

УДК: 582:866.324

¹*Н. И. Богомолова, к.с.-х.н., с.н.с.*

²*С. М. Мотылева, к.с.-х.н., вед.н.с.*

¹ГНУ ВНИИСПК Россельхозакадемии, г. Орел, Россия, info@vniispk.ru

²ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, г. Москва, Россия, vstisp@vstisp.org

СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ И ПЛОДАХ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ

Аннотация

Приведены результаты мониторинговых исследований содержания биогенных элементов (Zn, Cu, Fe) в листьях и плодах облепихи крушиновидной, полученные методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Изучены сортовые особенности содержания Fe, Zn, Cu в плодах и листьях, выделены сорта максимально и минимально накапливающие биогенные элементы; установлены пределы варьирования элементов и коэффициенты корреляции между содержанием элементов в листьях и плодах. Рекомендуется использовать анализ листьев для ранней диагностики качества ягод облепихи по содержанию биогенных элементов.

Ключевые слова: облепиха крушиновидная, тяжелые металлы, биогенные металлы, токсиканты, мониторинг, адаптация, антропогенное воздействие.

¹*N. I. Bogomolova, candidate of agricultural sciences, senior research associate*

²*S. M. Motyleva, candidate of agricultural sciences, leading researcher*

¹SSI All Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISP) of RAAS, Orel, Russia, info@vniispk.ru

²SSI All-Russian Horticultural Institute for Breeding Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia, vstisp@vstisp.org

BIOGENIC ELEMENT CONTENT IN SEA BUCKTHORN VEGETATIVE ORGANS AND FRUIT

Abstract

The results of monitoring research of biogenic element contents (Zn, Cu, Fe) in sea buckthorn leaves and fruit are considered. These results have been obtained by a liquid chromatography method.

Varietal features of Fe, Zn and Cu contents in fruit and leaves have been studied. Varieties accumulating maximum and minimum of biogenic elements have been singled out. Element variation limits and coefficients of the correlation between element contents in leaves and fruit have been determined. It is recommended to use leaf analysis on biogenic element contents for the purpose of early diagnostics of sea buckthorn berry quality.

Key words: sea buckthorn, heavy metals, biogenic metals, toxicants, monitoring, adaptation, anthropogenic effect.

Введение

Растения – ведущий фактор биогеохимических процессов трансформации и миграции веществ в биосфере. Поглощая химические элементы из почвы, почвообразующих пород, грунтовых вод и атмосферы, растения выступают как активное начало биогенной миграции химических элементов в природе [1].

В биомассе растений накапливается большое число микроэлементов - Zn, Cu, Mn, Co, Ni, B, Mo, Cr, V, Sn, Ba, Be, Sb, As, Pb и др., многие из которых играют важную роль в метаболизме растений – выступают в качестве кофакторов ферментов (Ca, Fe, Mn, Cu, Co, Zn), участвуют в фотосинтезе (Cu, Mn, Co), азотном (Mo, Mn, Fe, Cu, V) и белковом (Zn, Mn) обмене, образовании биологически активных соединений (Co, B, Mo), регулируют процессы роста и развития (B, Zn, Ca) и т.д. (Микроэлементы, 1962; Полевой, 1989; Орлов, 1998 и др.). Накопление химических элементов в органах растений зависит от внутренних биохимических факторов, определяемых биологическими особенностями конкретного вида, и внешних, определяемых условиями среды обитания, прежде всего содержанием химических элементов в почве. По накоплению в растениях элементы объединяют в несколько групп:

- 1) Cd, Cs, Pb – элементы интенсивного поглощения;
- 2) Zn, Mo, Cu, As – средней степени поглощения;
- 3) Mn, Ni – слабого поглощения;
- 4) Se, Fe, Ba – элементы труднодоступные для растений;

Важнейшими биогенными элементами для плодовых растений являются Zn, Cu, Fe. Их содержание и соотношение в плодах и вегетативной массе зависит от биологических особенностей вида (сорта), уровня обеспеченности питательными веществами и экологической обстановки данного конкретного региона.

В связи с этим, необходим контроль за содержанием биогенных элементов в плодово-ягодной продукции. Особенно актуальна эта проблема для Центрального региона России, в котором размещаются садоводческие хозяйства.

Цель исследований – оценка различных сортов облепихи по содержанию биогенных элементов (меди, цинка, железа) в плодах, листьях с перспективой использования в адаптивной селекции.

Место проведения, объекты исследований

Исследования были проведены в 2001...2003 годах на опытном участке отдела селекции и сортоизучения ягодных культур ГНУ ВНИИСПК. Объектами исследований являлись сорта облепихи крушиновидной различного эколого-географического происхождения, в том числе 8 сортов селекции доктора биологических наук, профессора ДонГАУ В.Т.

Кондрашова. Участок первичного сортоизучения заложен весной 1999 года по схеме 3,0 × 0,8 м.

Методика исследований

Мониторинг биогенных элементов в листьях и плодах облепихи (качественный и количественный состав) проведен совместно с лабораторией агроэкологии ВНИИСПК методом жидкостной хроматографии на хроматографе «Милихром-4-УФ» [3]. Пробы отбирали в соответствии с методикой [8]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена методом дисперсионного анализа [2].

Метеорологические условия в годы исследований были разнообразными. Наиболее теплый и засушливый летний период наблюдали в 1999 и 2002 годах (средняя температура воздуха 19,5...20,5°C), наиболее холодный – в 2001 году (15,9...18,0°C). Преобладали зимы с неустойчивой погодой. Наиболее продолжительные оттепели (6 дней) наблюдали в 2003 году (декабрь). Зимние периоды 2002...2003 гг. характеризовались холодной погодой с температурным минимумом (-27...-37°C) в феврале. Среднегодовая сумма осадков в годы исследований составила 706,2...870,6 мм.

Результаты исследований

Железо входит в состав ферментов, участвующих в создании хлорофилла. Без него невозможен синтез хлорофилла, хотя в состав его данный элемент не входит. Железо играет большую роль в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в растении, так как способно переходить из окисленной формы в закисную и обратно. Без этого элемента невозможен процесс дыхания растений, поскольку он входит также в состав дыхательных ферментов. Содержание железа в плодах в виде органических соединений обуславливает их лечебно-профилактические свойства. Исследованиями установлено, что пределы накопления железа вегетативной частью растений (листья) облепихи находились в среднем на уровне от 1,647 мг/кг (Десерт масличный) и до 3,01...3,002 мг/кг (Байкал и Золотая коса) (рисунок 1).

Минимальное накопление железа в листьях было отмечено в 2001 году у сорта Десерт масличный – 1,587 мг/кг, а максимальные показатели содержания этого элемента были выявлены в 2003 году у сортов Байкал и Золотая коса – 3,007...3,122 мг/кг.

В ягодах облепихи содержание железа несколько ниже, чем в листьях и колеблется в среднем от 0,423...0,502 мг/кг (Десерт масличный) до 1,795...1,907 мг/кг (Золотая коса). По максимальному содержанию железа выделяются сорта Золотая коса, Петровка и Байкал (рисунок 1).

Корреляционная зависимость по содержанию железа в листьях и плодах положительная и составляет $r = +0,8$.

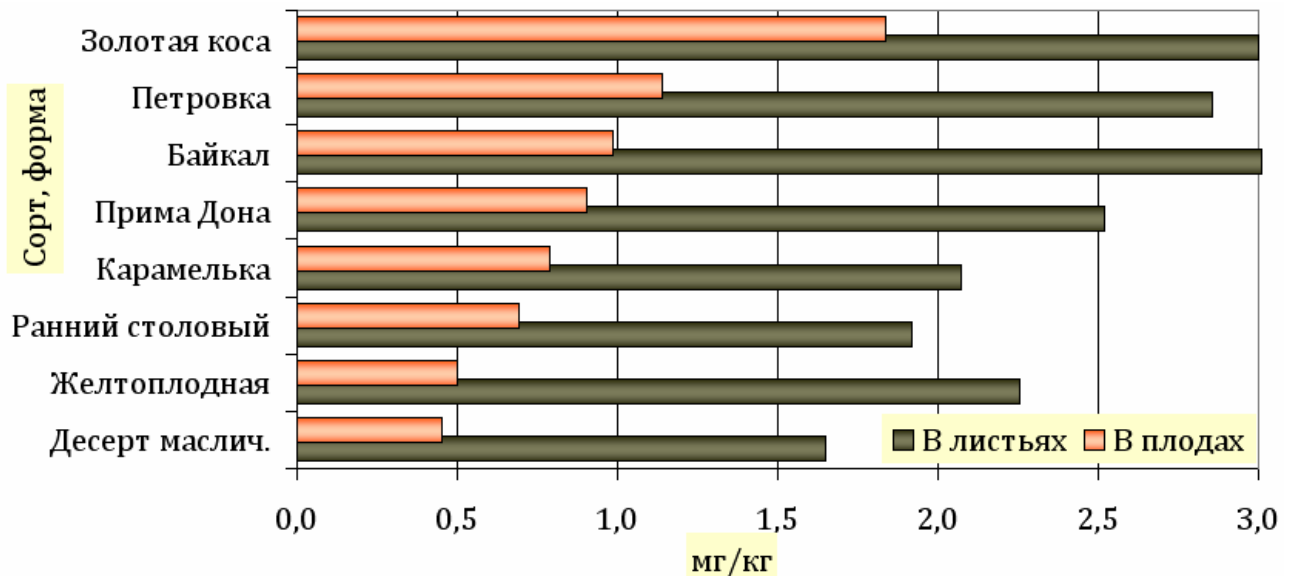


Рисунок 1 – Содержание железа в плодах и листьях облепихи крушиновидной (2001...2003 гг.)

Цинк и медь, являясь биологически важными микроэлементами, с другой стороны, при высоких концентрациях могут быть токсикантами, антипитательными веществами. Программой глобального мониторинга ООН по окружающей среде, принятой в 1980 году [4, 5], медь, цинк, наряду с шестью другими элементами – кадмием, ртутью, свинцом, хромом, мышьяком и никелем отнесены к приоритетным токсическим элементам [6, 7].

Содержание цинка в вегетативных частях растений (листья) находилось в среднем в пределах от 0,501 мг/кг (Золотая коса) и до 2,024 мг/кг (Петровка) (рисунок 2). Минимальные значения выявлены в листьях сортов Желтоплодная и Байкал - 0,442...0,489 мг/кг в 2003 году, максимальные - в листьях сорта Петровка - 2,108...2,005 мг/кг (рисунок 2).

Концентрация цинка в плодах, исследуемых сортов облепихи, варьирует в среднем от 1,789...1,699 мг/кг (Петровка) и до 0,117...0,126 мг/кг (Золотая коса и Байкал) (рисунок 2). По максимальному содержанию этого элемента выделяется сорт Петровка, минимальное содержание цинка в ягодах сортов Золотая коса и Байкал. Согласно справочным данным [7] содержание цинка в плодово-ягодных культурах колеблется от 0,90 до 1,90 мг/кг. Корреляционная зависимость по содержанию цинка в листьях и плодах облепихи также положительная и составляет $r = +0,9$.

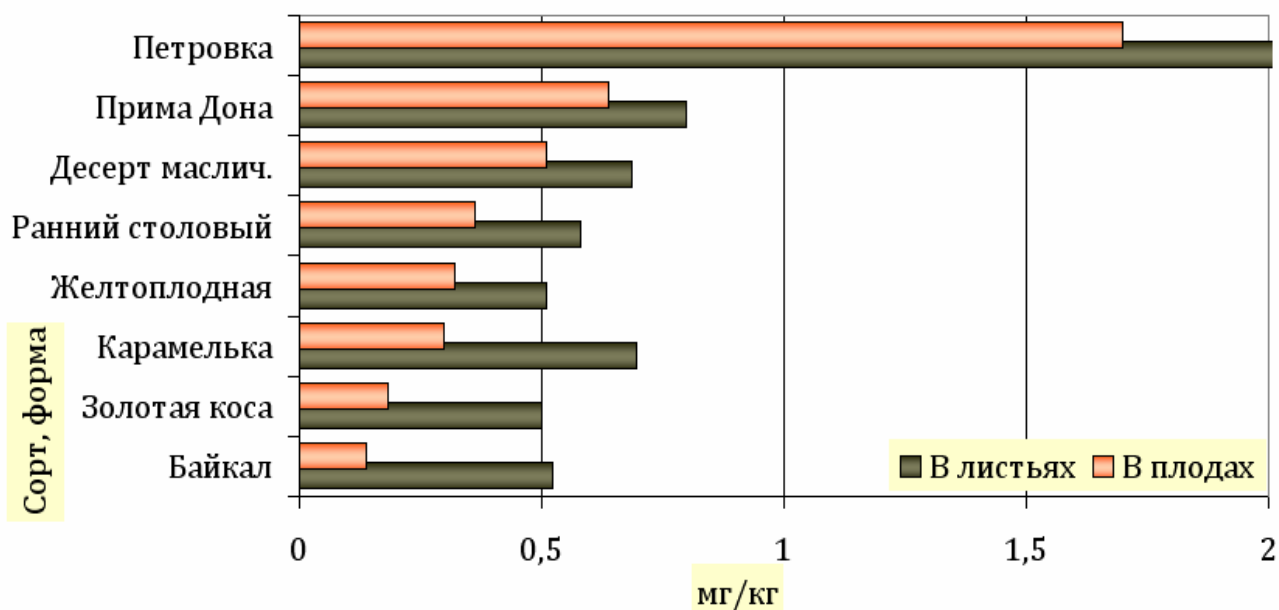


Рисунок 2 – Содержание цинка в плодах и листьях облепихи крушиновидной (2001...2003 гг.)

Содержание меди в листьях облепихи находится в пределах 0,341...0,810 мг/кг. Максимальное содержание меди в листьях облепихи выявлено у сорта Золотая коса (0,810 мг/кг). Содержание меди в ягодах облепихи в 2...3 раза ниже, чем в листьях, и варьирует от 0,089...0,127 мг/кг (Байкал и Ранний столовый) до 0,387...0,483 мг/кг (рисунок 3). Корреляционная зависимость по содержанию меди в листьях и плодах положительная и составляет $r = +0,7$.

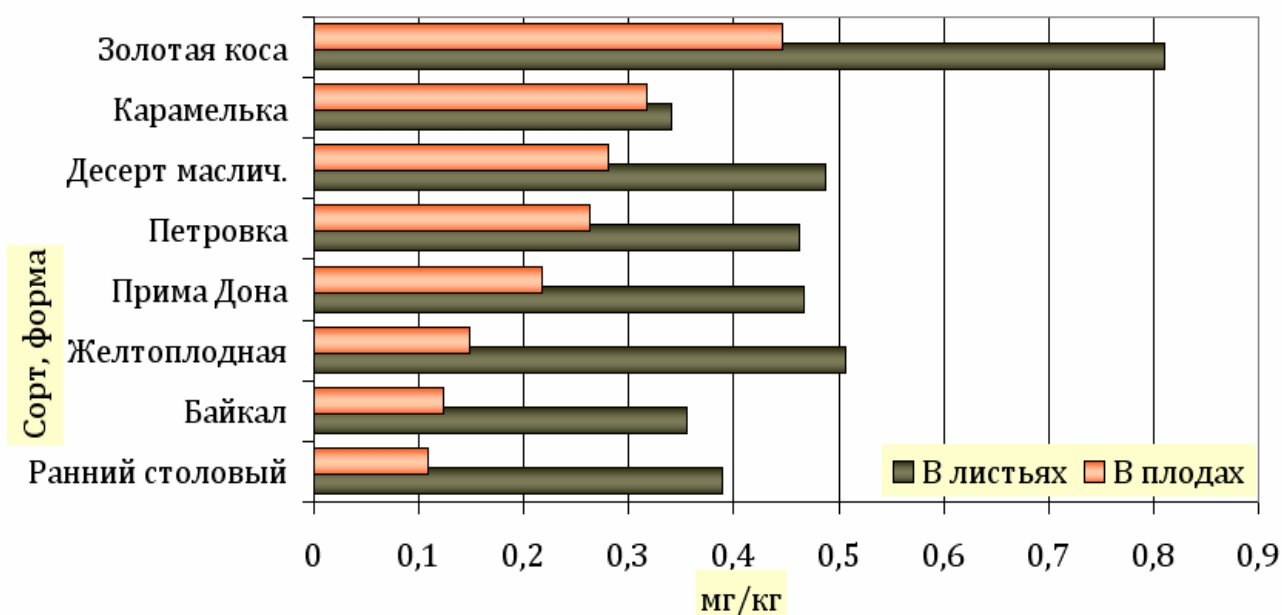


Рисунок 3 – Содержание меди в плодах и листьях облепихи крушиновидной (2001...2003 гг.)

По суммарному содержанию биогенных элементов в плодах выделяются сорта Петровка, Золотая коса и Прима Дона – 3,1; 2,5 и 1,9 мг/кг соответственно (рисунок 4).

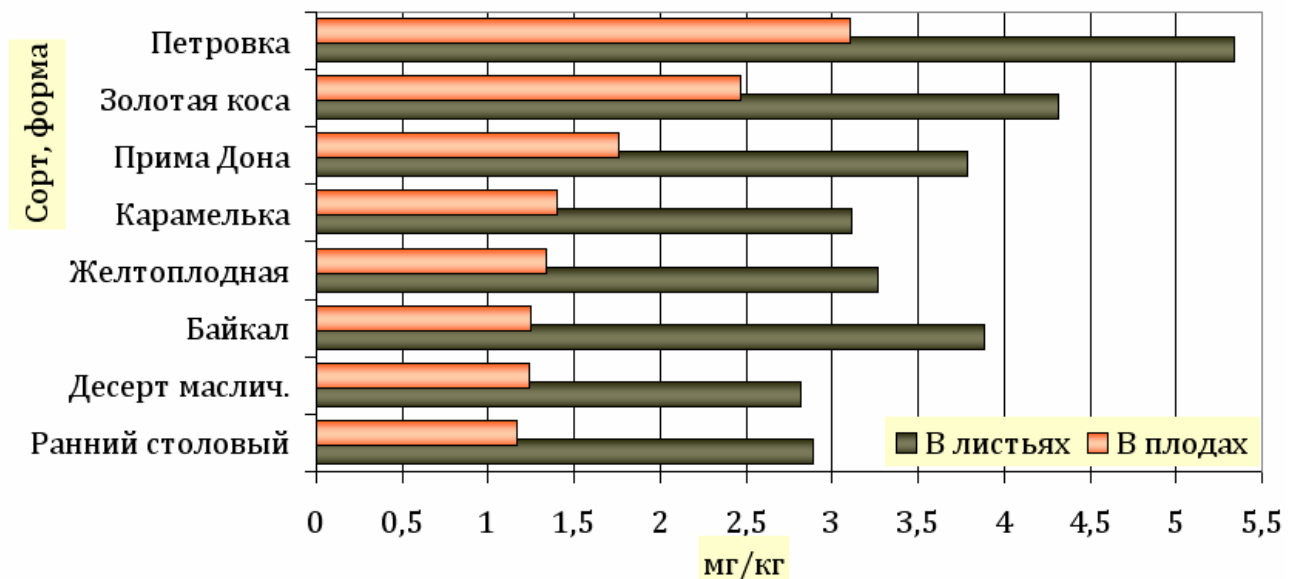


Рисунок 4 – Содержание суммы биогенных металлов в плодах и листьях облепихи крушиновидной (2001...2003 гг.)

Установленные высокие корреляционные зависимости свидетельствуют о том, что по содержанию биогенных элементов (Zn, Fe и Cu) в листьях можно составить представление о содержании этих элементов в ягодах облепихи, что может быть использовано при отборе сортов, обладающих высокой питательной ценностью.

Анализ литературных данных и сопоставление с ними полученных результатов свидетельствует об отсутствии превышения допустимых норм содержания Zn, Fe и Cu в ягодах облепихи, одновременно установлено снижение уровня железа в плодах по сравнению со справочными данными.

Выводы

1. Выявлены сортовые особенности содержания биогенных элементов - Zn, Fe и Cu в листьях и плодах облепихи.

2. Корреляционные зависимости между содержанием элементов в листьях и плодах высокие и составляют $r = +0,8$ (Fe), $r = +0,97$ (Zn) и $r = +0,7$ (Cu), что может быть использовано для ранней диагностики сорта (гибрида) на накопление биогенных элементов в плодах.

3. Максимальное содержание железа в плодах сортов Золотая коса, Петровка, Байкал; цинка – Петровка и Прима Дона; меди – Золотая коса, Карамелька, Десерт масличный.

Литература

1. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М. : Академия наук СССР, 1957. – 238 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - М. : Агротехиздат, 1985. - С. 351.
3. Мотылева С.М., Особенности содержания ТМ (Pb, Ni, Zn, Fe, Cu) в плодах, ягодах и атмосферных осадках в связи с оценкой сортов для использования в селекции: специальность 06.01.05 «Селекция и семеноводство», 03.00.04 «Биохимия»: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / Мотылева Светлана Михайловна. - Орел, 2000. – С. 23: Библиогр.: С.23.
4. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. - М.: МЗ СССР. - №. 506189 от 01.08.89.
5. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Свинец // Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения. - Женева, 1980. - С. 13-16; 34-37
6. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние / В.В. Добровольский. – М.: Мир, 1983. – С. 272.
7. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, витаминов, микроэлементов, органических кислот, углеводов / под ред. М.Ф. Нестерина, И.М. Скурихина. - М.: Пищевая пром-сть. 1979. - С. 104-105.
8. Кондрашов, В.Т. Облепиха / В.Т. Кондрашов, Е.И. Пантелеева, И.П. Калинина, Л.А. Грюнер // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 404-416.