

ВЫНОС ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

*Е.А. Черкасов, кандидат сельскохозяйственных наук
Станция агрохимической службы «Ульяновская»*

*О.Н. Цаповская, старший преподаватель
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА e-mail: tsapovskaja@mail.ru*

Ключевые слова: тяжелые металлы, реперный участок, почвы.

В работе представлены результаты изучения выноса тяжелых металлов сельскохозяйственными культурами из почв Ульяновской области за последние 10 лет. Сравнительный анализ различных групп сельскохозяйственных культур показал, что максимальная концентрация меди, цинка, кадмия и фтора в целом отмечается в растениях пропашной группы.

Введение. Тяжелые металлы в почву попадают различными путями. Основная масса их формируется в ней за счет содержания в материнской породе. Однако наряду с естественным путем формирования тяжелых металлов в почве пополнение этих элементов происходит за счет деятельности человека.[1]

Резкое уменьшение объемов применения минеральных и органических удобрений, известкования, недооценка других агрономических мероприятий вызвало в настоящее время падение плодородия почв практически во всех земледельческих районах России. Формирование урожаев сельскохозяйственных культур за счет потенциального плодородия почв приводит к ухудшению их гумусного состояния, водно-физических и физико-химических свойств, увеличению площадей пашни с очень низким содержанием подвижных форм макро- и микроэлементов.

Наиболее опасной формой деградации почв является загрязнение их тяжелыми металлами или другими химическими элементами, техногенное поступление которых в окружающую среду оказывает негативное воздействие на почву и растения, приводит к нарастанию экологических последствий и представляет угрозу для здоровья человека.

Практически любой из химических элементов, в зависимости от концентрации во внешней среде, а точнее – от поступившей дозы и соотношения с другими элементами и соединениями, может оказывать и положительное, и отрицательное действие на обмен веществ в живых организмах.

В первую очередь, актуальность этого направления продиктована ростом неблагоприятных изменений условий жизни, неумелым вмешательством человека в круговорот химических элементов в биосфере.

Теоретической основой для получения нормированной по определенным химическим элементам продукции растениеводства является всестороннее изучение значения химических элементов во всех звеньях пищевой биогеохимической цепи, миграция их в системе почва – растение – животное – человек. Установлено, что неадекватное нормальное поступление биофильных макро– и микроэлементов в живой организм, избыточное поступление элементов–ксенобиотиков, как и аномальное соотношение между химическими элементами в его питании, ведет к нарушению функций, необратимым физиологическим изменениям в организме и даже его гибели. Прежде всего, это касается таких биофильных элементов как азот, магний, кальций, фосфор, железо, марганец, цинк, медь, кобальт, селен, молибден, хром и элементов–ксенобиотиков–никель, свинец, кадмий, ртуть.

Вместе с тем, техногенные потоки таких опасных загрязнителей, как тяжелые металлы, становятся соизмеримыми с количествами, естественно участвующих в биогенном круговороте веществ, а иногда и превышающими последние, причем в ближайшем будущем предполагается тенденция их увеличения.

Вышесказанное обуславливает безусловную необходимость изучения выноса тяжелых металлов сельскохозяйственными культурами с целью разработки в дальнейшем мероприятий по реабилитации загрязненных тяжелыми металлами почв и получению экологически безопасной продукции, что определило цель наших исследований.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись почвы Ульяновской области различного гранулометрического

Таблица 1 – Вынос тяжелых металлов сельскохозяйственными культурами на реперных участках в среднем за 2005-2014 гг, г/кг

№ п/п	Cd	Pb	Ni	Zn	Cu	∑ тяжелых металлов	средний за год
1	0,120	2,186	1,825	14,500	3,750	22,381	2,238
2	0,040	0,488	0,678	5,749	2,237	9,192	0,919
3	0,329	2,889	2,463	30,832	5,223	41,737	4,174
4	0,033	0,401	0,615	2,320	1,339	4,708	0,471
5	0,252	2,668	3,978	19,497	7,422	33,816	3,382
6	0,114	1,338	1,119	7,466	3,634	13,671	1,367
7	0,122	2,732	1,491	27,181	12,698	44,222	4,422
8	0,073	0,530	0,743	7,122	3,981	12,449	1,245
9	0,153	1,441	2,073	17,074	8,709	29,449	2,945
10	0,051	1,271	0,723	10,325	2,481	14,851	1,485
11	0,019	0,585	0,298	3,105	0,857	4,865	0,487
12	0,130	1,861	1,766	10,935	12,312	27,003	2,700
13	0,469	3,519	6,762	65,076	13,394	89,221	8,922
14	0,258	2,603	3,135	17,608	9,074	32,678	3,268
15	0,231	1,980	2,996	13,832	8,023	27,063	2,706
16	0,162	1,599	2,253	17,692	5,362	27,068	2,707
17	0,460	4,627	6,104	36,574	14,483	62,248	6,225
18	0,103	0,418	0,850	4,206	1,813	7,390	0,739

состава и подвижные формы тяжелых металлов: кадмия, свинца, никеля, цинка и меди.

Основной метод исследования – агроэкологический мониторинг на стационарных (реперных) участках, с целью определения выноса тяжелых металлов сельскохозяйственными культурами за 10 лет. Реперные участки расположены на пахотных землях практически всех административных районов области и отражают преобладающий тип почвы. Контроль состояния почв, включающий локальный мониторинг земель на стационарных участках, позволяет выявить изменения совокупности показателей почвы, оценить интенсивность и опасность антропогенной нагрузки, предупредить и устранить негативные процессы, происходящие в природной среде.

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице представлен вынос тяжелых металлов сельскохозяйственными культурами в условиях Ульяновской области в среднем за 2005 – 2014 гг.

При этом были проанализированы данные выноса сельскохозяйственными культурами кадмия, свинца, никеля, цинка и меди.

Кадмий – один из самых токсичных тяжелых металлов, отнесен ко 1-му классу опасности – «высокоопасные вещества». Чем больше развита промышленность, тем больше, к сожалению, концентрация этого элемента в почве, следовательно, повышается опасность поступления его в сельскохозяйственную продукцию.

В нашем случае, максимальный вынос данного элемента отмечен в 2008 году на реперном участке №17, почва – чернозем типичный супесчаный. Наибольшая накапливаемость кадмия отмечалась в кукурузе и составила 0,866 г/кг, наименьшая в яровой пшенице на реперном участке №14 в 2005 году (0,022 г/кг), почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый.

Свинец. Значительную долю в загрязнение почвы свинцом вносит автомобильный транспорт. Свинец обладает высокой кумулятивной способностью в организмах теплокровных животных и человека. Поэтому в результате загрязнения свинцом почвы и растений наибольшей опасности подвергаются конечные звенья пищевой цепи, в том числе человек.

Наши исследования показали, что наибольшее поступление свинца наблюдалось также в зеленую массу кукурузы, наименьшее – в продукцию ячменя. Максимальный вынос отмечен на реперном участке №17 в 2008 году (7,939 г/кг), почва – чернозем типичный супесчаный, наименьший – в 2009 г. на реперном участке №15 (0,192 г/кг), почва – чернозем типичный легкосуглинистый.

Никель. Основные источники загрязнения почвы никелем - предприятия горнорудной промышленности, цветной металлургии, машиностроительные, металлообрабатывающие, химические и другие, использующие в технологических процессах различные соединения никеля, а также автотранспорт.

В результате проведенного анализа, максимальный вынос никеля кукурузой отмечен также на реперном участке №17 в 2008 году на черноземе типичном супесчаном (11,365 г/кг). Наименьший вынос его наблюдался озимой пшеницей на серой лесной легкосуглинистой почве, на реперном участке №10 в 2010 году (0,252 г/кг).

Цинк относится к микроэлементам и играет важную роль в жизненных процессах растений. Однако повышенное содержание цинка в почве может оказывать существенное негативное влияние на рост и развитие растений.[2]

Изучение баланса цинка показало, что наибольшее количество его поступало также в зеленую массу кукурузы. Максимальный вынос элемента отмечен на реперном участке №13 в 2013 году на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом (87,45 г/кг), наименьший – зерном ячменя на серых лесных легкосуглинистых почвах в 2014 году (2,94 г/кг).

Медь. Данный микроэлемент при малых дозах безусловно необходим растительным организмам, так как участвует во многих физиологических процессах, но при повышенных дозах может быть токсичен.[3]

В нашем случае, наибольшее поступление его происходило также в кукурузу. Максимальный вынос отмечен в 2008 году на реперном участке №17 на черноземе типичном супесчаном (26,338), наименьший – ячменем на серых лесных легкосуглинистых почвах в 2014 году (0,756 г/кг).

Заключение. Во всех случаях наибольшее поступление тяжелых металлов происходило в растения кукурузы, что связано, в первую очередь, с биологическими особенностями культуры. Во вторых, имеет значение фоновое содержание химических элементов в почвах, а также их свойства.

Для правильной оценки степени накопления в растениях различных элементов необходимо знать их обычное содержание при выращивании сельскохозяйственных культур на незагрязненных почвах. Сведения по этому вопросу довольно разноречивы. Последнее объясняется большими различиями в химическом составе почв. Фоновое содержание свинца в почвах равно примерно 30, а кадмия — 0,5 мг/кг. Концентрация свинца в растениях, выращиваемых на чистых грунтах, составляет 0,009-0,045, а кадмия – 0,011-0,67 мг/кг сырого вещества. Общая концентрация последнего в почвах области приближается к ОДК данного элемента (0,5 мг/кг) и в отдельных районах превышает ее. [4]

Следовательно, необходим постоянный мониторинг поступления данного элемента в растительную продукцию на всех типах почв Ульяновской области.

Установлена тесная связь между содержанием тяжелых металлов в материнской породе и пахотном горизонте обрабатываемых почв с одной стороны и содержанием их в растениях – с другой.[5]

Важную роль в формировании уровня выноса тяжелых металлов растениями играют их биологические особенности. Сравнительный анализ различных групп сельскохозяйственных культур показал, что максимальная концентрация меди, цинка, кадмия и фтора в целом от-

мечается в растениях пропашной группы (кукуруза). Зерновые культуры (озимая и яровая пшеница, ячмень, овес) обладают меньшей металлоаккумулирующей способностью. Установлено, что наибольшее количество тяжелых металлов поглощается корневой системой и листьями – значительно меньше накапливается в генеративных органах. Последнее объясняется наличием нескольких барьеров, ограничивающих поступление токсичных элементов в растения. [6]

Библиографический список

1. Черкасов, Е.А. Динамика содержания микроэлементов в почвах Ульяновской области по результатам локального мониторинга / Е.А. Черкасов, А.Х. Куликова, Б.К. Саматов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №4. – С. 31 – 36.
2. Цаповская, О.Н. Содержание тяжелых металлов в почвах Ульяновской области / О.Н. Цаповская // Материалы международной научно - практической конференции «Микроэлементы и регуляторы роста в питании растений: теоретические и практические аспекты», посвященной 75- летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, чл.-корр. МААО, академика РАЕН, Заслуженного работника высшей школы РФ Костина Владимира Ильича. – Ульяновск: ГСХА им. П.А.Столыпина, 2014. – С. 115 – 117.
3. Цаповская, О.Н. Влияние тяжелых металлов на всхожесть семян яровой пшеницы / О.Н. Цаповская // Материалы международной научно - практической конференции «Микроэлементы и регуляторы роста в питании растений: теоретические и практические аспекты», посвященной 75- летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, чл.-корр. МААО, академика РАЕН, Заслуженного работника высшей школы РФ Костина Владимира Ильича. – Ульяновск: ГСХА им. П.А.Столыпина, 2014. – С. 98-100.
4. Черкасов, Е.А. Динамика содержания тяжелых металлов в почвах Ульяновской области / Е.А. Черкасов, Б.К. Саматов, О.Н. Цаповская // Агрехимический вестник. – 2016. – №1. – С. 12 – 14.
5. Ерофеев, С.Е. Влияние различных систем основной обработки почвы на распределение тяжелых металлов по пахотному горизонту при возделывании яровой пшеницы / С.Е. Ерофеев, Г.А. Бирюкова // Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 80-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика Международной академии аграрного образования, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Владимира Ивановича Морозова. - Ульяновск: ГСХА им. П.А.Столыпина, 2011. – С. 90 – 97.

-
6. Ильин, В.Б. Распределение свинца и кадмия в растениях пшеницы, произрастающей на загрязненных этими металлами почвах / В.Б. Ильин, М.Д. Степанцова // Агрехимия. – 1980. – №5. – С. 114 – 119.

THE REMOVAL OF HEAVY METALS BY AGRICULTURAL CROPS IN THE ULYANOVSK REGION

A. H. Kulikova, E. A. Cherkasov, O. N. Tsapovska

Key words: heavy metals, benchmark site, soil.

The paper presents the results of a study of removal of heavy metals by agricultural crops in the soils of the Ulyanovsk region. Comparative analysis of various groups of crops showed that the maximum concentration of copper, zinc, cadmium and fluoride in General, the plant is noted in the plants of the group tilled.