

УДК 634.2: 581.45

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ДЛЯ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР

Н. В. Янков, А. П. Кравцева, Н. В. Прохорова

Исследовано содержание основных тяжелых металлов (Cd, Pb, Ni, Zn, Cu) в листьях 7 сортов клонových подвоев для косточковых культур (Весеннее пламя, Дружба, Эврика, ВЦ-13, ВСЛ-2, ЛЦ-52 и Фортуна), произрастающих на территории питомника научно-исследовательского института садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады» (г. Самара) в вегетационные периоды 2010 и 2012 гг. Выявлены особенности их накопления различными подвоями в зависимости от погодных условий.

Тяжелые металлы, относящиеся к числу наиболее опасных для биоты и человека загрязнителей природной среды, привлекают в настоящее время большое внимание исследователей [1, 2].

Поглощение растительными организмами тяжелых металлов зависит от свойств самих металлов, от особенностей почвенной среды и от видов растений. Обнаружены два пути поступления их в растительные организмы: проникновение из почвы и аэрозольное осаждение из воздуха [1, 3]. Доказано, что основным аккумулятором тяжелых металлов в наземных экосистемах является почва [1, 3–5].

Загрязнение почв тяжелыми металлами имеет разные источники, одним из которых является сельское хозяйство, а именно те средства химизации, которые оно применяет. Установлено, что в пахотном слое (0–30 см) почв Самарской области содержатся мышьяк, кобальт, медь, железо, ртуть, ни-

кель, свинец, цинк и другие тяжелые металлы. Они составляют начальное звено в биогеохимическом круговороте данных элементов [5].

Известно, что растения накапливают в своих тканях такие тяжелые металлы, как Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb и др. При этом металлоаккумулирующая способность различных видов дикорастущих и культурных растений, обитающих в разных географических регионах, в том числе в Среднем Поволжье, существенно варьирует [2, 6–8]. Однако для листьев садовых культур регионально значимая информация крайне ограничена.

Косточковые плодовые культуры обладают высокими вкусовыми качествами, пригодны для производства различной консервной продукции, соков. Их также отличают раннее вступление в плодоношение, высокая урожайность и ряд других биологических и производственных свойств [9]. Однако их распространение сдерживается трудностями размножения и, как следствие, недостатком сортового посадочного материала. В последние годы все большее распространение получают интенсивные сады на среднерослых и полукарликовых подвоях. Слаборослые клонные подвои дают возможность использовать интенсивные и суперинтенсивные технологии возделывания косточковых культур [10, 11].

Работа по созданию гибридных клонных подвоев для косточковых культур широко проводилась учеными Крымской опытно-селекционной станции Всесоюзного научно-исследовательского института расте-

© Янков Николай Викторович
(biotest@samsu.ru),
студент V курса биологического факультета
Самарского государственного университета.
Кравцева Анастасия Павловна
(kravceva89@mail.ru),
аспирант биологического факультета
Самарской государственной областной
академии (Наяновой),
443001, Россия, г. Самара,
ул. Молодогвардейская, 196.
Прохорова Наталья Владимировна
(ecology@samsu.ru),
профессор кафедры экологии,
ботаники и охраны природы
Самарского государственного университета,
443011, Россия, г. Самара, ул. Академика Павлова, 1.

ниеводства им. Н. И. Вавилова, имеется опыт их использования на Кубани, а также за рубежом [10, 11]. Для Самарской области достаточно остро стоит проблема широкого внедрения в промышленное и любительское садоводство современных ценных сортов косточковых культур. Оно ограничивается нехваткой посадочного материала местного происхождения. Более 10 лет назад в научно-исследовательском институте садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады» для испытаний в местных климатических условиях были переданы образцы клоновых подвоев, выведенных на Крымской опытно-селекционной станции. Изучение экологических и физиологических особенностей клоновых подвоев для косточковых культур проводится здесь с 2008 года [12].

Как известно, между накоплением тяжелых металлов в листовой массе и плодовой продукции садовых культур не прослеживается прямой связи, поэтому данные о составе листьев либо опада нельзя интерпретировать для оценки экологической безопасности получаемой плодовой продукции. Однако возврат неорганических веществ в почву при разложении листового опада (в случае, когда он не удаляется из насаждения) будет обеспечивать различное поступление тяжелых металлов среди прочих элементов.

Условия и методы исследования

Питомник научно-исследовательского института садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады» расположен на территории г. Самары в Кировском районе между двумя крупными автотрассами – ул. Ново-Садовой, переходящей в Красноглинское шоссе, и Московским шоссе. Группы клоновых подвоев, которые были объектом нашего изучения, располагались на открытом поле 2 рядами (5 клонов в первом ряду, 2 клон во втором ряду) при полном естественном освещении. Расстояние между растениями в рядах составляло 30–50 см. В период вегетации за растениями сотрудниками института проводился необходимый уход – прополка, рыхление междурядий, обработка от вредителей.

Отбор проб листовой массы в питомнике проводили для следующих 7 сортов клоновых подвоев косточковых культур: Ве-

сеннее пламя, Дружба, Эврика, ВЦ-13, ВСЛ-2, ЛЦ-52 и Фортуна. Перечисленные подвои в условиях экспериментального питомника представлены достаточным числом экземпляров (от 26 до 99), что позволяет, не угнетая развития растений, отбирать часть листьев для эколого-физиологического скрининга.

В полученной методом сухого озоления при + 450 °С золе листовой массы, отобранной в сентябре 2010 г. и июле 2012 г., методом атомно-адсорбционной спектроскопии в аналитической лаборатории агрохимслужбы Ульяновской области были определены следующие тяжелые металлы: Zn, Cu, Pb, Ni, Cd. Полученные результаты математически обработаны и проанализированы.

Результаты и их обсуждение

По результатам ранее проведенных на кафедре экологии, ботаники и охраны природы Самарского государственного университета исследований максимальные и минимальные показатели накопления тяжелых металлов в листовой массе дикорастущих и культурных видов Самарской области значительно разнятся. Так, содержание меди варьирует от 2,46 (*Viburnum opulus*) до 71,73 (*Ulmus laevis*); цинка – от 7,08 (*Viburnum opulus*) до 110,72 (*Populus nigra*); свинца – от 0,13 (*Malus domestica*) до 1,33 (*Lonicera xylosteum*); никеля – от 0,31 (*Viburnum opulus*) до 17,7 (*Lonicera xylosteum*) мг/кг сухой массы листьев соответственно. Для кадмия отмечались следовые количества либо его отсутствие в золе проанализированной листовой массы [2].

По полученным нами данным, накопление тяжелых металлов в листовой массе клоновых подвоев в целом отличается в разные годы исследований (рис. 1, 2). При этом сопоставление результатов с нормативами предельно допустимых концентраций (ПДК) (для растительных кормов, так как собственно для фитомассы нормативы ПДК не устанавливаются) показало, что содержание цинка и меди в листовой массе существенно ниже, а свинца и никеля – близки к уровню ПДК. Для отдельных подвоев отмечаются превышения уровня ПДК по никелю, для всех подвоев – по кадмию, для подвоя Весеннее пламя в сентябре 2010 г. и ЛЦ-52 в июле 2012 г. – по свинцу.

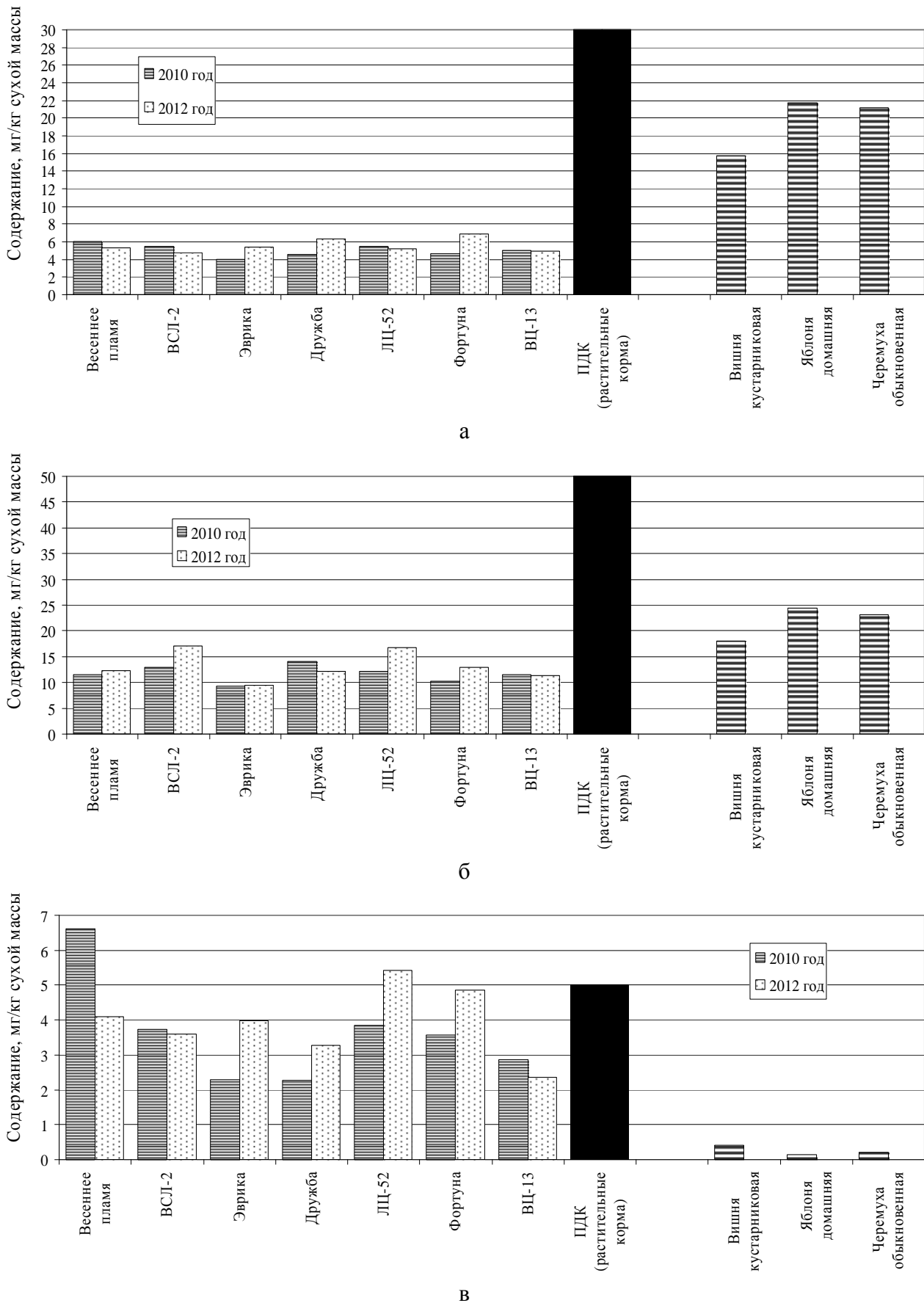


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в листовой массе клоновых подвоев (сентябрь 2010 года и июль 2012 года) и некоторых плодовых культур (по [2]): а – меди; б – цинка; в – свинца

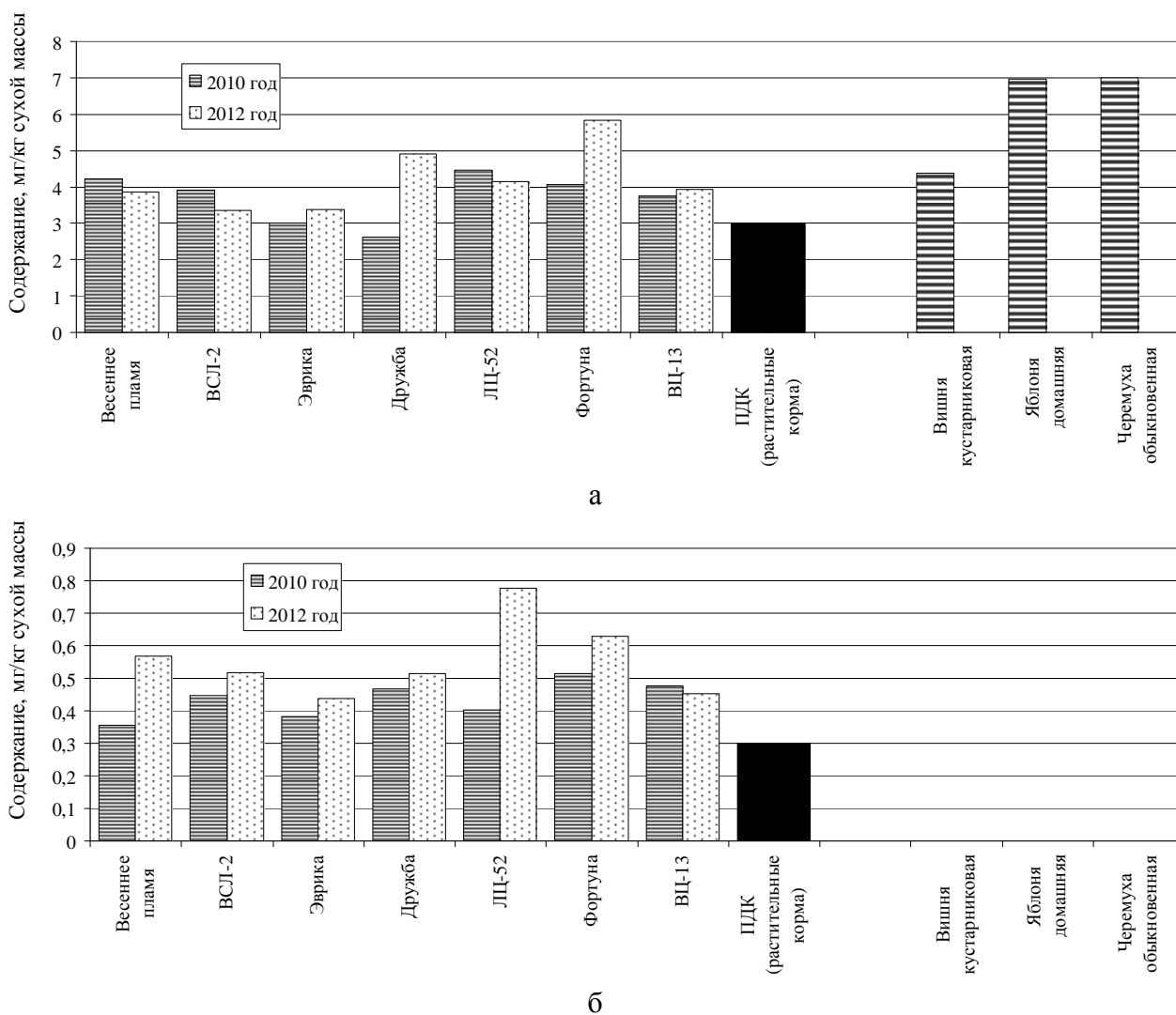


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в листовой массе клоновых подвоев (сентябрь 2010 года и июль 2012 года) и некоторых плодовых культур (по [2]): а – никеля; б – кадмия

Содержание меди в листьях клоновых подвоев было близким в сентябре 2010 года и июле 2012 года. Средние показатели накопления у ранее проанализированных плодовых культур вишни кустарниковой (15,66 мг/кг), яблони домашней (21,71 мг/кг), черемухи обыкновенной (21,1 мг/кг) [2] значительно выше (рис. 1 а).

Содержание цинка не превышает значений для дикорастущих видов плодовых (рис. 1 б). Минимальное количество цинка накапливает клон Эврика, максимальное – клон ВСЛ-2.

Свинец по своей природе мало подвижный в почве элемент. Его количество в листьях вишни кустарниковой – 0,41 мг/кг, яблони домашней – 0,13 мг/кг, черемухи обыкновенной – 0,2 мг/кг [2]. Однако в листьях клоновых подвоев его количество колеб-

лется от 2,3 мг/кг у клонов Дружба и Эврика в сентябре 2010 года до 6,6 мг/кг у клона Весеннее пламя в сентябре 2010 года (рис. 1, в), что по-видимому, связано с особенностями данного подвоя, который отличается повышенным накоплением антоциановых пигментов в листовой массе. Известно, что эти водорастворимые соединения способны образовывать комплексы с тяжелыми металлами. Кроме того, они особенно активно накапливаются в стрессовых для растения условиях. Видимо, именно этими причинами обусловлено повышенное накопление свинца в 2010 году в условиях сильнейшей засухи.

Данные по количеству никеля в листьях клоновых подвоев (рис. 2, а) в целом сопоставимы с содержанием его в вишне кустарниковой (4,39 мг/кг).

У всех клоновых подвоев отмечено повышенное содержание кадмия в листовой массе и увеличение его содержания к 2012 году (рис. 2 б). Интересно, что ранее для дикорастущих и культурных растений Самарской области отмечались лишь следовые количества кадмия.

В целом прослеживается динамика увеличения накопления большинства тяжелых металлов в листьях клоновых подвоев от 2010-го к 2012 году. У клонов Эврика, Фортуна, Дружба в 2012 году увеличивается содержание всех изучаемых тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Ni и Cd). Остальные клоны либо накапливают отдельные тяжелые металлы, либо незначительно снижают количество таковых к 2012 году. Исключение составляет подвой Весеннее пламя, у которого отмечено повышенное содержание свинца в сентябре 2010 года и резкое снижение его количества в 2012 году.

Накопление рассмотренных элементов в листьях древесных культур может зависеть от видовых особенностей растений. Однако характер и форма миграции тяжелых металлов определяются как внутренними, так и внешними факторами. К внутренним факторам относятся свойства элементов, их реакционная способность, характер образуемых химических соединений. Внешние факторы – это условия, в которых происходит миграция элементов: температура, влажность, кислотность почвы, величина ионного потенциала, наличие органического вещества в почве, минеральные спутники [13].

Насаждения находились в отдаленном от автотрассы месте, они отделены протяженной лесополосой. В этой связи техногенные источники поступления тяжелых металлов в почву, вероятно, проявляются только в форме частично ослабленного аэрального потока.

Доступность для растений связанных с почвенно-поглощающим комплексом тяжелых металлов, зависит от содержания в почве свободной воды и изменения кислотности почвенного раствора, поэтому можно ожидать ее изменения в годы с неодинаковыми погодными условиями. Погодные условия вегетационных периодов 2010 и 2012 годов значительно отличаются между собой (рис. 3). На протяжении всего лета 2010 года наблюдалась аномально жаркая погода с минимальным выпадением осадков. Для растений это, безусловно, создало сильную стрессовую нагрузку, при которой в результате ранее проведенных исследований выявлено истощение адаптивных возможностей клоновых подвоев и в целом снижение вододерживающей способности и оводненности листьев [14]. По сравнению с исключительно засушливым и жарким вегетационным периодом 2010 года лето 2011 и лето 2012 годов были обильными по выпадению осадков.

Различия в количестве тяжелых металлов в разные сезоны исследований, а именно повышение их содержания в листовой массе клонов в 2012 году напрямую связаны с увеличением количества осадков.

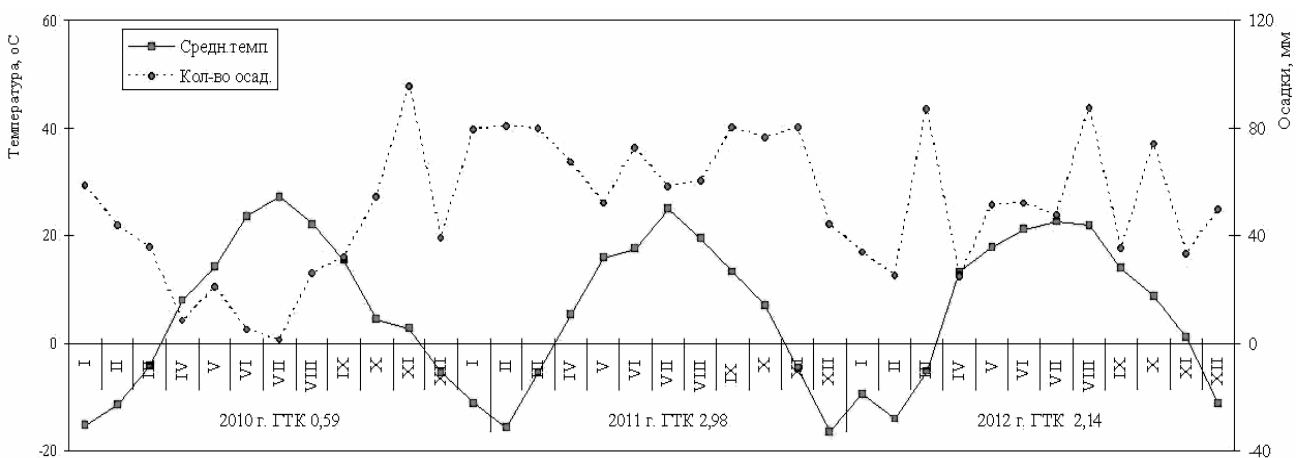


Рис. 3. Особенности погодных условий 2010–2012 годов (ГТК – гидротермический коэффициент)

Более низкая влажность почвы снижает мобильность металлов, и это не позволяет их токсическому эффекту проявиться в полной мере; при значительном увлажнении почвы, напротив, следует ожидать повышения их подвижности.

Заключение

Таким образом, листья клоновых подвоев в разные годы наблюдений обнаруживают неодинаковый уровень накопления тяжелых металлов. Выявлено, что эти различия связаны с погодными условиями исследуемых периодов. Отмечено аномальное накопление свинца и кадмия в листья клоновых подвоев, которое не встречалось ранее в исследованиях культурных и дикорастущих растений Самарской области. Выявлено превышение ПДК по содержанию никеля у большинства клоновых подвоев, отмеченное и у диких плодовых видов. Для более конкретных выводов необходимо детальное изучение почвы питомника в отношении подвижных форм этих металлов.

Литература

1. Алексеев В. Б. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 140 с.
2. Прохорова Н. В., Матвеев Н. М., Павловский В. А. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1998. 131 с.
3. Неверова О. А. Опыт использования биоиндикаторов в оценке загрязнения окружающей среды. Новосибирск: Институт экологии человека, 2006. 88 с.
4. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва–растение. Новосибирск: Наука, 1991. 149 с.
5. Матвеев В. Н. Тяжелые металлы в пахотном слое почв Высокого Заволжья // Известия Самарского научного центра РАН. 2002. № 2. Т. 4. С. 252–259.
6. Матвеев Н. М., Павловский В. А., Прохорова Н. В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1997. 215 с.
7. Прохорова Н. В. К оценке фоновой геохимической структуры ландшафтов лесостепного и степного Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН. 2005. № 1. Т. 7. С. 169–178.
8. Прохорова Н. В. Экологические принципы биогеохимического анализа ландшафтов лесостепного и степного Поволжья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тольятти, 2005. 36 с.
9. Потапов С. А. Зимняя прививка вишни и черешни на клоновые подвои // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 2. С. 40–41.
10. Еремин В. Г. Изучение клоновых подвоев косточковых культур селекции Крымской опытно-селекционной станции за рубежом // Современное садоводство. 2010. № 1. С. 53–55.
11. Косточковые культуры. Выращивание на клоновых подвоях и собственных корнях // Г. В. Еремин, А. В. Проворченко, В. Ф. Гавриш [и др.] Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. 256 с.
12. К методологии экофизиологических исследований листьев древесных растений / Л. М. Кавеленова, Е. В. Малыхина, С. А. Розно [и др.] // Поволжский экологический журнал. 2008. № 3. С. 200–210.
13. Прохорова Н. В., Матвеев Н. М. Тяжелые металлы в почвах и растениях в условиях техногенеза // Вестник Самарского государственного университета. Естественнаучная серия. № 2. 1996. С. 125–147.
14. Кравцева А. С., Кавеленова Л. М. К оценке биоэкологических особенностей листьев клоновых подвоев в условиях экстремальной засухи // Проблемы садоводства в Среднем Поволжье. Самара, 2011. С. 158–162.

Статья поступила в редакцию 5.04.2013 г.