

НОРМИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХРОМА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С.Е. ГОЛОВАТЫЙ, к.с.-х.н.; Е.Н. БОГАТЫРЕВА (БелНИИПиА)

В современных условиях научно-технический прогресс сопровождается ухудшением экологической ситуации во многих странах. Тенденция увеличения загрязнения окружающей среды характерна и для Республики Беларусь. Почва, являясь важнейшим компонентом агроценоза, подвергается наиболее сильному токсическому действию загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов (ТМ).

В настоящее время основное внимание уделяется изучению таких потенциально токсичных тяжелых металлов, как свинец, кадмий, цинк, медь, ртуть и мышьяк. Однако в последние годы во многих промышленных центрах Беларуси и вблизи их выявлено локальное загрязнение почв хромом. Максимальное содержание этого элемента, достигающее 700-1000 мг/кг, отмечено в почвах Могилева, Гомеля и Минска [1]. Повышенные концентрации Cr обнаружены в речных и озерных отложениях, а также в пойменных почвах и сельскохозяйственных культурах, выращенных на них. Некоторые исследования показали, что валовое содержание этого элемента в пойменных почвах р. Свислочь, ниже г. Минска на некоторых участках в 23-36 раз превышает его концентрацию в аналогичных почвах р. Березины (природный фон) [2]. При этом содержание хрома в разнотравье поймы р. Свислочь в среднем в 3 раза больше, чем на контрольных участках, что указыва-

ет на достаточно высокий уровень загрязнения данным элементом кормов, получаемых на указанных угодьях.

Повышенные и высокие уровни Cr в почвах некоторых хозяйств образовались также в результате бесконтрольного использования в конце 80-х - начале 90-х годов осадков сточных вод (ОСВ) и твердых бытовых отходов (ТБО) в качестве органических удобрений. Производственные исследования, проводимые БелНИИ почвоведения и агрохимии, показали, что ежегодное или периодическое применение ОСВ в дозах 10-50 т/га в ряде хозяйств Брестского и Бобруйского районов способствовало повышению концентрации валового и подвижного хрома в дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах соответственно в 1,1-1,5 и 1,7-12,0 раз по сравнению с почвами, где эти отходы не вносились [3]. Это в свою очередь привело к значительной аккумуляции данного элемента в сельскохозяйственных культурах.

Аналогичные исследования были проведены нами в 1993-1995 гг. на землях Минской овощной фабрики, где применяли твердые бытовые отходы и компосты на их основе. Анализ почвенных и растительных образцов показал, что содержание валового хрома в почве на разных участках возросло в среднем в 1,5-1,9 раза, а на отдельных - более чем в 3 раза. Наблюдаемый рост концентрации хрома в почве вызывал увеличение его со-

держания в сельскохозяйственных растениях, произрастающих на этих участках, в среднем на 26-36%.

Таким образом, данные исследования свидетельствуют о наличии в республике почв, в которых повышенное и высокое содержание этого элемента образовалось под воздействием определенных антропогенных источников. В то же время градации содержания хрома и его предельно допустимые концентрации в дерново-подзолистых основных почвах республики - на данном этапе не разработаны, что затрудняет проведение работ по оценке степени их загрязнения этим элементом. Кроме того, из-за отсутствия таких нормативов не представляется возможным прогнозировать уровень накопления хрома в растениеводческой продукции, получаемой на этих землях. В итоге, сельскохозяйственные культуры, выращенные на почвах, загрязненных Cr, могут иметь повышенное содержание этого элемента, что небезопасно для здоровья человека и животных.

В этой связи разработка нормативов предельного содержания тяжелых металлов, в том числе хрома в почвах республики в настоящее время является одной из приоритетных задач в системе почвенного мониторинга, контроля качества растениеводческой продукции и прогноза накопления их в растениях.

Поведение тяжелых металлов в почвах зависит от конкретных почвенно-экологических усло-

вий (реакции почвенного раствора, гранулометрического состава почв, гумуса и т. д.). Поэтому предельные концентрации содержания ТМ для различных почв будут различаться. В этой связи при разработке градаций и ПДК содержания этих элементов, в том числе хрома, целесообразно ориентироваться на наиболее распространенные почвы изучаемого региона с учетом степени их окультуренности.

В связи с этим, основным объектом наших исследований служили дерново-подзолистые почвы, на долю которых в республике приходится 42,4% общего количества почв сельскохозяйственных угодий.

Следует отметить, что при разработке критериев оценки содержания тяжелых металлов в почвах и их предельных концентраций необходимо, прежде всего, изучить закономерности поведения этих элементов в системе почва-растение, влияния физико-химических свойств почв на их подвижность. Для решения этих задач нами были проведены вегетационные опыты с использованием дерново-подзолистых почв различного гранулометрического состава и уровня кислотности. Уровни загрязнения почв хромом во всех опытах создавали путем внесения легкорастворимой соли $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Наши исследования позволили установить, что подвижность хрома в значительной степени зависит от сорбции этого элемента почвенными частицами. Так, результаты вегетационного опыта, в котором использовали три различающиеся по гранулометрическому составу дерново-подзолистые почвы (песчаная, супесчаная и суглинистая), показали, что содержание обменного хрома (извлекаемого ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,80) на песчаной почве было в среднем соответственно в 1,8 и 3,5 раза выше, чем на супес-

чаной и суглинистой. При этом в зависимости от уровня загрязнения почв Cr накопление его в сельскохозяйственных культурах на более тяжелых почвах (суглинистая и супесчаная) было соответственно на 27-63% и 18-50% меньше, чем на почвах более легких (песчаная).

Анализ почвенных и растительных образцов другого вегетационного опыта, в котором, помимо различных уровней загрязнения хромом (от 12,8 до 300 мг/кг) дерново-подзолистой супесчаной почвы, схема опыта включала три уровня кислотности (pH_{KCl} 4,20; pH_{KCl} 5,30; pH_{KCl} 6,30), показал, что на подвижность хрома в почвах и его концентрацию в сельскохозяйственных растениях оказывает влияние не только гранулометрический состав почв, но и кислотность почвенного раствора. Полученные результаты позволили установить, что наименьшее количество обменного хрома содержит дерново-подзолистая супесчаная почва с pH_{KCl} 6,30. В этом случае в зависимости от содержания валового Cr в почве концентрации обменного хрома в почве составили в среднем только 30-39% от количеств, экстрагируемых из сильноокислой почвы (pH_{KCl} 4,20).

Накопление хрома сельскохозяйственными культурами также увеличивалось по мере подкисления почв. Так, повышение кислотности дерново-подзолистой супесчаной почвы с pH_{KCl} 6,30 до pH_{KCl} 4,20 сопровождалось увеличением концентрации этого элемента в растениях кукурузы в среднем на 50-65%, в зерне ячменя — на 33-39%.

Следует отметить, что под предельно допустимой концентрацией (ПДК) элемента-загрязнителя в почве понимают такое его содержание, которое при длительном воздействии на почву не вызывает необратимых изменений в ее жизнедеятельности и не только не приводит к из-

быточному накоплению этого токсиканта в сельскохозяйственных растениях, но и не влечет каких-либо патологических изменений в их организме в процессе роста и развития и не влияет на величину урожая.

Нами были проведены вегетационные и микрополевые опыты с зерновыми и кормовыми культурами по выявлению влияния степени загрязнения почв хромом на рост, развитие растений и накопление этого элемента в них. В результате этих исследований были выявлены культуры, на которые в значительной степени проявлялось фитотоксическое действие Cr (клевер луговой, рапс яровой, кукуруза). Так, возрастание уровней содержания в почве хрома приводило к снижению продуктивности культур на 21-41% по сравнению с контрольными вариантами. Однако при этом концентрация данного элемента в растениях не превышала максимально допустимый уровень (МДУ для растений — 0,5 мг/кг естественной влажности). В то же время известно, что снижение урожая сельскохозяйственных культур под воздействием тяжелых металлов на 15-20% неизбежно приводит к их избыточному накоплению в поедаемой части растений [4]. Поскольку в наших исследованиях не было установлено повышенных концентраций хрома в растениях клевера лугового, рапса ярового и кукурузы, несмотря на снижение их урожайности более чем на 20%, можно предположить, что принятый МДУ содержания хрома для сельскохозяйственных культур несколько завышен. Это, по-видимому, можно объяснить тем фактом, что при разработке нормативов предельного содержания хрома в сельскохозяйственных культурах, как и других тяжелых металлов, исходили, прежде всего, от такого его количества в растениях, которое не оказывало отрицательного влияния

1. Градации дерново-подзолистых почв по содержанию валовых и обменных (вытяжка ацетатно-аммонийного буфера с рН 4,80) форм хрома

Группировка почв по содержанию хрома	Содержание хрома в почве, мг/кг			
	Валовые формы			Обменные формы
	Песчаная	Супесчаная	Суглинистая	
	Почвы			
Фоновое *	менее 18,0	менее 25,0	менее 50,0	менее 1,0
Повышенное	18,1-50,0	25,1-75,0	50,1-125,0	1,1-5,0
Высокое	50,1-80,0	75,1-150,0	125,1-200,0	5,1-10,0
Очень высокое	более 80,0	более 150,0	более 200,0	более 10,0
(ОДК**)	80,0	150,0	200,0	10,0

* - фоновые содержания взяты в соответствии с данными авторов работы [5]

** - ОДК - ориентировочно допустимая концентрация

на здоровье человека и животных. При этом фитотоксичность этого элемента на сельскохозяйственные растения, видимо, не учитывалась.

Обобщение экспериментального материала, а также исследования по изучению фитотоксичности хрома на почвах разного гранулометрического состава и кислотности позволили разработать градации дерново-подзолистых почв по содержанию в них хрома (табл. 1).

Из представленной таблицы видно, что для дерново-подзолистых песчаных почв ориентировочно допустимая концентрация хрома, до которой возможно получение растениеводческой продукции в рамках санитарно-гигиенических требований, составляет 80 мг/кг, для супесчаных и суглинистых почв соответственно 150 и 200 мг/кг.

С другой стороны, поступление химических элементов в растения, прежде всего, зависит от содержания их мобильных соединений в почвах. В этом случае при достижении определенных критических концентраций мобильных форм в почвенном растворе их накопление в сельскохозяйственных растениях будет превышать установленные нормативы. Поэтому при оценке уровня загрязнения почв тя-

желыми металлами в качестве дополнительного геста необходимо использовать содержание доступных для растений форм этих элементов в почвах.

Наши исследования показали, что содержание доступных для растений форм хрома в почвах зависело как от физико-химических свойств почв, так и от вносимых доз органических и известковых мелиорантов. Вместе с тем проведенный нами сравнительный анализ и расчеты позволили установить, что критические уровни обменного хрома в почвах, при которых наблюдается превышение максимально допустимого содержания этого элемента в растениеводческих культурах, находятся в довольно узких пределах концентраций – 11-14 мг/кг на всех изучаемых почвах. Следовательно, градацию дерново-подзолистых почв республики по содержанию обменного хрома и его предельную концентрацию в этих почвах предлагается установить независимо от их свойств. Ориентировочно допустимая концентрация обменного хрома для дерново-подзолистых почв республики составляет 10 мг/кг.

Таким образом, оценку степени загрязнения дерново-подзолистых почв республики хромом для производства растениевод-

ческой продукции, удовлетворяющей медико-биологическим требованиям по содержанию этого элемента, предлагается проводить по предложенной градации. В качестве обменных форм хрома в почве целесообразно использовать содержание его в почвенной вытяжке ацетатно-аммонийного буфера с рН 4,80.

На всех почвах с очень высоким содержанием хрома (ОДК и выше) необходимо запретить производство сельскохозяйственной продукции, употребляемой в качестве продуктов питания человека или для их производства. Недопустимо использование таких угодий в качестве пастбищ или для заготовки кормов для животноводства.

Литература

1. Лукашев О.В. Геохимия хрома в зоне гипергенеза (на примере Белоруссии и смежных территорий): Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 04.00.02 / Акад. наук Респ. Беларусь.- Минск, 1993.- 18 с.

2. Савченко В.В., Гурч Е.П., Савченко С.В. Особенности распределения технофильных элементов в экосистемах пойм Беларуси // Весні Акад. навук Беларусі. Сер. хіміч. навук. - 1996.- № 3.- С.93-99.

3. Разработать и внедрить современные методы в систему контроля качества урожая, содержания в почве и продукции растениеводства пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов и других токсикантов и рекомендации по предотвращению загрязнения окружающей среды в условиях интенсивной химизации: Отчет о НИР (заключит.) / Белорусский науч.-исслед. ин.-т почвоведения и агрохимии; Рук. темы Н.И. Туренков.- № ГР 01.86.0091526.- Минск, 1990.- С. 60-156.

4. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. - Новосибирск: Наука, 1991.- 151 с.