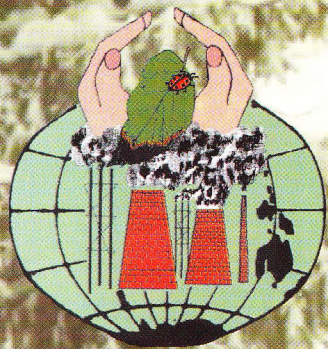


ISSN 0868-7420



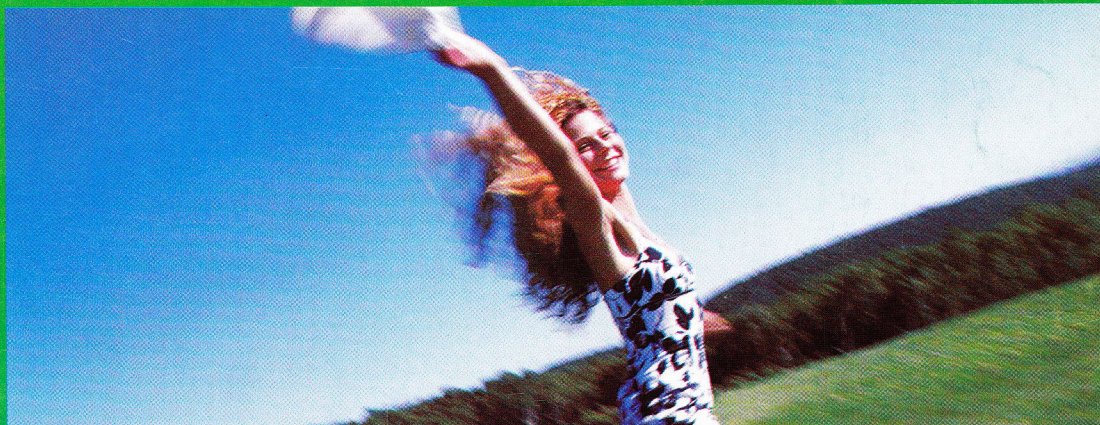
# ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК РОССИИ

2 | 2006

# VI

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. ВЫСТАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС «ЛЕНЭКСПО»

14-16 МАРТА 2006



## УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

II

международная промышленная выставка технических средств и услуг в сфере сбора, переработки и утилизации отходов производства и потребления

## ЭКОЛОГИЯ БОЛЬШОГО ГОРОДА

XIII

международная выставка сооружений и средств защиты водного и воздушного бассейнов, природоохранных услуг

 **Ленэкспо**  
С.Петербург

Выставочный комплекс «Ленэкспо»

Телефон/факс +7 (812) 321 27 18  
321 26 39

ecology@mail.lenexpo.ru  
eco-city@mail.lenexpo.ru

[www.ecology.lenexpo.ru](http://www.ecology.lenexpo.ru)

Научно-практический раздел  
"ЭКОСИСТЕМЫ – ИССЛЕДОВАНИЯ - РЕЗУЛЬТАТЫ"

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

**ВЫРАЩИВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ**

*А.В. Ильинский, Л.В. Кирейчева, В.М. Яшин  
Россия*

**ВВЕДЕНИЕ**

Поступление тяжелых металлов (ТМ) в биосферу вследствие техногенного рассеяния осуществляется разнообразными путями. Важнейшим из них является выброс при высокотемпературных процессах (черная и цветная металлургия, сжигание минерального топлива и т.д.). Кроме того, источником загрязнения почв могут служить орошение водами с повышенным содержанием ТМ, внесение осадков бытовых сточных вод в качестве удобрения, вторичное загрязнение вследствие выноса ТМ из отвалов рудников или металлургических предприятий водными или воздушными потоками, поступление больших количеств ТМ при постоянном внесении высоких доз органических, минеральных удобрений и пестицидов, содержащих ТМ [7].

Площади загрязнения почв Российской Федерации по различным химическим элементам располагаются в следующем порядке (% от обследованных): Cu(3,79) > Ni(2,84) > Zn(1,92) =

Co(1,92) > Pb(1,66) > Cd(0,62) [3]. По регионам России этот ряд существенно изменяется в зависимости от видов техногенного загрязнения.

Загрязнение почвенного покрова ТМ приводит к ослаблению его устойчивости техногенезу, развитию деградационных процессов, снижению плодородия. Следствием снижения почвенного плодородия в результате загрязнения ТМ является снижение продуктивности как естественных, так и агрокультурных ландшафтов, что существенным образом влияет на объем и качество продовольственных ресурсов. Сельскохозяйственная продукция, выращенная на загрязненных почвах, часто оказывается токсичной из-за повышенного содержания ТМ [8].

В этой связи актуальной является проблема разработки агромелиоративных мероприятий по санации техногенно загрязненных деградированных почв и получению экологически безопасной продукции растениеводства.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Объектом исследований являются деградированные оподзоленные и выщелоченные черноземы Рязанской области.

Цель научно-исследовательской работы заключается в разработке экологически безопасных способов очистки и детоксикации черноземов, загрязненных тяжелыми металлами.

Полевые и лабораторные исследования проводятся в двух направлениях:

- подбор культур-фитомелиорантов для выноса ТМ из почвы;
- иммобилизация ТМ в почве путем внесения мелиорантов с повышенной сорбционной способностью для получения экологически чистой

продукции (СОРБЭКС, карбонатный сапрпель, удобрительно-мелиорирующие смеси).

По литературным данным нами было выявлено, что наиболее толерантными сельскохозяйственными культурами, способными накапливать в фитомассе высокие концентрации меди, цинка, свинца и кадмия являются: овес, гречиха, бобы и др. [2,6,8].

С целью установления закономерностей перехода ТМ из почвы в растения в зависимости от суммарного загрязнения почвы, были проведены исследования в вегетационных сосудах с фитомелиорантами (гречихой и черными бобами) на оподзоленном черноземе: РНКС1 - 5,1; содержание гумуса 5,7 %; P2O5 23,5 мг/100 г; K2O 19,2

мг/100 г. Также был проведен вегетационный опыт, в котором изучалась способность сорбент-мелиоранта СОРБЭКС снижать токсичность почвы, поглощать и связывать ТМ в формы, недоступные для растений. Было смоделировано 4 категории загрязнения почвы (от допустимой до чрезвычайно опасной), которые обосновывались по суммарному показателю загрязнения.

Почва искусственно загрязнялась тяжелыми металлами путем добавления химически чистых водорастворимых солей. Для вегетационных опытов были использованы следующие химически чистые соли:  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ ;  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ;  $Pb(CH_3COO)_2$ ;  $CdSO_4$ , повторность 4-х кратная. Определение ТМ в фитомассе выполнено методом атомно-абсорбционной спектроскопии [5]. В течение вегетационного периода оптимальное увлажнение почвы (0,65 ППВ) поддерживалось поливами по массе сосудов [9].

Для оценки эффективности применения карбонатного сапропеля и удобрительно-мелиорирующей смеси (УМС), на его основе, была проведена производственная проверка, цель которой заключалась в изучении влияния сорбент-мелиорантов на агрохимические свойства чернозема, урожайность и экологическое состояние растениеводческой продукции. Натурные исследования проводились на оросительной системе «Мескино» АОЗТ «Малинищи» Пронского района Рязанской области в 2002-2003 г.г. Чернозем оподзоленный глинистый, мощность гумусового горизонта 50-60 см; содержание гумуса 5,8 %;  $RHCl$  - 5,1;  $P_2O_5$  12,5 мг/100 г;  $K_2O$  12,2 мг/100 г. Гранулометрический состав почвенного про-

филя преимущественно глинистый, глины легкие, по содержанию частиц <0,01 мм граничат с тяжелыми суглинками.

Сапропели формируют коллоидную структуру в почве, повышают ее влагоемкость, способствуют закреплению биогенных элементов. Характерная особенность сапропелей – постепенная и длительная минерализация гумуса. Минералы иллитовой фракции сапропелей обладают высокой активностью и большой поглотительной способностью (ЕКО до 100-190 мг-экв/100 г).

Удобрительно-мелиорирующая смесь (УМС) приготавливалась на основе карбонатного сапропеля оз. Неро и верхового торфа. Для активизации почвенной микрофлоры в смесь вносилась композиция почвенных эффективных микроорганизмов (ЭМ-культура).

Полевой опыт был заложен на делянках (площадь каждой 20 м<sup>2</sup>) совместно с О.Б. Хохловой на двух вариантах (сапропель, УМС) в 5-ти кратной повторности. В качестве контроля принимался существующий агрофон в хозяйстве. Сапропель вносили поверхностно на делянки из расчета 10 т/га (т.е. 1 кг/м<sup>2</sup>) при влажности вещества не выше 7% после выполнения необходимых агротехнических работ. Доза внесения сапропеля составляла 1 кг/м<sup>2</sup>, что было обосновано расчетами и подтверждено ранее проведенными исследованиями [6]. Подкормку ЭМ-культурой проводили путем мульчирования почвы ЭМ-компостом, который вносили в бороздки из расчета 10 кг компоста на делянку (0,5 кг/м<sup>2</sup>) и засыпали почвой [10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Управление видовым составом, выращиваемой растениеводческой продукции. Исследования показали, что бобовые культуры более толерантны к действию ТМ, чем гречиха, так как они могут получать питательные элементы за счет клубеньковых бактерий.

Л.М. Бурлакова, О.И. Антонова и др. [1] отмечают, что поступление и усвоение элементов в растениях зависит не только от концентрации и формы соединений каждого из них, но и от всего поступающего комплекса, которому присущи антагонистические и синергические взаимоотношения. В связи с этим, на основе коэффициентов биологического накопления химических элементов, нами был построен эмпирический ряд накопления ТМ фитомассой растений:  $Zn > Cd > Cu > Pb$ .

На основе анализа которого было установлено, что фитомелиоранты интенсивнее поглощают из почвы цинк и кадмий. Свинец и медь более прочно удерживаются почвенным поглощающим комплексом, поэтому их транслокация в растения происходит менее активно. В тоже время, медь, являясь микроэлементом, интенсивнее поглощается из почвы растениями, чем свинец.

Результаты исследований (табл.1 и 2) показали, что при умеренно опасной степени загрязнения почв составил для гречихи: в сумме по  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Pb$  и  $Cd$  - 436 г/га, для бобов 1340 г/га. Вынос бобами  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Pb$  заметно выше, чем гречихой, что необходимо учитывать в выборе культуры-фитомелиоранта для очистки почвы от содержания того или иного ТМ.

Таблица 1. - Вынос ТМ фитомассой гречихи 103, мг/га

Варианты опыта	Zc	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий
1 (контроль)	1,64	17,6	101,9	8,8	1,11
2 (допустимое)	13,55	23,3	182,0	9,1	1,32
3 (умеренно опасное)	30,12	27,2	396,6	10,2	2,05
4 (высоко опасное)	63,4	29,5	703,0	11,2	4,23
5 (чрезвычайно опасное)	146,04	19,1	779,3	6,4	4,63

Таблица 2. - Вынос ТМ фитомассой бобов 103, мг/га

Варианты опыта	Zc	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий
1 (контроль)	1,64	17,1	169,6	8,5	0,95
2 (допустимое)	13,55	83,0	664,0	11,1	1,38
3 (умеренно опасное)	30,12	85,2	1240,7	13,6	2,43
4 (высоко опасное)	63,4	88,6	1248,2	15,3	3,33
5 (чрезвычайно опасное)	146,04	34,2	934,4	10,4	4,12

Таким образом, при умеренно опасной степени загрязнения оподзоленных и выщелоченных черноземов, рекомендуется использовать биологическую очистку с применением культур-фитомелиорантов: гречихи, русских черных бобов. Это обеспечит отрицательный баланс ТМ, так как их поступление в 1,2-3,7 раза меньше, чем вынос с фитомассой.

Управление свойствами почв. При высокой степени загрязнения наблюдается угнетение развития сельскохозяйственных растений, поэтому нами были проведены вегетационные и полевые исследования по применению сорбент-мелиорантов (СОРБЭКС, сапропель, удобрительно-мелиорирующая смесь на основе сапропеля) для детоксикации почв, восстановления их плодородия

и получения экологически безопасной растениеводческой продукции.

Для проведения опыта в вегетационных сосудах в качестве тестовой культуры был выбран овес, поскольку он способен накапливать высокие концентрации поллютантов и получил широкое распространение в хозяйствах Рязанской области. Установлено, что применение СОРБЭКС из расчета 3,3 кг/м<sup>2</sup> способствовало повышению фитомассы овса на всех вариантах опыта более чем в 2 раза, наибольший эффект от использования СОРБЭКС достигается при высоко опасной степени загрязнения почвы ТМ (рис.1). Внесение сорбент-мелиоранта в загрязненную почву позволило снизить потребление ТМ фитомассой овса: Cu – 2,8; Zn – 2,6; Pb – в 1,2 раза.

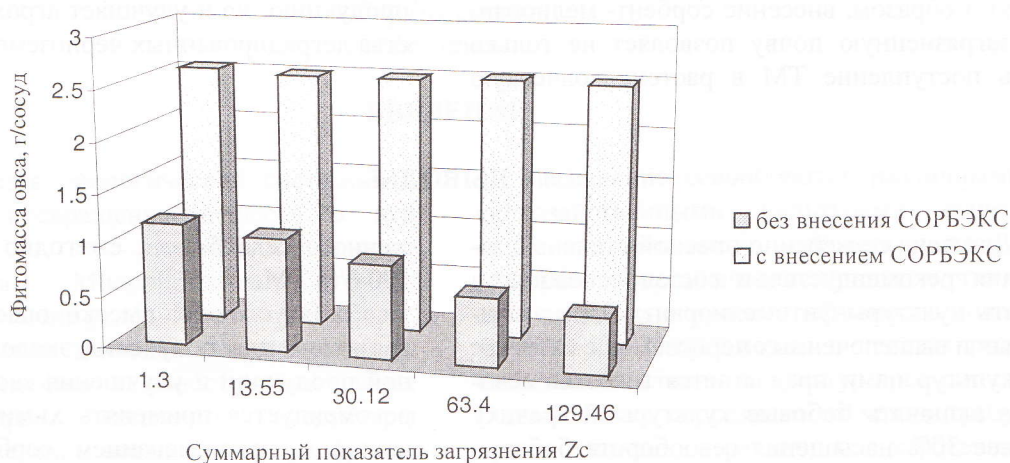


Рис. 1. Изменение урожайности фитомассы овса в опыте

Полевые исследования, проведенные в АОЗТ «Малинищи», показали (табл. 3), что при использовании мелиорантов в почве восстанавливается баланс минеральных элементов, снижается ки-

слотность, увеличивается ЕКО почвы и сумма поглощенных оснований, повышается содержание гумуса, что благоприятно сказалось на урожае и качестве растениеводческой продукции.

Таблица 3. - Агрохимические свойства оподзоленного чернозема на опытном участке

Вариант	РН	Нг	S	P2O5	K2O	Гумус, %
		ммоль/100 г		мг/100 г почвы		
Контроль	5,1	7,41	30,0	12,5	12,2	5,8
Сапрпель	5,7	2,11	42,0	11,2	11,3	6,0
УМС	5,7	2,31	39,8	13,1	12,8	6,2
НСР05	0,21	0,35	2,0	1,1	2,1	0,2

Примечание: Нг - гидролитическая кислотность, S - сумма поглощенных оснований

При внесении сапрпеля и удобрительно-мелиорирующей смеси урожайность однолетних трав увеличилась на 29% и 34% соответственно (табл. 4).

Применение сапрпеля из расчета 1,0 кг/м<sup>2</sup> позволило снизить потребление ТМ фитомассой

однолетних трав: Cu – на 12%; Pb – на 37%; Cd – на 34%, при использовании удобрительно-мелиорирующей смеси произошло снижение ТМ в фитомассе однолетних трав: Pb – на 6%; Cd – на 15%.

Таблица 4. - Урожайность однолетних трав на вариантах опыта

Вариант	Вика + овес, зеленая масса, ц/га						Прибавка	
	Повторность						ц/га	% к контролю
	1	2	3	4	5	Среднее		
Контроль	400	410	420	410	430	410	-	-
Сапрпель	490	500	530	580	560	530	120	29
УМС	560	530	540	550	560	550	140	34

НСР05 = 20 ц/га

Таким образом, внесение сорбент- мелиорантов в загрязненную почву позволяет не только снизить поступление ТМ в растениеводческую

продукцию, но и улучшает агрохимические свойства деградированных черноземов.

## ВЫВОДЫ

1. Для почв с умеренно опасной степенью загрязнения рекомендуется в состав севооборота включать культуры-фитомелиоранты. Для оподзоленных и выщелоченных черноземов в качестве таких культур нами предлагается в состав севооборота включать бобовые культуры и гречиху (не менее 30% насыщения севооборота бобовыми). Данное мероприятие при существующем ежегодном поступлении Cu, Zn, Pb, Cd в количестве 357 г/га в год [4] позволит в составе предло-

женного севооборота ежегодно выносить около 570 г/га ТМ.

2. В условиях высоко опасной степени загрязнения для получения экологически безопасной продукции и улучшения свойств черноземов рекомендуется применять химическую детоксикацию с использованием сорбент-мелиорантов (СОРБЭКС, сапрпель, УМС). Наибольший эффект достигается при комплексном применении

мероприятий, включающих биологическую очистку и химическую детоксикацию почв.

3. При существующем загрязнении оподзоленных и выщелоченных черноземов, рекомендуется вносить один раз в 3-4 года не менее 10 т/га удобрительно-мелиорирующей смеси на основе карбонатного сапропеля с добавлением торфа и

обработкой ЭМ-культурой, что позволит получать экологически безопасную сельскохозяйственную продукцию. Предложенная технология позволит повысить урожайность до 2800 корм.ед./га и увеличить вынос ТМ фитомелиорантами до 201 г/га, что существенно улучшит экологическую обстановку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлакова Л.М., Антонова О.И., Деев Н.Г. Морковкин Г.Г. и др. Экотоксиканты в системе «почвы-растения-животные» (на примере отдельных зон Алтайского края): Монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – 236 с.

2. Гусева Т.М. Оценка изменения экологического состояния ландшафта Окского бассейна под влиянием антропогенных нагрузок: Автореф. дисс. к.с.х.н. – Рязань, 2001.

3. Кузнецов А.В. Контроль техногенного загрязнения почв и растений // Агрехимический вестник. Химия в сельском хозяйстве. – 1997. - № 5. – с. 7-9.

4. Мажайский Ю.А. Экологические факторы регулирования водного режима почв в условиях техногенного загрязнения агроландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 2001. - 227 с.

5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и про-

дукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.

6. Нгуен Суан Хай. Мелиорация и восстановление плодородия деградированных почв: Автореф. дисс. д.с.х.н. М., 2003.

7. Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учебное пособие для хим., хим.-технол. и биол. Спец. Вузов / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. Шк., 2002. – 234 с.

8. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / Под общ. ред. М.М. Овчаренко. – М.: 1997. – 289 с.

9. Практикум по агрохимии / Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.

10. ЭМ-технология – надежда планеты. – М., 2001. – 32 с.

### АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Т.Ф.Персикова  
Беларусь

#### ВВЕДЕНИЕ

Почва является биологической системой, и все процессы превращения веществ в ней определяются жизнедеятельностью микроорганизмов. Микроорганизмы очень чувствительны к смене условий почвенной среды, а всякие нарушения деятельности микрофлоры ведут к изменению почвообразовательных процессов. При изменении структуры севооборотов, введении новых систем удобрения уделяется серьезное внимание возможному влиянию этих приемов на уровень биологической активности почвы, а также на способность ее к самоочищению.

насыщение севооборотов различными сельскохозяйственными культурами существенно влияет на количество микроорганизмов и почвенномикробиологические процессы, что отражается и на биологической активности почвы. Изучение микрофлоры почвы в посевах различных сельскохозяйственных культур проводится давно. Однако более серьезного изучения требуют вопросы влияния различных агротехнических приемов (в т.ч. и применение бактериальных препаратов) на численность микроорганизмов доминирующих групп, биогенность и структуру мик-