

П.А. Котьяк, доц., канд. с.-х. наук;
Е.В. Чебыкина, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;
Т.В. Таран, проф., канд. с.-х. наук
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», г. Ярославль, Россия)

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ АГРОЦЕНОЗА И ВТОРИЧНОГО БИОЦЕНОЗА

Для оценки экологической опасности и прогноза загрязнения почв тяжелыми металлами необходимо иметь сведения о их содержании в агроценозе в сравнении со вторичным биоценозом.

Наши исследования проводились в условиях ландшафта, расположенного на бывшей территории СП «Молот» Ярославского района Ярославской области. Непосредственно исследуемый ландшафт располагается на выровненном участке, имеющем небольшой уклон в одностороннем направлении. Почва дерново-подзолистая глееватая среднесуглинистая на карбонатной морене. Почва участка сформировалась в пониженных элементах агроландшафта при поверхностном периодическом избыточном увлажнении, что обуславливает в целом неблагоприятный водно-воздушный режим, низкое плодородие.

На данном участке в 1995 году под руководством заведующего кафедрой земледелия, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Б.А. Смирнова был заложен многолетний трехфакторный стационарный полевой опыт. До 1995 года на земельном участке сформировался многолетний вторичный залежный биоценоз.

Отбор почвенных образцов проводился в разных экосистемах. Экосистема «Вторичный биоценоз» представляла собой залежь, необрабатываемую длительное время (более 30 лет) на которой обильно произрастают естественные травы, биомасса которых не отчуждается. Экосистема «Агроценоз» – это опытное поле, на котором в течение 28 лет выращивались полевые культуры. Оба ценоза расположены на территории одной фации, на одном элементе рельефа, с почвами со схожими характеристиками, сформированными на одной материнской породе.

Валовое содержание тяжелых металлов и содержание их подвижных форм в почве агроценоза и вторичного биоценоза (извлекаемых аммонийно-ацетатным буфером) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии [1]; для статистической обработки экспериментальных данных использовали программы «MicrosoftExcel».

Для оценки содержания тяжелых металлов в почве и, учитывая, что верхняя часть почвенного профиля испытывает более интенсив-

ную нагрузку, отбор проб выполнили дифференцировано: из верхнего (0-10 см) и нижнего (10-20 см) слоев (таблица).

Таблица – Валовое содержание и содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве ценозов разных по использованию, мг/кг

Показатель		Агроценоз			Вторичный биоценоз			ОДК/ ПДК ¹
		Слой почвы, см						
		0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	
Цинк	валовое содержание	36,11	34,72	35,41	38,45	36,55	37,50	220/
	подвижная форма	11,89	12,16	12,03	14,00	12,64	13,32	/23
Хром	валовое содержание	3,94	3,79	3,86	3,78	4,90	4,34	—
	подвижная форма	1,47	1,51	1,49	1,91	2,43	2,17	/6
Свинец	валовое содержание	8,20	9,52	8,86	9,86	9,55	9,71	130/
	подвижная форма	4,05	4,39	4,22	6,20	5,52	5,86	/6
Никель	валовое содержание	12,33	11,78	12,055	16,91	15,73	16,32	80/
	подвижная форма	4,33	4,05	4,19	7,62	5,33	6,48	/4
Медь	валовое содержание	10,71	9,87	10,29	17,11	15,13	16,12	132/
	подвижная форма	4,38	4,25	4,31	5,61	5,02	5,32	/3
Марганец	валовое содержание	456,10	463,85	460,00	653,00	370,00	511,50	/1500
	подвижная форма	166,10	166,00	166,05	335,00	187,00	261,00	/400
Кадмий	валовое содержание	0,31	0,29	0,30	0,36	0,28	0,32	2/
	подвижная форма	0,18	0,17	0,18	0,20	0,16	0,18	—

Установлено, что дерново-подзолистая глееватая среднесуглинистая почва как вторичного биоценоза, так и опытного участка характеризуются валовым содержанием изученных тяжелых металлов

¹ Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

ниже ОДК, что свидетельствует о благоприятном санитарно-гигиеническом состоянии обследованной территории.

Валовое содержание тяжелых металлов в почве агроценоза ниже значений залежной почвы, кроме марганца. Содержание указанного элемента в слое 10-20 см почвы агроценоза превышает его аккумуляцию на той же глубине вторичного биоценоза. Это может быть следствием регулярного перемешивания слоев при обработке (фактически – искусственное разбавление) пахотных почв в сравнении с ненарушенными естественными почвами.

Наиболее информативным показателем экологической оценки почвенного покрова является содержание подвижных форм элементов, способных переходить из твердых фаз почв в почвенные растворы.

В почве по всем изучаемым слоям в концентрациях ниже ПДК для подвижных форм тяжелых металлов выявлены цинк, хром, марганец, кадмий; выше ПДК – медь (на 0,05-3,62 мг/кг) и никель (1,25-2,32 мг/кг). Подвижная форма свинца, который относится к числу наиболее опасных загрязнителей почв, в количестве, превышающей ПДК, находилась только в верхнем (0-10 см) слое почвы вторичного биоценоза (6,20 мг/кг).

Исследованиями выявлено, что большая часть тяжелых металлов сосредотачивается в верхнем (0-10 см) слое. По мнению Д.А. Ахматова и В.Б. Троца [2], это обусловлено их подъемом корневыми системами растений из нижних горизонтов и последующей ежегодно прирастающей локализацией в пожнивных остатках и отмерших подземных частях растений, а также закреплением в почвенно-поглолительном комплексе, насыщенном органоминеральными коллоидами. Следует отметить некоторое преобладающее количество свинца и марганца в нижнем (10-20 см) слое. Н.А. Черных и Джагат-Прасанна [3] отмечали, что для дерново-подзолистой почвы характерен вынос элементов из верхних слоев и накопление в нижележащих.

Также можно констатировать, что в залежной почве выявлено среднее содержание тяжелых металлов в подвижных формах несколько выше в сравнении со значениями, определенными в почве агроценоза по всем исследуемым слоям.

Почва вторичного биоценоза отличается повышенным содержанием гумуса – 3,7% (в среднем в 1,7 раза выше, чем у почвы агроценоза), что могло способствовать концентрированию ряда тяжелых металлов. Это подтверждается наличием средних корреляционных связей между содержанием гумуса и валовым содержанием марганца (для слоя 0-10 см $r = 0,44$, для слоя 10-20 см $r = 0,44$, для слоя 0-20 см

$r = 0,52$); сильных корреляционных связей между содержанием гумуса и валовым содержанием цинка (для слоя 0-10 см $r = 0,72$, для слоя 0-20 см $r = 0,71$).

Так же был проведён анализ корреляционных связей между содержанием валовых и подвижных соединений тяжелых металлов в почве. Установлено существование корреляционных связей различной силы: сильная – у кадмия, марганца, свинца; средняя – у хрома, цинка:

		0-10 см	10-20 см	0-20 см
Кадмий	$r =$	0,93	0,88	0,93
Марганец	$r =$	0,97	0,89	0,97
Свинец	$r =$	0,96	0,94	0,93
Хром	$r =$	0,60	0,68	0,66
Цинк	$r =$	0,51	0,39	0,30

Данный факт свидетельствует о переходе валовых форм тяжелых металлов в подвижные.

Таким образом, установлено, что исследуемый ландшафт с дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почвой характеризуется содержанием тяжелых металлов в пределах допустимых уровней загрязнения, что свидетельствует о благоприятной санитарно-гигиенической обстановке в почве залежного и опытного участков. Применение агротехнических приемов обеспечивает снижение доступности растениям тяжелых металлов и способствует получению экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. ФР.1.31.2012.13573. Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. Москва, 2012. 16 с.
2. Ахматов Д.А., Троц В.Б. Особенности накопления тяжелых металлов при различных обработках почвы // Ресурсосберегающие технологии в земледелии: Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, Ярославль, 14 декабря 2016 года. – Ярославль: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», 2017. С. 7-11.
3. Черных Н.А., Джагат П. Формы и трансформация соединений свинца и кадмия в разных типах почв // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2000. № 4. С. 82-88.