

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В СЕВОБОРОТЕ

М. А. Габибов, Е. А. Лупанов, А. М. Габибов, С. Н. Чельцов

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Россия

Поступила в редакцию 25 марта 2008 г.

**Аннотация:** Проведенные исследования показали, что правильно подобранная система внесения минеральных и органических удобрений позволяет на темно-серых лесных почвах исключить накопление в них тяжелых металлов и увеличить ее микробиологическую активность.

**Ключевые слова:** темно-серая лесная почва, минеральные и органические удобрения, севооборот.

**Abstract:** The research shows that right system of using mineral and organic fertilizers allows avoiding accumulation of heavy metals in dark grey wood soils and helps to increase their microbiological activity.

**Key words:** dark-grey forest soil, mineral fertilizers and organic manure, crop rotation.

Загрязнение тяжелыми металлами (ТМ) почвы ухудшает экологическое состояние территорий, вызывает изменение химического состава всех природных компонентов и отрицательно сказывается на здоровье людей [4]. Поступление ТМ в биосферу, вследствие техногенного рассеяния, осуществляется разнообразными путями. Важнейшими из них являются выбросы от стационарных и передвижных источников загрязнения окружающей среды, которые поступают в атмосферу, а затем, выпадая на земную поверхность, накапливаются в верхних горизонтах почвы и вновь включаются в природные и техногенные циклы миграции. Кроме того, источником загрязнения почв может быть вода с повышенным содержанием ТМ, внесение осадков бытовых сточных вод в качестве удобрений, поступление больших количеств ТМ при постоянном внесении высоких доз органических, минеральных удобрений и пестицидов, содержащих ТМ [1, 3, 5].

Загрязнение почвы ТМ приводит к развитию деграционных процессов, снижению плодородия. Следствием снижения почвенного плодородия является снижение продуктивности как естественных, так и агрокультурных ландшафтов, что существенно влияет на объем и качество продовольственных ресурсов.

В этой связи актуальной является проблема исследования совместного применения минеральных и органических удобрений в севооборотах для изучения экологического состояния почв и улучшения их плодородия.

### Методика исследований

Объектами исследования служили семь вариантов с удобрениями и вариант без внесения удобрений, а также участки целины и лесополосы, прилегающие к опытному полю. Почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая со средним уровнем плодородия.

Опыт проводился в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: кукуруза на зеленую массу – ячмень – овес – озимая пшеница. Под кукурузу, на всех вариантах опыта за исключением варианта без удобрений, вносили  $N_{120}P_{120}K_{120}$  и остальные виды удобрений согласно схеме опыта: солому пшеницы в количестве 3 т/га; навоза – 30 т/га; горчицу белую в качестве сидерата – 5 т/га (фактически полученная зеленая масса) (таблица 1).

Под вторую культуру севооборота (ячмень) фоном вносили  $N_{60}P_{60}K_{60}$  (за исключением варианта без удобрений).

Под овес и озимую пшеницу никаких удобрений не вносили.

Анализы на тяжелые металлы проводили после прохождения ротации севооборота. Предельно

Влияние агротехнических приемов на содержание меди, цинка, свинца и кадмия в почве при различных уровнях удобрений, мг/кг

Вариант опыта	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий
1. Без удобрений	14,6	39,2	12,3	0,46
2. N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> – фон	15,3	39,4	15,2	0,43
3. Фон + солома	15,2	39,4	12,7	0,41
4. Фон + солома + навоз	14,5	39,4	11,7	0,44
5. Фон + сидерат	14,6	40,6	15,5	0,47
6. Фон+солома+навоз+сидерат	16,7	39,7	14,1	0,45
7. Фон + сидерат	13,9	39,1	12,9	0,43
8. Фон + навоз	14,2	40,2	15,5	0,43
Целина	16,1	44,0	15,2	0,45
Лесополоса	18,2	45,4	15,3	0,50
ПДК	66	110	65	1,0
КЛАРК	20	50	10	0,5

допустимые концентрации тяжелых металлов, согласно Госкомсанэпиднадзора (1995), составляют: меди – 66 мг/кг; цинка – 110 мг/кг; свинца – 65 мг/кг и кадмия – 1,0 мг/кг.

Для оценки локального загрязнения почвы тяжелыми металлами их концентрации сравнивают с фоном, или усредненным содержанием (кларком) химических элементов по Виноградову. На основе кларков Почвенный институт им. В.В. Докучаева предложил группировки, в которых уровни загрязненности тяжелыми металлами оценены в шесть групп. Незагрязненными почвами считаются такие, где их содержание не выше фона (кларка) [2].

### Обсуждение результатов

На протяжении многих десятков лет темно-серые лесные почвы Рязанской области интенсивно использовались в сельскохозяйственном производстве и в достаточном количестве вносились физиологически кислые минеральные удобрения. Вследствие этого реакция почвенной среды большинства темно-серых лесных почв области слабокислая и кислая. Реакция почвенной среды и явилась основанием для изучения определенных тяжелых металлов, в частности меди, цинка, свинца и кадмия.

Вносимые вместе с минеральными и органическими удобрениями тяжелые металлы и выпадающие на поверхность почвы ТМ, в основном, концентрируются в пахотном слое почвы (0-20 см). Из удобрений используемых в сельскохозяйственном производстве больше Cu и Zn в навозе, Pb в фосфорных удобрениях, Cd в хлористом калии.

На миграционные возможности данных ТМ в почве большое влияние оказывает кислотность

почвенного раствора. Тяжелые металлы, в кислой и слабокислой почвенной среде, обладают значительной подвижностью. Следовательно, значительная доля ТМ переходит из обменно-поглощенного состояния в почвенный раствор и далее отчуждаются растениями из почвенно-поглощающего комплекса.

Данные исследования показывают, что количество тяжелых металлов в темно-серых лесных почвах значительно ниже предельно допустимой нормы. Существенной разницы в содержании анализируемых тяжелых металлов в темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве на различных вариантах с минеральными, органо-минеральными удобрениями и контролем нет.

Сопоставление полученных данных по содержанию ТМ с целиной почвой и участком в лесополосе, прилегающей к опытному полю, с вариантами удобрений показывают, что на пашне содержание их ниже, чем на целине и участке под лесополосой. Это, вероятно, связано с небольшим выносом сельскохозяйственными культурами ТМ в кислой почвенной среде, вследствие чего в процессе использования пашни идет уменьшение содержания ТМ в темно-серой лесной почве.

Наиболее токсичными элементами являются кадмий и свинец. Кадмий в пахотный слой попадает как с атмосферными осадками [1], так и с минеральными удобрениями и гербицидами. Содержание кадмия в пахотном слое почвы колеблется в пределах 0,41-0,47 мг/кг. Это количество не вызывает больших опасений, так как ПДК составляет 1,0 мг/кг, а фон – 0,5 мг/кг.

Свинец, в основном, на исследуемом участке накапливается за счет внесения фосфорных удоб-

Таблица 2

Интенсивность разложения льняного полотна в зависимости от внесенных удобрений и способов их заделки, %

Вариант опыта	Слой почвы, см	Через 1 месяц	Через 2 месяца	Через 3 месяца
Без удобрений	0-20/20-40	1,7/1,2	4,5/2,8	12,4/8,5
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	0-20/20-40	2,1/1,4	5,7/3,0	12,8/9,4
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> + солома	0-20/20-40	2,2/1,6	6,0/3,4	14,0/10,1
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> + сидерат	0-20/20-40	2,4/1,4	6,5/3,2	13,5/10,6
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> + навоз	0-20/20-40	3,6/2,2	8,7/3,1	15,5/9,0

рений и выхлопов автотранспортных средств. Концентрация токсиканта варьирует от 11,7 до 15,5 мг/кг, что превышает фоновый показатель. Это связано прежде всего с тем, что исследуемое поле находится в 500 м от областной автотрассы.

Цинк относится к жизненно необходимым микроэлементам, хотя при превышении ПДК относится к наиболее опасным элементам и может считаться экотоксикантом. При прохождении ротации севооборота на всех вариантах опыта содержание практически одинаковое (39,2-40,6 мг/кг). Концентрация цинка в почвах сильно подвержена действию антропогенных выбросов завода цветных металлов, находящегося в пределах 30-ти километровой зоны.

Медь – биофильный микроэлемент, участвующий в окислительно-восстановительных процессах. Этот металл относят к умеренно опасным загрязняющим веществам. Концентрация меди в пахотном слое почв варьирует на различных вариантах от 13,9 до 16,7 мг/кг. В то же время как ПДК равна 66 мг/кг, а фоновый (кларковый) – 20 мг/кг. Наибольшее содержание меди отмечено при внесении в сочетании минеральных и органических удобрений (16,7 мг/кг), хотя при сопоставлении с прилегающей лесополосой его содержание ниже (18,2 мг/кг).

Таким образом, использование темно-серых лесных тяжелосуглинистых почв в сельскохозяйственном производстве и при правильном применении минеральных и органо-минеральных удобрений не приводит к накоплению тяжелых металлов в пахотном слое, а наоборот снижает его содержание в почве.

При оценке экологических аспектов совместного применения минеральных и органических удобрений немаловажную роль играют целлюлозоразлагающие бактерии, деятельность которых является основным источником органических коллоидов почвы. Достаточно точное представление о действии различных агротехнических приемов

на энергию разрушения растительного материала дают методы учета биологической активности почвы по разложению целлюлозы из естественных источников и льняного полотна.

Активность целлюлозоразрушающих бактерий в темно-серой лесной почве определялась по степени распада льняной ткани.

Результаты анализа показывают, что при внесении одних минеральных удобрений льняная ткань начинает разлагаться сильнее, относительно контроля (без внесения удобрений) (таблица 2).

Наибольшая интенсивность распада ткани в пахотном слое наблюдается при внесении дополнительно к минеральным удобрениям навоза и степень распада увеличивается до 15,5% через три месяца после их заделки в почву.

Таким образом, на основе экспериментальных исследований установлено, что при совместном внесении минеральных и органических удобрений, в оптимальных количествах, можно длительно использовать темно-серую лесную почву с различными севооборотами и применение удобрений не приведет к опасному накоплению в почве тяжелых металлов.

Наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности целлюлозразлагающих бактерий создает совместное внесение в почву минеральных и органических удобрений.

Данную технологию можно рекомендовать для применения хозяйствам, что позволит сохранить плодородие сельскохозяйственных угодий и избежать повышенного накопления тяжелых металлов в пахотном слое почвы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазовская М. А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и анализу способности природных систем к самоочищению / М. А. Глазовская // Техногенные потоки веществ в ландшафтах и состояние экосистем. – М., 1981. – С. 7-41.

2. Евтюхин В. Ф. экологическая оценка загрязнения агроландшафта рязанской области тяжелыми металлами : автореф. ... дис. канд. с.-х. наук / В. Ф. Евтюхин. – Немчиновка, 1998. – 26 с.

3. Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда / В. Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.

4. Черников В. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие / В. А. Черников, Н. З Милащенко, О. А. Соколов. – Пушкино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. – Кн. 3 : Устойчивость почв к антропогенному воздействию. – 203 с.

5. Черных Н. А. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах / Н. А. Черных, М. М. Овчаренко. – М.: Агроконсалт, 2002. – 200 с.

Gabibov M.A.  
Doctor of Agriculture, professor of botany and agrobiolgy of Ryazan State University n.a. S.A.Yesenin, Ryazan

Габибов М.А.

доктор с.-х. наук, профессор кафедры ботаники и агробиологии Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина, г. Рязань

Лупанов Е.А.

кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина, г. Рязань, т. (4912) 28-05-79, E-mail: e.Lupanov @ rsu.edu.ru

Габибов А.М.

соискатель кафедры экологии и природопользования Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина, г. Рязань

Чельцов С.Н.

аспирант кафедры экологии и природопользования Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина, г. Рязань

Gabibov M.A.

Doctor of Agriculture, professor of botany and agrobiolgy of Ryazan State University n.a. S.A.Yesenin, Ryazan

Lupanov Ye.A.

Candidate of Biology, associate professor of ecology and management of nature chair of Ryazan State University n.a. S.A.Yesenin, Ryazan, t. (4912) 28-05-79, E-mail: e.Lupanov @ rsu.edu.ru

Gabibov A.M.

Scientific degree applicant of ecology and management of nature chair of Ryazan State University n.a. S.A.Yesenin, Ryazan

Cheltsov S.N.

Post-graduate student of ecology and management of nature chair of Ryazan State University n.a. S.A.Yesenin, Ryazan