяемые показатели	Объекты исследования									
	р. Лисица						Родник Каменский		Пруд на р. Кола	
	Створ № 1		Створ № 2		Створ № 3					
	09.08.	05.10.	09.08.	05.10.	09.08.	05.10.	09.08.	05.10.	09.08.	05.10.
Взвешенные вещества (мг/дм <sup>3</sup> )	10,0	7,0	16,1	10,0	11,5	6,5			10,2	15,0
Растворенный кислород (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	9,8	12,3	9,0	11,7	9,5	9,0			8,0	8,8
БПК-5 (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	4,3	3,6	4,0	2,6	4,1	7,9			4,1	6,5
Окисл-сть пергаментная (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	3,5	2,8	3,7	2,6	3,0	5,0	1,2		2,9	28,0

### Влияние удобрительных форм на микробиологический состав почвы

При мониторинговых и агроэкологических исследованиях техногенно загрязненных почв необходимо не только выявить присутствие и концентрацию загрязнителей, но и определить их воздействие на биологическую систему почвы. Хорошо известно, что микроорганизмы чутко реагируют на изменение почвенных условий или присутствие в ней загрязненных веществ.

Исследование состава, свойств и количественных соотношений различных физиологических и систематических групп микроорганизмов может дать информацию об агрономических свойствах почвы. Существенное влияние на микробное население почвы оказывают как использование средств химизации, так и применение ростостимулирующих препаратов и бактериальных удобрений. Был изучен микробный комплекс серой лесной почвы при внесении в почву навозных стоков (табл. 3).

Таблица 3

#### Микробный ценоз пахотного слоя серой лесной почвы при использовании жидких навозных стоков

Наименование образца	Численность микроорганизмов в вермикомпостах (10 <sup>3</sup> КОЕ/г абсолютно сухого вещества)								Общее количество микроорганизмов	К мин.
	использующие органические формы азота на МПА	использующие минеральные формы азота на КАА				целлюлозоразрушающие на среде Гетчисона				
		общее	в том числе		общее	в том числе				
			бактерии	актиномицеты		бактерии	грибы	актиномицеты		
Контроль	8 224	19 509	9 672	9 837	85,97	2,89	2,07	81,01	27 894,97	2,37
Навозные стоки	20 139	28 320	19 037	9 283	107,97	2,95	5,31	99,71	48 655,07	1,41

Применение навозных стоков способствует повышению численности микроорганизмов, использующих органические формы азота в 2,5 раза в сравнении с контролем. Численность бактерий, использующих минеральные формы азота, изменялась незначительно, она возрастала в 1,5 раза в сравнении с контролем. Использование навозных стоков в качестве органического удобрения оказывает положительное действие на микробный ценоз почвы и приравнивается по эффективности действия на состав и численность микроорганизмов с комплексным применением биопрепаратов и микроудобрения.

Влияние навозных стоков на содержание тяжелых металлов и их подвижность в пахотном слое серой лесной почвы. Устойчивость почвы рассматривают с одной стороны, как потенциальный запас буферности и исходных природных почв и ландшафтов, т.е. сохранение своего нормального функционирования как биокосных систем, с другой стороны, устойчивость природных систем рассматривается как способность к восстановлению нормального функционирования после прекращения техногенного воздействия. Продолжительность периода восстановления исходного геохимического состояния почв служит показателем устойчивости к техногенному воздействию. Существует понятие о совместимых и несовместимых природных и техногенно обусловленных ландшафтных и почвенно-геохимических процессах. Если процессы совместимы, т.е. действуют в одном направлении и усиливают друг друга, то после прекращения техногенного пресса, почва к исходному состоянию не возвращается. Если же природные и техногенно обусловленные процессы направлены противоположно, то по мере прекращения воздействия этого пресса природный процесс преодолевает техногенные нарушения, и почва нормализуется, приходит к исходному или близкому к нему состоянию. Поскольку химические воздействия на почву могут создавать как отрицательный, так и положительный эффекты, нами были изучены изменения в валовом содержании тяжелых металлов, степени их подвижности при внесении в почву навозных стоков (табл. 4).

Таблица 4

**Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в пахотном слое серой лесной среднесуглинистой почвы в посевах яровой пшеницы (мг/кг)**

Варианты опыта	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Cr	Mn
Контроль	1,18	0,12	0,34	2,20	3,60	0,20	70,3
	7,39	36,36	2,44	3,46	6,73	1,10	10,64
Навозные стоки	1,42	0,14	1,92	2,87	3,27	0,24	73,8
	8,89	42,24	13,77	4,51	6,11	1,32	11,17

*Примечание.* В знаменателе — % от валового содержания.

Использование навозных стоков приводит к заметному увеличению валового содержания меди, концентрация которой возрастала в 3,97 раза и цинка, количество которого увеличивалось в 1,6 раза в сравнении с контролем, а также некоторое увеличение свинца, хрома и марганца. По остальным тяжелым металлам заметных изменений в валовом содержании не наблюдалось. Также установлено

отсутствие отрицательного действия навозных стоков на изменение подвижности тяжелых металлов и их вовлечение в миграционный поток. Как видно из данных таблицы, достоверное увеличение подвижности тяжелых металлов под действием навозных стоков установлено только для меди.

\*\*\*

Использование навозных стоков оказывает положительное действие на структурное состояние, агрохимические свойства и гумусовое состояние серой лесной среднесуглинистой почвы.

Применение навозных стоков в качестве органических удобрений обеспечивает высокую биологическую активность почвы, увеличивает численность микроорганизмов, использующих минеральные и органические формы азота.

Внесение навозных стоков не оказывает отрицательного действия на содержание тяжелых металлов и их подвижность в почве.

План внесения навозных стоков на поля разработан с учетом потребности сельскохозяйственных культур в питательных веществах и выноса их планируемым урожаем, а также в зависимости от площадей полей, сроков сева и уборки урожая, производительности техники. Годовая норма внесения навозных стоков в зависимости от обеспеченности почв НРК составила: для ячменя — 110—140 м<sup>3</sup>/га, для кукурузы — 160—200 м<sup>3</sup>/га, для озимой пшеницы — 200—250 м<sup>3</sup>/га, для яровой пшеницы — 180—230 м<sup>3</sup>/га.

По химическому составу навозные стоки КРС, используемые для удобрительного орошения поливом при вспашке, соответствуют требованиям ГОСТ 10-119-96 «Удобрения органические. Стоки навозные, пометные», в 1 кг навозных стоков содержится 0,217% азота, 0,69% фосфора, 2,42% калия, что необходимо учитывать при расчете норм внесения навозных стоков и дополнительном внесении минеральных удобрений.

Система утилизации навозных стоков КРС не оказывает отрицательного влияния на качество поверхностных и подземных вод, что свидетельствует об экологическом благополучии и надежности применяемой технологии внесения навозных стоков в почву на мелиоративной (оросительной) системе.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Барановский И.Н., Павловский А.В. Влияние бесподстильного навоза и помета на гумусовый режим дерново-подзолистой почвы и ее продуктивность // Плодородие. — 2010. — № 6. — С. 24—26.
- [2] Барановский И.Н., Павловский А.В. Изменение гумусового режима дерново-подзолистой почвы под действием бесподстильного навоза и соломы // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: Сб. науч. работ. — СПб.: СПбГАУ, 2010. — С. 257—263.
- [3] Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. — Смоленск, 2003.
- [4] Санитарные нормы и правила допустимых концентраций химических веществ в почве: Сан. ПИН 42-128-1433-87, Минздрав СССР. — М., 1988.
- [5] Семёнов В.Н. Экологизация сельскохозяйственного производства в Северо-Западной зоне Российской Федерации. Проблемы и пути развития. — СПб.: АФИ, 1998. — С. 10—47.

- [6] Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России. — Ч. I и II / Под ред. В.Ф. Мальцева и М.К. Каюмова.— М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002.
- [7] *Иванова А.Л.* Состояние и перспективы развития научного обеспечения земледелия России // Земледелие на рубеже XXI века: Сб. докл. Междунар. науч конф. — М.: Изд-во КМК, 2002. — С. 3—17.
- [8] *Колганов А.В., Щедрин В.Н., Бурдун А.В.* Принципы ландшафтно-экологического подхода к мелиорации земель // Мелиорация и водное хоз-во. — 2000. — № 5.

## **ECOLOGICAL ASSESSMENT OF INFLUENCE OF USE OF MANURE DRAINS OF CATTLE ON A STATE OF ENVIRONMENT**

**L.P. Stepanova, E.N. Ziganok,  
E.A. Korenkova**

Orel State Agrarian University  
*Generala Rodina Str., 69, Orel, Russia, 302019*

Utilization of organic fertilizer in one form or another is determined by numerous factors, among which are the power animal facilities, the climatic conditions of its location zone, hydrogeological features of the surrounding agricultural land.

**Key words:** organic fertilizers, liquid manure drains, land reclamation (irrigation) the system of recycling, the chemical composition of the liquid fraction of manure.