

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА И ЭЛЕМЕНТОВ-АНТАГОНИСТОВ В ПОЧВЕ И В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ БИРСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Козлова Г.Г., Онина С.А., Якиева М.Н., Минина Н.Н., Усманов С.М.

Бирский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Бирск, e-mail: mnn27@mail.ru

В статье рассматриваются результаты исследований аналитических показателей проб почвы и растительного сырья Бирского района Республики Башкортостан. В работе определено валовое содержание селена и элементов-антагонистов (Cu, As, Pb, Zn, Cd) в почве и в растительном сырье (*Fragaria vesca* L., *Melilotus officinalis* L., *Origanum vulgare* L., *Hypericum perforatum* L.) Бирского района Республики Башкортостан. Отмечено, что содержание селена в почве и в растениях не превышает значений предельно-допустимых концентраций и существенно не изменяется в пределах района. Содержание кадмия, цинка, свинца в растительном сырье существенно превышает содержания данных элементов в почве. Коэффициенты биологического поглощения (КБП) селена и элементов-антагонистов весьма отличаются. Наибольшую величину КБП имеют свинец, кадмий и цинк. Наименьшая величина КБП характерна для мышьяка и меди, что, вероятно, связано со способностью корней задерживать эти металлы.

Ключевые слова: аналитические показатели, микронутриенты, пробы почвы, растительное сырье, селен, цинк, кадмий, медь, мышьяк, свинец, антагонисты.

DETERMINATION OF CONTENT OF SELENIUM AND ELEMENTS-ANTAGONISTS IN THE SOIL AND IN PLANT RAW MATERIAL BIRSK OF THE DISTRICT OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Kozlova G.G., Onina S.A., Yakieva M.N., Minina N.N., Usmanov S.M.

Birsk branch of Federal State Budget Educational Establishment of the Higher Education Bashkir State University, Birsk, e-mail: mnn27@mail.ru

The article analyses the results of research of analytical indicators of samples of soil and vegetable raw materials of the Birsk district of the Republic of Bashkortostan. The research determined the gross selenium content and the total content of elements - antagonists (Cu, As, Pb, Zn, and Cd) in the soil and in vegetable raw materials (*Fragaria vesca* L., *Melilotus officinalis* L., *Origanum vulgare* L., *Hypericum perforatum* L.) of the Birsk district of the Republic of Bashkortostan. It is noted that the content of selenium in the soil and in the plants does not exceed the values of the Maximum Permissible Concentration and it does not change significantly within the area. The content of cadmium, zinc, lead in the vegetable raw materials greatly exceeds the content of these elements in the soil. Biological absorption coefficients (BAC) of selenium and elements - antagonists are quite different. Lead, cadmium, and zinc have the greatest value of BAC. The lowest value of BAC is characteristic of arsenic and copper, that is probably due to the ability of roots to hold these metals.

Keywords: Analytical indicators, micronutrients, samples of soil, vegetable raw materials, selenium, zinc, cadmium, copper, arsenic, lead, antagonists.

Минеральные вещества в организме человека выполняют важные функции. Наиболее значимым микронутриентом является селен. Это один из антиоксидантов, без него невозможна работа печени, щитовидной железы и т.д. [1,2].

Селен поступает в организм человека из почвы через пищевую цепь, включающую растения и животных, что определяет зависимость уровня обеспеченности микроэлементом от геохимических условий проживания.

Суммарный селен почвы складывается из неорганических и органических форм. Под действием микрофлоры почвы происходит образование форм, доступных для растений.

Антропогенное воздействие увеличивает долю атмосферного селена. Последний также становится важным источником селена для растений.

Накопление селена растениями зависит от содержания его в почве, от свойств почвы, его доступности, от вида растения, фазы его развития, физиологического состояния. Растения могут усваивать и изменять различные формы селена [1].

Содержащиеся в почве и растениях тяжелые металлы могут выступать по отношению к селену как антагонисты. К таким элементам относятся Cu, As, Pb, Zn, Cd.

Некоторые растения устойчивы к избытку тяжелых металлов. Одни виды накапливают эти элементы, но нейтрализуют их токсическое действие. Другие стремятся снизить их поступление путем максимального использования своих барьерных функций [8].

В работе определено валовое содержание селена и элементов – антагонистов (Cu, As, Pb, Zn, Cd) в почве и в растительном сырье Бирского района Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования являлось растительное сырье (надземная часть) четырех часто встречающихся на территории Бирского района лекарственных растений из разных семейств: земляника лесная – *Fragaria vesca* L.(Rosaceae), донник лекарственный – *Melilotus officinalis* L. (Fabaceae), душица обыкновенная – *Origanum vulgare* L.(Lamiaceae), зверобой продырявленный – *Hypericum perforatum* L.(Hypericaceae).

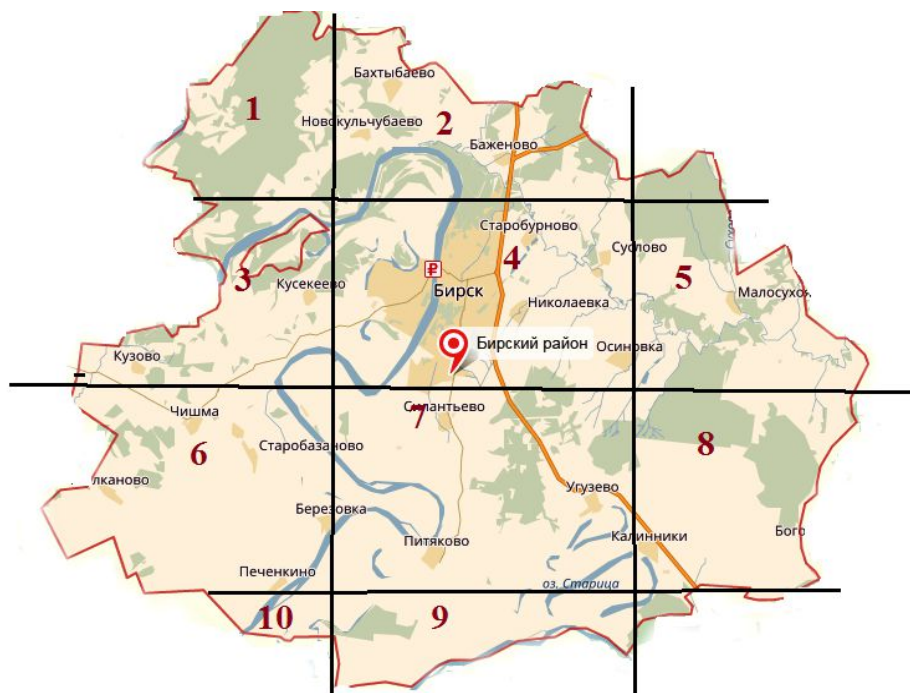
Земляника лесная – травянистое растение, растущее в лесах, кустарниках, чаще в сосновых и смешанных лесах. В медицине используют листья и плоды земляники. Листья заготавливают во время цветения и плодоношения, срывая их без черешков [6].

Донник лекарственный – двулетнее травянистое растение, в первый год образует вегетативную часть, а на второй цветет, плодоносит и отмирает. Растет на лугах, по обочинам дорог, по склонам оврагов, как сорняк вблизи жилья. С лекарственной целью используют верхушечную часть растения с листьями и цветками, которую заготавливают во время цветения [6].

Душица обыкновенная – многолетнее травянистое растение с прямостоячими мягковолосистыми стеблями, наверху ветвистыми, пурпуровой окраски. Растет в лесах, зарослях кустарников, на лесных полянах, на лугах, в поймах рек. Для лекарственных целей используется надземная часть растений в фазе цветения. Срезают олиственные цветущие верхушки растений длиной 20–30 см [6].

Зверобой продырявленный – многолетнее травянистое растение с прямым стеблем. Растет по опушкам, на суходольных лугах, на лесных полянах. Для медицинских целей заготавливают верхушки стеблей длиной до 30 см в фазе цветения [6].

Для исследования почвы и растений район был разделен на 10 участков (рисунок).



Карта Бирского района РБ [5]

Пробы отбирались в соответствии с ГОСТ 28168-89 «Отбор проб почвы» [4], ГОСТ 24027.0-80 «Сырье лекарственное растительное» [3].

Метод исследования: абсорбция атомного пара, полученного при электротермической атомизации пробы.

Бирский район находится в северо-западной части Республики Башкортостан (рисунок). Муниципальный район Бирский район РБ, образованный в 1930 году, расположен в северо-западной части Республики Башкортостан, общей площадью 178649 га или 1,25 % территории Республики Башкортостан.

Погоду в районе определяет континентальный климатический пояс. Зимние периоды длятся с ноября по конец марта месяца. Среднемесячные температуры в самый холодный месяц – январь составляют -13...-15 градусов, возможны как резкие понижения до -30 и ниже, так и значительные оттепели, когда термометры способны показывать до +5 градусов. Оттепели сопровождаются сильными снегопадами, гололедом и туманами. Весна достаточно скоротечна, первые признаки проявляются в конце марта, а уже к середине апреля практически сходит снежный покров. Весна может сопровождаться и засушливыми периодами, особенно в конце мая. Лето в районе теплое и умеренно увлажненное, можно смело отнести район, как одному из мало засушливых равнинных районов республики. Среднемесячные температуры в июле +21...+22 градуса. По данным прогноза погоды

основное количество кратковременных ливневых дождей приходится на июнь месяц. Возможны также и достаточно жаркие периоды, когда воздух прогревается до +30 и выше. Осень в большинстве своем относительно теплая и сухая, период затяжных дождей приходится на середину октября. Среднегодовая норма осадков колеблется в пределах от 400 до 500 мм [9].

Почвенный покров района представлен почвами черноземной степи. Наиболее распространенными являются черноземы типичные, типичные карбонатные и в меньшей степени выщелоченные.

Встречаются отдельными массивами и в комплексе с солонцами. Распространены они повсеместно, но особенно часто встречаются в северной, западной и восточной частях территории района. Приурочены к пологим, покатым склонам и вершинам водоразделов. Формируются на делювиальных и карбонатных глинах и тяжелых суглинках.

Черноземы выщелоченные занимают 29818 га, от общей площади -17,9 %. Встречаются они отдельными массивами, в основном под лесом, в восточной и центральной частях территории района приурочены к вершинам водоразделов и их склонам. Характеризуются темно-серой окраской гумусового горизонта. Мощность ее в пределах 26–40 см.

Почвы, залегающие на плоских водоразделах и склонах, сильно дренированы, подвержены водно-ветровой эрозии.

Сильная расчлененность рельефа и сплошная распаханность земель способствует развитию пыльных бурь и размыванию почвенного покрова. Почвы имеют сухой профиль. Глубина промачивания почв не превышает 40–60 см, глубже сохраняется сухой, не промачиваемый слой.

Преобладающими почвами сенокосов и пастбищных угодий являются также типичные и типичные карбонатные черноземы, которые в большинстве своем маломощные и эродированные.

Изрезанность территории района и склоновый характер местности, быстрый переход от зимы к лету и ливневый характер летних осадков при интенсивной распашке земельных угодий способствует развитию водной эрозии, а характерное сочетание резко выраженной засушливости климата с частыми и сильными ветрами способствует развитию ветровой эрозии. На территории района большое распространение имеет плоскостная водная эрозия.

Имеет место распространение ветровой эрозии преимущественно на черноземах типичных карбонатных на перегибах склонов. Более 60,5 % площади района подвержено процессам эрозии. Площадь эродированных почв на пастбищах составляет 68,3 %, на сенокосах – 37,9 % [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Нами было изучено содержание селена и элементов-антагонистов в почве (табл.1) и растительном сырье четырех часто встречающихся на территории Бирского района лекарственных растений из разных семейств: земляника лесная – *Fragaria vesca* L.(Rosaceae), донник лекарственный – *Melilotus officinalis* L. (Fabaceae), душица обыкновенная – *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae), зверобой продырявленный – *Hypericum perforatum* L.(Hypericaceae) (табл. 2) и рассчитаны коэффициенты биологического поглощения (табл. 3).

Таблица 1

Содержания селена и элементов-антагонистов в почве (мкг/кг)

| Элемент Почва | Se | Cu | As | Zn | Cd | Pb |
|-------------------|--------|--------|-------|------|------|-------|
| 1 | 20,17 | 108,2 | 9,89 | 0,79 | 0,12 | 9,10 |
| 2 | 20,09 | 110,4 | 9,11 | 0,61 | 0,13 | 8,99 |
| 3 | 20,001 | 107,2 | 8,57 | 0,69 | 0,11 | 10,37 |
| 4 | 19,67 | 108,7 | 7,99 | 0,89 | 0,11 | 8,67 |
| 5 | 19,02 | 108,2 | 7,61 | 0,78 | 0,13 | 8,10 |
| 6 | 19,89 | 108,2 | 10,16 | 0,62 | 0,12 | 11,82 |
| 7 | 19,92 | 109,6 | 10,01 | 0,69 | 0,12 | 10,92 |
| 8 | 19,76 | 109,06 | 9,79 | 0,71 | 0,12 | 10,62 |
| 9 | 19,66 | 110,1 | 9,37 | 0,78 | 0,11 | 9,24 |
| 10 | 20,17 | 108,01 | 8,19 | 0,79 | 0,12 | 8,61 |
| Среднее по району | 19,83 | 108,80 | 9,07 | 0,73 | 0,12 | 9,64 |

В почве Бирского района содержание селена и элементов – антагонистов достаточно постоянно на всех изученных участках и колеблется в небольших пределах (таблица 1). Незначительное увеличение селена, меди, мышьяка и свинца отмечено в почвах северо-западных и западных участков. Содержание цинка несколько увеличено в центральной части района (на 0,10 - 0,28мкг/кг). Содержание кадмия достаточно стабильно во всех пробах, взятых в Бирском районе, и колеблется в пределах 0,02 мкг/кг.

Таблица 2

Содержания селена и элементов-антагонистов в почве и растительном сырье (мкг/кг)

| Элемент | Se | Cu | As | Zn | Cd | Pb |
|----------------------|-------|--------|------|------|------|-------|
| Почва | 19,83 | 108,80 | 9,07 | 0,73 | 0,12 | 9,64 |
| Растения | | | | | | |
| Земляника лесная | 2,48 | 63,25 | 3,39 | 0,84 | 0,59 | 12,17 |
| Донник лекарственный | 3,76 | 61,99 | 3,27 | 0,79 | 0,62 | 12,47 |
| Душица | 4,32 | 63,17 | 3,51 | 0,99 | 0,61 | 10,08 |

| | | | | | | |
|----------------------------|------|-------|------|------|------|------|
| обыкновенная | | | | | | |
| Зверобой продырявленный | 2,11 | 62,46 | 3,79 | 0,85 | 0,57 | 8,93 |

В растительном сырье четырех часто встречающихся на территории Бирского района лекарственных растений из разных семейств: земляника лесная (Розоцветные), донник лекарственный (Бобовые), душица обыкновенная (Губоцветные), зверобой продырявленный (Зверобойные) нами установлено содержание селена и элементов-антагонистов (таблица 2). Наибольшее содержание селена отмечено в надземных частях душицы обыкновенной и донника лекарственного (в 4,6 раза и 5,3 раза меньше, чем в почве соответственно). Содержание меди примерно одинаково у всех изученных видов (примерно в 1,7 раза ниже, чем в почве). Мышьяка в надземной части всех изученных нами видов содержится в среднем в 2,7 раза меньше, чем в почве. Однако содержание цинка и свинца незначительно выше в надземной части всех изученных видов по сравнению с содержанием в почве, а кадмия во всех изученных растениях примерно в 5 раз больше, чем в почве.

Таблица 3

Коэффициент биологического поглощения элементов-антагонистов (КБП)

| Элемент | Se | Cu | As | Zn | Cd | Pb |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Земляника лесная | 0,13 | 0,58 | 0,37 | 1,15 | 4,92 | 1,26 |
| Донник лекарственный | 0,19 | 0,57 | 0,36 | 1,08 | 5,16 | 1,29 |
| Душица обыкновенная | 0,22 | 0,58 | 0,39 | 1,36 | 5,08 | 1,05 |
| Зверобой продырявленный | 0,11 | 0,57 | 0,42 | 1,16 | 4,75 | 0,93 |
| КБП | 0,16 | 0,6 | 0,4 | 1,1 | 5 | 1,1 |

Результаты работы показали, что содержание селена и элементов-антагонистов в почве не превышает значений ПДК [7] и существенно не изменяется в пределах района. Бирский район можно отнести к селенодефицитным, неотягощенным влиянием элементов-антагонистов.

Наибольшее накопление селена отмечается у душицы обыкновенной (КБП составляет 0,22) и донника лекарственного (КБП 0,19). Содержание селена в землянике лесной и зверобое продырявленном практически одинаково (КБП 0,12).

По накоплению мышьяка и меди анализируемые растения существенно не различаются; извлечение элемента находится в пределах 40–60 %.

Цинк, кадмий и свинец исследуемые растения накапливают, причем наиболее значительно извлекают кадмий (КБП 5). Цинк преимущественно накапливает душица обыкновенная, свинец – земляника лесная и донник лекарственный, а по отношению к кадмию исследуемые растения существенно не различаются.

Выводы

Содержание селена в растительном сырье значительно ниже, чем в почве. Коэффициент биологического поглощения составляет 0,16.

Количество цинка, кадмия и свинца в надземных частях изученных нами видов растений выше его содержания в почве. Величины КБП варьируют от 1,1 до 5. Высокое содержание элементов-антагонистов, возможно, определяет низкое накопление в растительном сырье селена.

Наименьшая величина КБП (от 0,4 до 0,6) характерна для мышьяка и меди, что, вероятно, связано со способностью корней задерживать эти металлы.

Список литературы

1. Блинохватов А.Ф. Селен в биосфере / А.Ф. Блинохватов, Г.В. Денисова, Д.Ю. Ильин и др. – Пенза: РИО ПГСХА, 2001. – С. 28-41, 96-103.
2. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек / Н.А. Голубкина, Т.Т. Папазян. – М.: Печатный город, 2006. – 254 с.
3. ГОСТ 24027.0-80. Сырье лекарственное растительное. Правило приемки и методы отбора проб. – Взамен ГОСТ 6076 – 74; введ. 1981 – 01 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 5с.
4. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – М.: Стандартинформ, 2008. – 7 с.
5. Карта Бирского района РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mapdata.ru/bashkortostan/birskiy-royon>. (дата обращения: 2.03.2017).
6. Кучеров Е.В. Лазарева Д.Н., Десяткин В.К. Лекарственные растения Башкирии: их использование и охрана / Е.В. Кучеров, Д.Н. Лазарева, В.К. Десяткин. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1989. – 272 с.
7. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7. 2041 – 06. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзор, 2006. – 3 с.
8. Тяжелые металлы в растениях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: biogeochemistry.narod.ru/ubugunov/ (дата обращения: 15.01.2017).

9. Фаткуллин Р.А. Природные условия Башкортостана /Р.А. Фаткуллин. – Уфа: Китап, 1994. – 176 с.
10. Хисматов М.Ф. География Башкортостана [Текст]: учебник для 9 кл. / М.Ф. Хисматов, В.Б. Сухов. – Уфа: Китап, 2000. – 198 с.