

Влияние угольного разреза на особенности элементного состава *Achillea millefolium* L.

Н.Ф. Гусев, д.б.н, профессор, **Г.В. Петрова**, д.с.-х.н., Оренбургский ГАУ; **Ю.М. Злобина**, соискатель, Оренбургская ГМА

В последнее время вопросы загрязнения сырья лекарственных растений тяжёлыми металлами (ТМ), поступающими во внешнюю среду в результате деятельности промышленных предприятий и использования автотранспорта привлекают особое внимание многих специалистов. Это объясняется возможными нежелательными последствиями применения лекарственных препаратов, получаемых из растений, подверженных влиянию загрязнителей. Известно, что высоко токсичные тяжёлые металлы, накапливаясь в организме, вызывают патологии и являются «бомбой замедленного действия» [1].

Цель исследования – изучить особенности накопления микроэлементов-биофилов (Mn, Zn, Cu, Fe), тяжёлых металлов (Pb, Cd, Hg, Cr, Ni) и As в дикорастущем лекарственном растении – тысячелистнике обыкновенном.

Материалы и методы. Объект исследования – лекарственное растительное сырьё (трава) тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), собранное в зоне влияния угольного разреза (п. Тюльган, Оренбургская обл.). Тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium* (L.) многолетнее травянистое растение семейства астровых – *Acteraceae* (сложноцветные – *Compositae*).

Тысячелистник обыкновенный в Тюльганском р-не Оренбургской области произрастает на лесных полянах, на лугах, по опушкам лесов, в кустарниках и разреженных лесах, около дорог и как сорное – на возделываемых полях [2].

В листьях и соцветиях тысячелистника содержится горький гликозид ахиллеин, эфирное масло, в состав которого входят азулены, сложные эфиры, камфора, муравьиная, изовалериановая, уксусная кислоты, флавоноиды. В траве также содержатся дубильные вещества, смолы, каротин, витамины С, К, горечи, фитонциды, инулин, алкалоиды. Трава и цветки обладают противовоспалительным, кровоостанавливающим и бактерицидным действием. Настой тысячелистника повышает свёртываемость, усиливает сокращение маточной мускулатуры, обладает антиспастическим, а потому болеутоляющим действием [2].

Предмет исследования – растительное сырьё на содержание микроэлементов-биофилов (Mn, Zn, Cu, Fe, Cr, Ni) и тяжёлых металлов (Pb, Cd, Hg и As).

Определение содержания химических элементов в растениях производили атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре ААС-30 в комплексной аналитической лаборатории Оренбургского государственного аграрного университета.

В пробах определяли содержание 12 элементов: цинка, никеля, хрома, меди, мышьяка, марганца, кобальта, ртути, железа, магния, кадмия, свинца.

Результаты исследования. Видоспецифичность тысячелистника обыкновенного по отношению к ТМ заключается в том, что растение способно концентрировать необходимое для нормальной жизнедеятельности количество элементов [3]. По этой причине в тех областях, где концентрация биофильных элементов в почве низкая, растение выступает как концентратор, накапливая параллельно и тяжёлые металлы (табл.).

Для нормального роста и развития растений необходимы различные элементы питания. По современным данным, таких элементов порядка 20, без которых растения не могут полностью завершить цикл развития и которые не могут быть заменены другими. Все элементы-биофилы делятся на макро- и микроэлементы. К макроэлементам относят те, которые содержатся в растениях в значительных (от сотых долей до целых процентов) количествах – это углерод, кислород, водород, азот, фосфор, калий, сера, магний и железо. Микроэлементы содержатся в растениях в очень незначительных (от сотых долей до тысячных долей процента) количествах, однако оказывают сильное воздействие на жизненные процессы растений – это бор, медь, цинк, йод, никель, селен, барий, хром, молибден, марганец, кобальт. Есть также и ультрамикроэлементы, которые содержатся в растениях ещё в меньших количествах, чем микроэлементы [4].

Макроэлементы в организме в основном содержатся в виде органических соединений. Микроэлементы часто входят в состав сравнительно простых неорганических или комплексных соединений (хлорофилл, кобаламин, тиамин и др.). Микроэлементы повышают активность ферментов, катализирующих биохимические процессы, способствуют синтезу белков, нуклеиновых кислот, витаминов, сахаров, крахмала [5]. Некоторые из них повышают интенсивность фотосинтеза, ускоряют рост и развитие растений, созревание плодов и семян [5].

Формирование химического состава растений происходит при одновременном воздействии большого количества факторов. Основными,

определяющими содержание какого-либо элемента в растениях, являются: содержание элемента в почве, его усвояемость, фаза развития растения и эволюция видов в данных условиях геохимической среды [6].

Особо важную роль при изучении химической изменчивости играет состав почвы. Химические элементы, содержащиеся в почве, имеют непосредственное отношение к обмену веществ в растениях и синтезу в них биологически активных соединений. Наибольший интерес представляют марганец, молибден, медь, кобальт, никель, сурьма, ванадий, хром, участвующие в синтезе большинства соединений, содержащихся в растениях [7].

В формировании элементного химического состава растений участвуют два ведущих фактора – генетический и экологический. В зависимости от обстоятельств их соотношение меняется. Если геохимическая обстановка соответствует требованиям растений, то в элементном химическом составе главным образом отражается влияние генетического фактора. При этом осуществляется генотипическая программа поглощения химических элементов, выдерживается качественный и количественный регламент насыщения тканей ионами. Экологический же фактор мешает этому, особенно в тех случаях, когда среда обитания обогащена соединениями этих элементов [8].

Недостаток микроэлементов в почве приводит к возникновению различных патологических состояний у растений. Эти нарушения наблюдаются в замедленном росте растений, изменении процесса фотосинтеза и многих других отклонениях [4].

Для многих элементов установлены биогенные свойства и выявлена их роль в метаболических процессах. Но избыток биогенных элементов не менее опасен для живых организмов, чем

их дефицит [6, 9]. Существуют также тяжёлые металлы с неустановленными биогенными свойствами, способные оказывать токсическое воздействие на клетки и ткани растений даже в незначительных концентрациях [8]. К механизмам токсического воздействия ТМ на клетки и ткани следует отнести их способность связывать сульфгидридные группы, нарушая тиоловый статус клетки, а также принимать участие в образовании свободных радикалов, вызывающих окислительные повреждения фосфолипидов, нуклеиновых кислот, белков [6, 7].

Цинк участвует в метаболизме углеводов, протеинов и фосфатов, а также играет важную роль в образовании ауксина, ДНК и рибосом [1, 5]. Поэтому уровень содержания цинка в растениях определяется его физиологической ролью и особенностями токсического воздействия при повышенных концентрациях. В тканях тысячелистника наблюдается выраженная биоаккумуляция цинка в растениях техногенной зоны (табл.).

Медь является компонентом ряда окислительных ферментов, повышает интенсивность дыхания, влияет на углеводный и белковый обмен растений. Под её влиянием в растении увеличивается содержание хлорофилла, усиливается процесс фотосинтеза, повышается устойчивость растений к грибным и бактериальным болезням [4]. В окрестностях Тюльганского угольного разреза содержание меди в растениях тысячелистника превышает контрольные показатели в два раза (табл.).

Марганец входит в состав окислительно-восстановительных ферментов, участвует в процессах фотосинтеза, дыхания, в углеводном, белковом обмене и в синтезе витамина С. Он ускоряет отток углеводов из листьев в корень [4]. Уровень содержания марганца в тканях исследуемого растения несколько выше в техногенной зоне (табл.).

Численные показатели содержания тяжёлых металлов и мышьяка в надземной и подземной массе *Achillea millefolium* L., мг/кг

Элемент	Участок в 1 км от угольного разреза				Контроль трава
	почва	корневище	стебель	трава	
Zn	8,740	10,422	11,312	11,326	3,012
Ni	0,568	0,416	0,355	0,305	0,652
Cr	0,140	0,132	0,141	0,151	0,155
Cu	0,355	0,263	0,328	0,322	0,161
As	0	0	0,0005	0,0005	0,004
Mn	0,370	0,316	0,466	0,483	0,350
Co	0,120	0,071	0,119	0,130	0,104
Cd	0,065	0,065	0,044	0,043	0,010
Fe	8,470	7,321	8,800	8,800	5,316
Mg	1,427	1,6	2,300	2,425	1,439
Hg	0,0005	0,0005	0	0	0
Pb	0,149	0,138	0,177	0,189	0,143

Железо входит в состав ферментов, участвующих в создании хлорофилла, а также участвует в окислительно-восстановительных процессах [6]. В тканях тысячелистника, произрастающего в зоне техногенного воздействия, содержание железа повышено по сравнению с контрольными показателями (табл.).

Магний входит в состав хлорофилла и участвует в фотосинтезе, синтезе ксантофилла и каротина, а также в состав запасного вещества фитина, содержащегося в семенах растений и пектиновых веществ [1]. В техногенной зоне наблюдается биоаккумуляция магния в ассимилирующих тканях растения (табл.).

Биологическая кумуляция элементов в лекарственном растительном сырье тысячелистника обыкновенного также отмечена для As, Hg и Pb (табл.).

Отсутствие физиологического барьера у растений тысячелистника обыкновенного зафиксировано нами для Cr, Cu, Co, Fe. Наличие у растения слабого физиологического барьера отмечено для Ni и Cd (табл.).

Содержание ТМ в лекарственных растениях, в том числе дикорастущих, до сих пор не нормируется, поэтому многие исследователи для гигиенической оценки лекарственного сырья используют показатели, принятые для биологически активных добавок к пище на растительной основе СанПиН 2.3.2.1078-01 (2002).

Выводы.

1. В тысячелистнике обыкновенном, собранном в зоне влияния Тюльганского угольного разреза, обнаружено повышенное по сравнению с контрольными образцами содержание тяжёлых металлов.

2. Вегетативные и генеративные органы *Achillea millefolium* L. обладают различной избирательностью накопления ТМ. Прослеживается общая тенденция их большего накопления в траве (стеблях и листьях) по сравнению с корнями и корневищами.

3. Сравнение содержания ТМ в почве и ЛРС тысячелистника показало, что физиологический

барьер характерен лишь для кадмия (0,043 мг/кг) и никеля Ni (0,305 мг/кг). Кумуляция в наземной части тысячелистника отмечена для Mn (0,483 мг/кг), Zn (11,326 мг/кг), As (0,005 мг/кг), Mg (2,425 мг/кг), Pb (0,189 мг/кг) и в корневище — для Hg (0,005 мг/кг).

4. Содержание ТМ в сырье тысячелистника обыкновенного не превышало норм установленных СанПиН 2.3.2.1078-01.

5. Используя полученные сведения по содержанию тяжёлых металлов в региональном ЛРС тысячелистнике обыкновенном, необходимо разработать алгоритмы определения качества и безопасности лекарственного растительного сырья по данному показателю. Необходимо ограничивать применение дикорастущих лекарственных растений с высоким содержанием тяжёлых металлов.

Литература

1. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Оникс 21 век, 2004. 272 с.
2. Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н. К вопросу о запасах и возможностях интродукции лекарственных растений в условиях степного Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 1 (9). С. 26–29.
3. Шайхутдинова А.А., Мещеряков А.Г., Немерешина О.Н. Экологические проблемы хранения отходов теплоэлектростанций, работающих на твёрдом топливе // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2011. № 2. С. 252–255.
4. Немерешина О.Н., Шайхутдинова А.А. Оценка содержания тяжёлых металлов в тканях *Polygonum aviculare* L. на техногенно загрязнённых территориях // Экология и промышленность России. 2012. № 9. С. 46–49.
5. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф., Петрова Г.В. и др. Некоторые аспекты адаптации *Polygonum aviculare* L. к загрязнению почвы тяжёлыми металлами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1(33). С. 230–234.
6. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. К вопросу о содержании микроэлементов в сырье перспективных видов лекарственных растений Южного Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 12 (62). С. 167–169.
7. Ведица О.Т., Толеа С.И., Пайлик И.С. Цинк в сельскохозяйственных растениях придорожных экосистем // Тяжёлые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах. М., 1994. С. 4–16.
8. Немерешина О.Н., Петрова Г.В., Гусев Н.Ф. Индукция синтеза антиоксидантов *Achillea nobilis* L. в зоне влияния выбросов предприятий Газпрома // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3(35). С. 224–229.
9. Зайцева В.Н., Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н. К вопросу содержания микроэлементов в наземных органах *Fragaria virginidis* (Duch.) Weston оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 4 (28). С. 240–241.