

**И.Н. Остапко**

## **СКРИНИНГ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН УКРАИНЫ**

элементный состав, плоды, важнейшие элементы

Рациональное использование природных ресурсов – актуальная проблема современности. Экологическое состояние окружающей среды влияет на качество плодов древесных и кустарниковых растений [5]. Донецкая область является одним из наиболее загрязненных регионов Украины, в котором основное количество вредных веществ, в том числе до 40 тяжелых металлов, приходится на выбросы предприятий черной и цветной металлургии, электроэнергетики и угольной промышленности [6]. Возникает необходимость контроля за содержанием этих элементов в плодах древесных и кустарниковых растений, которые используются не только как декоративные, но и пищевые, и лекарственные. Издревна в медицине применялись *Berberis amurensis* Rupr., виды из семейства *Caprifoliaceae* Vent., *Crataegus sanguinea* Pull., *Pyrus communis* L., *Rosa rugosa* Thunb., *Rubus chamaemorus* L., *Sambucus nigra* L., *Sorbus aucuparia* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Viburnum opulus* L. [8, 13, 16].

В плодах и ягодах элементы минерального состава находятся в легкоусвояемой форме и в оптимальных для организма человека соотношениях. Преобладают минеральные соединения щелочного характера, благодаря чему плоды и ягоды имеют исключительно важное значение для поддержания кислотно-щелочного равновесия крови и других жидкостей организма на необходимом уровне. Кроме макроэлементов (Ca, Na, K, Mg, P, Cl<sub>2</sub> и S), плоды содержат много дефицитных микроэлементов: Fe, Cu, I<sub>2</sub>, Co, Zn, Ni, V, Se. Обнаружены в плодах и другие микроэлементы – Pb, Sr, Ba, Ga, Mo, Ti [7]. По сравнению с другими компонентами, минеральные вещества подвержены наименьшим изменениям при хранении плодов [9, 14].

Целью настоящей работы явился скрининг элементного состава плодов древесных и кустарниковых растений из коллекций Донецкого ботанического сада НАН Украины (ДБС) для дальнейшего использования их в пищу и в качестве источника лекарственных препаратов.

В ДБС в течение 1992-2003 гг. был определен элементный состав плодов древесных и кустарниковых растений, 12 селекционных форм *Morus alba* L., 6 селекционных форм *Malus × gloria* 'Oekonomierat Echtermeyer' Shpaeth., 4 культиваров *Lonicera kamtschatica* (Sevast.) Pojark. 'Берель', 'Голубое веретено', 'Лазурная', 'Степная', 5 сортов *Cornus mas* L. 'Бокаловидный', 'Выдубецкий', 'Лукьяновский', 'Николка', 'Розовый'. Изученные растения относятся к 8 семействам (*Actinidiaceae* Van Tiegh., *Berberidaceae* Torr. et Gray, *Caprifoliaceae* Vent., *Cornaceae* Dumort., *Elaeagnaceae* Lindl., *Moraceae* Lindl., *Rhamnaceae* R.Br., *Rosaceae* Juss.) и 19 родам (*Actinidia* Lindl., *Amelanchier* Medic., *Aronia* Pers., *Berberis* L., *Cerasus* Juss., *Chaenomeles* Lindl., *Cornus* L., *Crataegus* L., *Cydonia* Mill., *Hippophae* L., *Lonicera* L., *Malus* Mill., *Mespilus* L., *Morus* L., *Padus* Mill., *Pyracantha* Roem., *Rosa* L., *Sambucus* L., *Sorbus* L., *Viburnum* L., *Zizyphus* Mill.). Образцы плодов растений из коллекций ДБС (почва – чернозем обыкновенный, среднемощный, среднегумусный, тяжелосуглинистый, pH – 7,3-7,7) отбирали в фазе плодоношения и подготавливали к анализу по общепринятой методике [11]. Содержание 29 элементов измеряли на приборе "Спектроскан" рентгенофлуоресцентным методом [10]. Следует отметить, что ДБС находится в непосредственной близости от оживлённой автомобильной магистрали, а также в

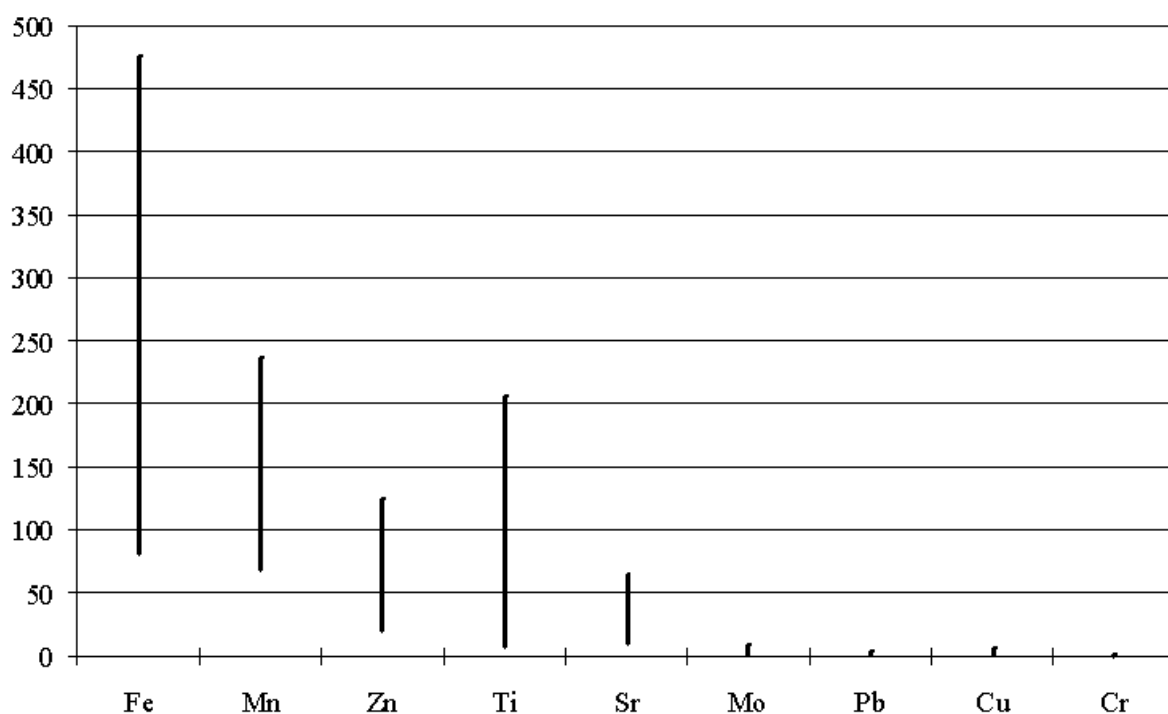


Рис. 1. Уровни содержания микроэлементов в плодах древесных и кустарниковых растений.

По оси абсцисс – микроэлементы; по оси ординат – содержание микроэлементов в мг/кг сухой массы

зоне действия выбросов металлургического и коксохимического заводов г. Макеевки [17]. Статистическая обработка данных проведена с помощью прикладных программ на персональном компьютере. Полученные результаты достоверны при  $P < 0,05$ .

Анализ полученных данных позволил установить, что количество элементов в плодах изученных растений специфично для отдельных видов, культиваров, селекционных форм и сортов. Наряду с важнейшими элементами (Ca, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Mo), они содержат условно важные (V, Ni, As), токсичные (Sb, Hg, Ba, Bi, Cd, Pb), потенциально токсичные (Sn, Ag, Sr, Ti, La, Zr) [15], а также некоторые другие элементы (Br, Rb, Nb, Cs, Se, Sc). При этом уровни накопления большинства элементов изменяются в широких пределах. В некоторых случаях максимальные величины превышают минимальные в 3,0 – 129,7 раз (рис. 1). Такие различия позволяют отобрать виды с высоким содержанием как отдельных элементов, так и в их комплексе. В результате эксперимента были выделены виды с большим содержанием важнейших элементов: *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot., *Berberis amurensis* Rupr., *B. buxifolia* Lam. ex Poir., *B. lycium* Royle, *B. sphaerocarpa* Kar. et Kir., *B. verruculosa* Hemsl. et Wils., *Cerasus tomentosa* (Thunb.) Wall, *Chaenomeles japonica* Lindl., *Cornus mas* L. 'Лукьяновский', *Crataegus almaatensis* H. Pojark., *C. altaica* Lge., *C. maximowiczii* C.K. Schneid., *C. rivularis* Nutt., *C. rotundifolia* Moench, *Cydonia oblonga* Mill., культивары *Lonicera kamtschatica* (Sevast.) Pojark. 'Голубое веретено', 'Лазурная', *Malus × gloria* 'Oekonomierat Echtermeyer' Shpraeth., селекционная форма *Morus alba* L. № 6, *Padus virginiana* (L.) Mill., *Rosa cinnamomea* L., *Sambucus nigra* L., *Zizyphus jujuba* Mill. (таблица).

Рядом авторов установлено, что растительные препараты, используемые для лечения болезней, связанных с иммунодефицитом, должны содержать большое количество Se и Zn, сердечно-сосудистых заболеваний – Cr, Ni, Cu, Fe, Cd, злокачественных образований – Fe, Cu,

Таблица. Содержание элементов в плодах древесных и кустарниковых растений, мг/кг сухой массы

Элемент	<i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Wall		<i>Cydonia oblonga</i> Mill.		<i>Padus virginiana</i> (L.) Mill.		<i>Sambucus nigra</i> L.	
	M $\pm$ m	CV,%	M $\pm$ m	CV,%	M $\pm$ m	CV,%	M $\pm$ m	CV,%
Ca	12059,09 $\pm$ 433,07	9,50	14135,31 $\pm$ 169,75	2,69	10313,98 $\pm$ 307,62	6,37	11127,27 $\pm$ 263,05	5,29
Fe	264,01 $\pm$ 12,12	9,34	256,87 $\pm$ 6,31	5,50	194,12 $\pm$ 54,70	7,16	204,67 $\pm$ 5,02	5,49
Mn	152,31 $\pm$ 6,66	9,36	160,64 $\pm$ 1,74	2,42	143,12 $\pm$ 3,84	6,19	124,30 $\pm$ 3,05	5,48
Zn	49,49 $\pm$ 2,07	9,83	54,69 $\pm$ 1,95	7,99	51,11 $\pm$ 1,58	6,09	41,19 $\pm$ 1,30	6,31
Cu	3,56 $\pm$ 0,19	7,39	3,13 $\pm$ 0,10	7,50	3,40 $\pm$ 0,10	5,37	3,61 $\pm$ 0,10	6,27
Mo	3,89 $\pm$ 0,16	9,58	3,50 $\pm$ 0,10	8,37	2,73 $\pm$ 0,08	6,63	3,77 $\pm$ 0,15	8,63
Cr	1,22 $\pm$ 0,05	8,87	1,27 $\pm$ 0,02	3,46	1,08 $\pm$ 0,03	4,68	0,99 $\pm$ 0,02	4,47
Co	0,10 $\pm$ 0,003	8,37	0,10 $\pm$ 0,003	3,37	0,08 $\pm$ 0,002	7,01	0,08 $\pm$ 0,002	6,45
Se	0,06 $\pm$ 0,002	8,33	0,06 $\pm$ 0,002	7,44	0,09 $\pm$ 0,003	3,90	0,07 $\pm$ 0,002	7,41
Ni	1,08 $\pm$ 0,05	8,36	1,09 $\pm$ 0,02	4,43	1,02 $\pm$ 0,03	4,93	0,89 $\pm$ 0,02	5,19
V	0,57 $\pm$ 0,02	9,81	0,63 $\pm$ 0,01	4,87	0,49 $\pm$ 0,01	6,70	0,47 $\pm$ 0,02	6,38
As	0,27 $\pm$ 0,01	8,31	0,26 $\pm$ 0,01	5,92	0,39 $\pm$ 0,01	7,00	0,25 $\pm$ 0,01	8,33
Hg	0,04 $\pm$ 0,001	8,50	0,04 $\pm$ 0,001	6,35	0,06 $\pm$ 0,002	4,70	0,04 $\pm$ 0,001	5,47
Bi	0,08 $\pm$ 0,002	8,45	0,07 $\pm$ 0,002	8,00	0,13 $\pm$ 0,003	4,07	0,08 $\pm$ 0,002	6,19
Ba	71,70 $\pm$ 2,37	9,35	73,44 $\pm$ 1,99	6,06	13,79 $\pm$ 0,41	7,09	62,97 $\pm$ 2,66	8,46
Cd	0,31 $\pm$ 0,01	7,18	0,48 $\pm$ 0,02	9,07	0,36 $\pm$ 0,01	6,44	0,34 $\pm$ 0,01	1,72
Pb	1,68 $\pm$ 0,07	8,78	1,61 $\pm$ 0,03	4,41	2,69 $\pm$ 0,08	5,67	1,84 $\pm$ 0,02	1,91
Ag	0,09 $\pm$ 0,003	8,31	0,12 $\pm$ 0,003	5,05	0,09 $\pm$ 0,002	3,61	0,09 $\pm$ 0,003	7,03
Sr	34,83 $\pm$ 1,20	9,91	37,11 $\pm$ 0,96	5,80	34,50 $\pm$ 1,04	4,33	32,77 $\pm$ 0,81	4,26
Ti	13,73 $\pm$ 0,50	9,34	15,64 $\pm$ 0,22	3,13	14,64 $\pm$ 0,44	6,87	10,81 $\pm$ 0,25	5,14

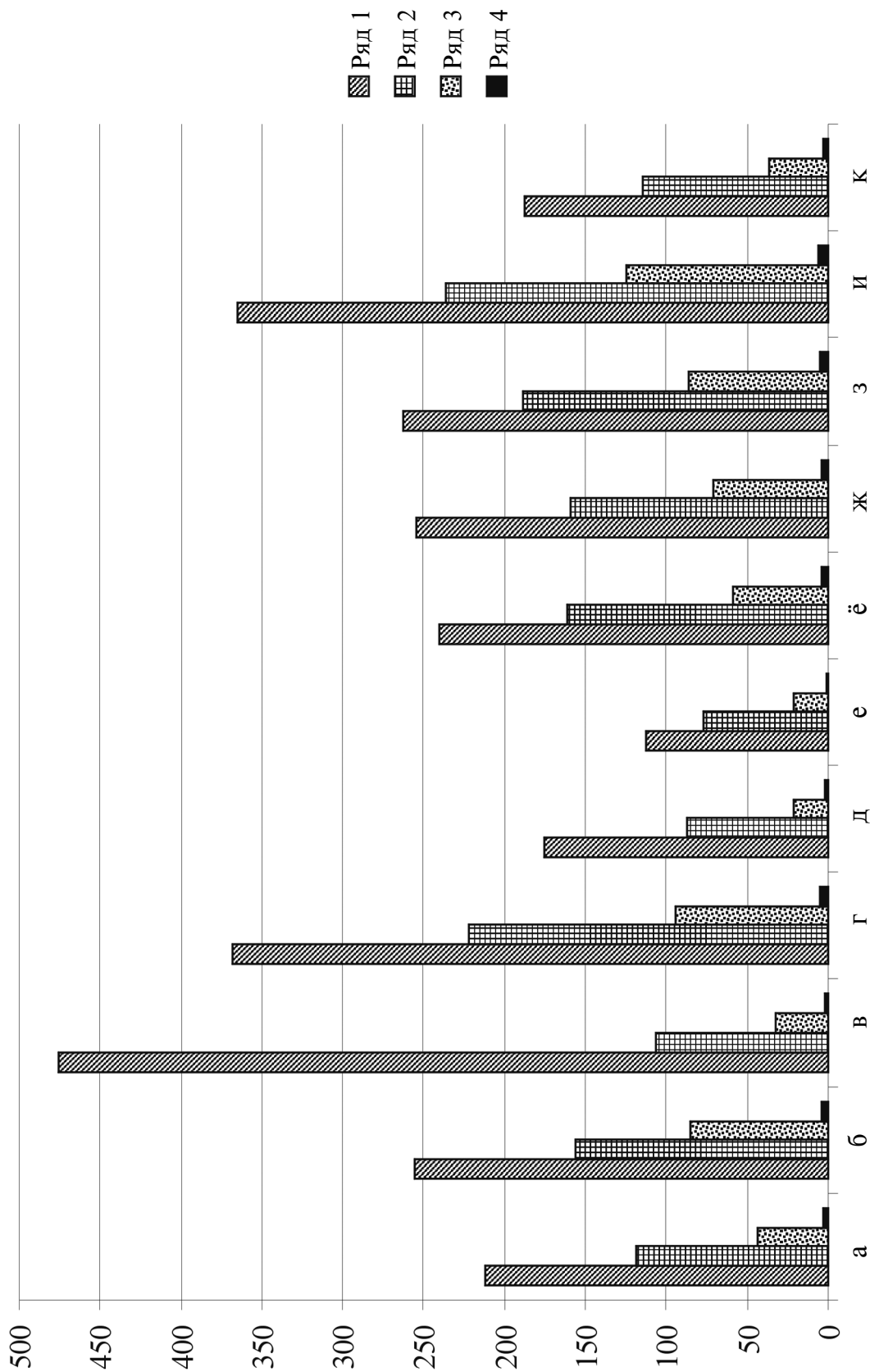


Рис.2 Содержание железа, марганца, цинка и меди в некоторых видах рода *Berberis* L.

Условные обозначения: ряд 1 – Fe, ряд 2 – Mn, ряд 3 – Zn, ряд 4 – Cu, а – *B. almaatensis*, б – *B. amurensis*, в – *B. aristata*, г – *B. buxifolia*, д – *B. canadensis*, е – *B. integerrima*, ё – *B. jarovica*, ж – *B. lucidum*, з – *B. sphaerocarpa*, и – *B. eruciculosa*, к – *B. wilsonae*. По оси абсцисс – виды; по оси ординат – содержание железа, марганца, цинка и меди в мг/кг сухой массы

Co, Mo, Mn [1-3, 12]. Среди изученных нами растений лидирующее положение по содержанию в плодах (мг/кг) Se и Zn занимают *Berberis amurensis* (0,10; 85,06), *B. buxifolia* (0,11; 93,88), *B. sphaerocarpa* (0,10; 86,34), *B. verruculosa* (0,14; 124,99), *Padus virginiana* (0,09; 51,11); по содержанию Cr, Ni, Cu, Fe, Cd – *Actinidia arguta* (0,96; 0,81; 2,44; 170,63; 0,34), *Aronia melanocarpa* (1,09; 1,10; 3,56; 234,50; 0,46), *Berberis amurensis* (1,16; 1,15; 4,09; 255,66; 0,54), *B. buxifolia* (1,59; 1,24; 5,17; 368,03; 0,94), *B. japonica* С.К.Сcheid. (1,17; 1,15; 4,35; 240,12; 0,46), *B. lycium* Royle (1,25; 1,11; 3,92; 254,40; 0,59), *B. sphaerocarpa* (1,43; 1,43; 4,89; 262,68; 0,61), *B. verruculosa* (1,81; 1,69; 6,23; 364,92; 0,84), *Cerasus tomentosa* (1,22; 1,08; 3,56; 264,01; 0,31), *Chaenomeles japonica* (1,28; 1,10; 3,67; 467,24; 0,44), *Crataegus maximowiczii* (1,22; 1,17; 4,12; 241,85; 0,45), *C. rivularis* (1,10; 0,87; 3,82; 242,42; 0,43), *C. rotundifolia* (0,98; 0,95; 3,16; 202,88; 0,56), *Cydonia oblonga* (1,27; 1,09; 3,13; 256,87; 0,48), культивары *Lonicera kamtschatica* 'Голубое веретено' (1,28; 1,23; 4,03; 178,13; 0,40), 'Лазурная' (1,16; 1,11; 3,64; 162,64; 0,36), селекционные формы *Morus alba* L. № 5 (0,91; 0,87; 2,92; 281,80; 0,650), № 6 (1,08; 0,84; 3,26; 331,54; 0,70), 8 (0,84; 0,75; 2,21; 263,74; 0,45), № 13 (0,98; 0,67; 3,11; 247,63; 0,70), *Padus virginiana* (1,08; 1,02; 3,40; 194,12; 0,36), *Rosa cinnamomea* (0,95; 0,89; 3,52; 184,80; 0,35); по содержанию Fe, Cu, Co, Mo, Mn – те же виды, что и по предыдущей группе элементов, кроме *Actinidia arguta*, *Padus virginiana*, *Rosa cinnamomea*.

Значительные колебания в содержании элементов в плодах отмечены как у представителей одного семейства, так и у видов одного рода. Например, у видов из семейства *Caprifoliaceae* Vent. содержание Mn в плодах варьирует от 103,61 до 153,44, а Cu – от 2,31 до 4,03; у представителей семейства *Rosaceae* Juss. – соответственно Mn – от 78,06 до 172,16; Cu – от 1,59 до 4,12 мг/кг. Особенно велики различия в содержании элементов в плодах у разных видов рода *Berberis* L.: Ca – от 5677,42 до 20107, 53; Fe – от 112,94 до 475,22; Mn – от 77,18 до 236,81; Zn – от 20,90 до 124,99; Cu – от 1,48 до 6,23 (рис. 2); Mo – от 1,16 до 8,58; Cr – от 0,52 до 1,59; Co – от 0,04 до 0,15 мг/кг и т.д.

Среди родов с наибольшим количеством изученных видов *Berberis* (11) и *Crataegus* L. (10) было выявлено, что представители первого накапливают в плодах в большей степени почти все элементы, кроме Ba и Cs. Сравнительная оценка элементного состава культиваров *Lonicera kamtschatica* позволила установить, что повышенным содержанием в плодах большинства элементов, за исключением Fe, Cd, Zr, Ti, V, Rb, отличается 'Голубое веретено', из селекционных форм *Morus alba* – форма № 6, селекционных форм *Malus domestica* – форма № 3-21, сортов *Cornus mas* – сорт 'Лукьяновский'.

Превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) [4] определено для плодов *Aronia melanocarpa* – по содержанию Fe (1,1), Zn, Pb (1,3), Cr (2,7), Cd (3,7); для некоторых видов рода *Berberis* (*B. amurensis*, *B. aristata*, *B. buxifolia*, *B. heteropoda*, *B. japonica*, *B. lycium*, *B. verruculosa*) и *Crataegus* (*C. chlorosarca*, *C. maximowiczii*, *C. rivularis*) – по содержанию Fe; для *B. amurensis*, *B. buxifolia*, *B. heteropoda*, *B. japonica*, *B. lycium*, *B. verruculosa*, *C. almaatensis*, *C. maximowiczii*, *C. rotundifolia*, – по содержанию Zn; для *Chaenomeles japonica* – в кожице – по содержанию Cd (2,9), Pb (1,1), Zn (1,2), Fe (2,0), Cr (3,0), в мякоти – по содержанию Fe (1,4), Cr (2,0); для *Cerasus incana* – по Cd (1,3); для сортов *Cornus mas* – только по Cd (1,7-2,7); для *Hippophae rhamnoides* 'Золотой початок' – по содержанию Cd (1,7), Cr (1,6); для всех культиваров *Lonicera kamtschatica* отмечено по содержанию Cd в 1,3-2 раза и по Cr в 1,8-2 раза; для селекционных форм *Malus × gloria* 'Oekonomierat Echtermeyer' – по содержанию Cd (1,5-4,9), Cr (1,2-2,8), Fe (1,4-1,7); для *Mespilus germanica* – небольшие превышения по содержанию Fe, Zn, Cr, Pb; для селекционных форм *Morus alba* – по содержанию Cd (1,8-3,0) и Cr (1,1-1,4); для *Padus virginiana* – по содержанию Fe (1,1), Zn (1,4), Cr (1,5), Cd (3,3), Pb (1,5); для *Pyracantha coccinea* – по содержанию Cd (2,3).

Проведенные исследования показали, что количество элементов в плодах изученных видов древесных растений – разное. Выделены виды с максимальным содержанием как отдельных

жизненно важных элементов, так и их различных сочетаний. Отмечены некоторые превышения ПДК по содержанию в плодах Fe, Zn, Cr, Pb, Cd. Поэтому сбор лекарственного сырья изученных видов растений в качестве источников микроэлементов рекомендуется осуществлять вдали от промышленных предприятий.

1. *Балицкий К.П., Воронцова А.Л., Карпущина А.М.* Лекарственные растения в терапии злокачественных опухолей. - Киев: Здоров'я, 1966. - 230 с.
2. *Балицкий К.П., Воронцова А.Л.* Лекарственные растения и рак. - Киев: Наук. думка, 1982. - 376 с.
3. *Биологическая роль микроэлементов / Отв. ред. В.В.Ковальский, И.Е.Воротницкая.* - М.: Наука, 1983. - 238 с.
4. *Габович Р.Д., Припутина Л.С.* Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных химических веществ. - Киев: Здоров'я, 1987. - 248 с.
5. *Гринкевич Н.И., Баландина И.А.* Геохимическая экология лекарственных растений - новое направление в фармакогнозии // *Фармация.* - 1982. - № 3. - С. 17-19.
6. *Земля тревоги нашої.* За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2000 році / Ред. С.Куруленко. - Донецьк: Новий мир, 2001. - 136 с.
7. *Коробкина З.В.* Витамины и минеральные вещества плодов и ягод. - М.: Экономика, 1969. - 150 с.
8. *Лікарські рослини:* Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А.М.Гродзінський. - К.: УРЕ, 1989. - 544 с.
9. *Метлицкий Л.В.* Основы биохимии плодов и овощей. - М.: Экономика, 1976. - 349 с.
10. *Методологические указания по проведению энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа растительных материалов.* - М.: Колос, 1983. - 47 с.
11. *Методы биохимического исследования растений / А.И.Ермаков, В.В.Арасимович, М.И.Смирнова-Иконникова и др.* - Л.: Агропромиздат, 1987. - 430 с.
12. *Ноздрюхина Л.Р., Семенович Н.И., Юрнев П.Н.* Иммунопатология, микроэлементы, атеросклероз. - М.: Би., 1973. - 237 с.
13. *Орехов В.К.* Зелёная аптека. - Симферополь: Бизнес-Информ, 2000. - 432 с.
14. *Плешков Б.П.* Биохимия сельскохозяйственных растений. - М.: Агропромиздат, 1987. - 494 с.
15. *Попов А.И.* Элементный состав лекарственного сбора для лечения гипертонической болезни // *Раст. ресурсы.* - 1995. - 31, вып. 1. - С. 67-71.
16. *Растения для нас.* Справочное издание / К.Ф.Блинова, В.В.Вандышев, М.Н.Комарова и др. - Спб: Учебная книга, 1996. - 652 с.
17. *Тарабрин В.П., Чернышова Л.В., Макогонов В.С. и др.* Содержание микроэлементов в выбросах промышленных предприятий и накопление их в листьях растений // *Зелёное строительство в степной зоне УССР.* - Киев: Наук. думка, 1970. - С. 170-185.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 15.03.2004

УДК 581.192:581.47:633.88 (477.62)

#### СКРИНИНГ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН УКРАИНЫ

И.Н.Остапко

Донецкий ботанический сад НАН Украины

В Донецком ботаническом саду НАН Украины в течение 1992-2003 гг. был определён элементный состав плодов древесных и кустарниковых растений 42 видов из 8 семейств и 19 родов в фазе плодоношения. Выделены виды с максимальным содержанием как отдельных жизненно важных элементов, так и их различных сочетаний. Отмечены некоторые превышения ПДК по Fe, Zn, Cr, Pb, Cd. Поэтому сбор лекарственного сырья изученных видов растений в качестве источников микроэлементов рекомендуется осуществлять вдали от промышленных предприятий.

UDC 581.192:581.47:633.88 (477.62)

#### STUDYING OF ELEMENT COMPOSITION OF FRUITS OF ARBOREAL AND SHRUB PLANTS FROM COLLECTIONS OF THE DONETSK BOTANICAL GARDENS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

I.N.Ostapko

Donetsk Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Ukraine

Element composition of fruits of arboreal and shrub plants of 42 species from 8 families and 19 genera during fruitage phase has been determined at the Donetsk Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Ukraine within 1992-2003. The species with maximal contents of both separate vital elements and their various combinations are distinguished. Some exceedings of maximum permissible concentration of Fe, Zn, Cr, Pb, Cd are fixed. Therefore, gathering of raw material of the investigated species as sources of microelements is recommended to be carried out far from industrial enterprises.