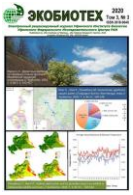
ЭКОБИОТЕХ
ISSN 2618-964X http://ecobiotech-journal.ru



ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Виноградова Н.А., Глухов А.З.

Донецкий ботанический сад,
Донецк (Донецкая Народная Республика)
*E-mail: glukhov.az@mail.ru

Представлены результаты определения содержания флавоноидов, антоцианов, дубильных веществ и аскорбиновой кислоты в листьях *Cotinus coggygria* Scop. произрастающих в условиях различной степени техногенного загрязнения. Оценено соответствие листьев *C. coggygria*, собранных на территории Донецкого региона, требованиям нормативной документации по содержанию действующих веществ. Определено содержание кадмия и свинца в исследуемом сырье; оценена его экологическая безопасность.

Ключевые слова: *Cotinus coggygria* Scop., техногенное загрязнение, флавоноиды, дубильные вещества, аскорбиновая кислота, антоцианы

THE EFFECT OF TECHNOGENIC POLLUTION ON THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN MEDICINAL PLANTS

Vinogradova N.A., Glukhov A.Z.

Donetsk Botanical Garden,
Donetsk (Donetsk People's Republic)
*E-mail: glukhov.az@mail.ru

The article presents the results of determining the content of flavonoids, anthocyanins, tannins and ascorbic acid in the leaves of *Cotinus coggygria* Scop, growing under conditions of varying degrees of technogenic pollution. The conformity of the leaves of *C. coggygria*, collected in the Donetsk region, to the requirements of regulatory documentation for the content of active substances was evaluated. The content of cadmium and lead in the plant materials was determined; its environmental safety was evaluated.

Keywords: *Cotinus coggygria* Scop., technogenic pollution, flavonoids, tannins, ascorbic acid, anthocyanins

Поступила в редакцию: 15.06.2020

DOI: 10.31163/2618-964X-2020-3-3-525-530

ВВЕДЕНИЕ

Cotinus coggygria Scop. (syn. *Rhus cotinus* L.) – растение семейства Сумаховые (Anacardiaceae (R.Br.) Lindl.), которое произрастает на большой территории от южной Европы, Средиземноморья, Молдовы и Кавказа до центрального Китая и Гималаев [Matic et al.,_2016]. Это лиственный кустарник или небольшое дерево до 7 м высотой с густой, зонтиковидной кроной, красноватыми побегами. Данный вид является морозостойким, засухоустойчивым, нетребовательным к почвам и устойчивым к городским условиям, а также высокодекоративным на протяжении всей вегетации, все это обуславливает его перспективность для городского озеленения, в частности для озеленения автомобильных дорог [Li et al.; Тимофеева,2007]. Известно, что в формировании экологической устойчивости растений существенную роль играют вторичные метаболиты [Немерешина, Гусев, 2019]. Важно исследовать влияние промышленно трансформированной среды на содержание в *C. coggygria* различных групп биологически активных веществ, в первую очередь обладающих антиоксидантной активностью.

Особую актуальность это приобретает потому, что данный вид является лекарственным. Листья *C. coggygria* используют в фармации в качестве источника дубильных веществ. Также на основе флавонолов, выделяемых из данного сырья, изготавливают желчегонный препарат Флакумин. Водные и спиртовые извлечения из

данного сырья активно используются за рубежом (Сербия, Болгария, Греция, Турция и др.) [Гриценко, 2016]. Экспериментально было выявлено антиоксидантное, ранозаживляющее, антимикробное, противоопухолевое, антигенотоксическое, гепатозащитное и противовоспалительное действие для всех частей этого растения [Aksoy H. et al., 2015; Matic et al., 2016]. Анализ соответствия листьев *C. coggygria*, произрастающих в Донецком регионе, требованиям нормативной документации позволит проанализировать возможность использования местных растений для изготовления лекарственных препаратов.

Донецкий регион является высокоразвитым промышленным регионом, и необходимость использования местные растения для изготовления лекарственных препаратов обуславливает актуальность оценки их экологической безопасности. Особенно это актуально при использовании листьев в качестве сырья, так как они являются метаболически активными, имеют широко развитую поверхность обмена с окружающим воздухом, более проницаемы для атмосферных примесей по сравнению с другими органами растений [Ветчинникова и др., 2013].

Цель данной работы: проанализировать влияние техногенного загрязнения на содержание некоторых групп биологически активных веществ в листьях *Cotinus coggygria* Scop.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования были выбраны листья *C. coggygria*, собранные в фазу цветения в насаждении вдоль одной из главных магистральных улиц г. Макеевка с высокой автотранспортной нагрузкой, а также в Донецком ботаническом саду (контроль).

Для определения содержания аскорбиновой кислоты в растительном сырье использовали фармакопейный титриметрический метод, основанный на способности аскорбиновой кислоты окисляться до дегидроформы раствором натрия 2,6-дихлорфенолиндофенолята и восстанавливать последний до лейкоформы. Точка эквивалентности устанавливается по появлению розового окрашивания, свидетельствующего об отсутствии восстановителя, т.е. кислоты аскорбиновой [Государственная Фармакопея…, 2008]. Для количественного определения суммы флавонолов нами был использован спектрофотометрический метод, основанный на определении количества продуктов реакции комплексообразования с алюминия хлоридом. Содержание флавонолов рассчитывали с применением удельного показателя поглощения продукта взаимодействия мирицетина-3-рамнозида с алюминия хлорида при длине волны 415 нм, равного 380 [ГОСТ 4564-79…, 1980]. Для определения содержания антоцианов их экстрагировали 60% спиртом этиловым, содержащим 1% хлористоводородной кислоты. Оптическую плотность измеряли при длине волны 528 нм. Содержание антоцианов рассчитывали с применением удельного показателя поглощения цианидина-3-галактозида, равного 96,7 [Гриценко, Попова, 2014]. Для определения содержания дубильных веществ использовали спектрофотометрический метод, основанный на экстракции 50% спиртом этиловым в течение 45 минут на водяной бане (экстракция повторяется дважды) и последующим измерением оптической плотности при 280 нм [Бензель, 2010]. Определение влажности проводили стандартным гравиметрическим методом [Государственная Фармакопея…, 2013]. Все расчеты по содержанию биологически активных веществ приведены на абсолютно сухую массу.

Содержание тяжелых металлов в растительном сырье определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии [Государственная Фармакопея…, 2013]. Экстракцию

подвижных форм металлов проводили ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8. Полученные данные обработаны статистически и представлены в виде средних арифметических значений и их стандартных ошибок Статистическую значимость различий между содержанием биологически активных веществ в листьях *C. coggygria*, произрастающих в условиях техногенной нагрузки с контролем определяли с помощью t-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения содержания некоторых групп биологически активных веществ в листьях *C. coggygria*, произрастающих в условиях различного уровня техногенного загрязнения, представлены в табл.1.

Таблица 1. Содержание биологически активных веществ в листьях *Cotinus coggygria* Scop.

Группа биологически активных веществ	*Место сбора сырья*	
	в условиях техногенного загрязнения	*контроль*
дубильные вещества *(в пересчете на танин)*	22,41±1,02*	26,08±1,21
флавонолы *(в пересчете на мирицетин-3-рамнозид)*	1,30±0,07**	1,74±0,11
антоцианы *(в пересчете на цианидина-3-галактозид)*	1,02±0,03***	1,59±0,05
аскорбиновая кислота	0,103±0,006*	0,087±0,0007

Примечание: достоверность различий с контролем: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Как видно из таблицы, содержание в листьях *C. coggygria* всех изученных фенольных соединений (дубильных веществ, флавонолов и антоцианов) в условиях техногенного загрязнения снижается. Скорее всего, это обусловлено угнетением фенилпропаноидного пути образования вторичных метаболитов под действием токсикантов. Также уменьшение количества фенольных соединений может быть связано с их способностью хелатировать тяжелые металлы, а также нейтрализовать свободные радикалы [Sandre et al., 2014; Hellenbrand et al., 2015].

Концентрация аскорбиновой кислоты в листьях *C. coggygria* в условиях загрязнения увеличивается. Вероятно, это обусловлено ее участием в адаптационных реакциях растений к условиям промышленно трансформированной среды, в первую очередь ее антиоксидантной функцией. Согласно литературным данным повышение концентрации аскорбиновой кислоты свидетельствует об активности окислительно-восстановительных процессов и обуславливает устойчивость растений к загрязнению [Бухарина и др., 2007; Кригер и др., 2013].

Для сравнения в таблице 2 представлены литературные данные о содержании исследуемых биологически активных веществ в листьях *C. coggygria* из различных мест произрастания и полученные нами фактические данные.

Выявлено, что содержание дубильных веществ и флавонолов в листьях *C. coggygria* из различных мест произрастания сравнимы между собой. Концентрация антоцианов в

листьях *C. coggygria*, произрастающих на Донбассе, превышает литературные данные в 1,6 – 2,2 раза.

Таблица 2. Содержание некоторых групп биологически активных веществ в листьях *Cotinus coggygria* Scop. из различных мест произрастания
(в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Место сбора сырья	Содержание веществ согласно литературным данным	Экспериментально определенное содержание веществ в сырье, собранном на территории Донецкого региона (ДНР)
дубильные вещества (в пересчете на танин)		
Львовская область, Украина [Бензель, 2010]	28,65 – 31,67	22,41 – 26,08
Ставропольский край, Российская Федерация [Гриценко, 2016]	19,32 – 20,11	
Флавонолы (в пересчете на мирицетин-3-рамнозид)		
Ставропольский край, Российская Федерация [Гриценко, 2016]	1,50 – 1,65	1,30 – 1,74
антоцианы (в пересчете на цианидин-3-галактозид)		
Ставропольский край, Российская Федерация [Гриценко, 2016]	0,70 – 0,75	1,02 – 1,59

Согласно нормативной документации, для использования в фармации в листьях *C. coggygria* нормируется содержание дубильных веществ и флавонолов. В фармации допускается использовать листья скумпии, содержащие не менее 15% дубильных веществ (в пересчете на танин) и не менее 1% флавонолов (в пересчете на мирицетин-3-рамнозид) [ГОСТ 4564-79…, 1980]. Исследованные нами листья *C. coggygria*, заготовленные в условиях Донецкого региона удовлетворяют данным требованиям. Гриценко А.И. предлагает для стандартизации листьев скумпии кожевенной использовать более строгое требование к содержанию дубильных веществ: не менее 18%. Исследованное нами сырье соответствует и этому условию.

Важным фактором, определяющим качество лекарственного растительного сырья, является уровень содержания тяжелых металлов. Нами было определено содержание в листьях *C. coggygria* таких тяжелых металлов как кадмий и свинец, которые являются распространенными поллютантами в городской среде.

Данные по уровню содержания кадмия свидетельствуют о повышении его содержания в листьях *C. coggygria* в условиях техногенной нагрузки до 0,02 мг/кг. В контрольной зоне содержание кадмия составляет 0,005 мг/кг. Таким образом, концентрация данного токсиканта увеличивается в условиях техногенного загрязнения в 4 раза, при этом не превышает предельно допустимую концентрацию для лекарственного растительного сырья (1,0 мг/кг) [Государственная Фармакопея…, 2013]. Содержание ионов свинца в листьях *C. coggygria* с контрольной территории ниже предела обнаружения прибора, а в условиях техногенного загрязнения составляет 54 мг/кг, что в 9 раз превышает предельно допустимую концентрацию. Надо отметить, что несмотря на достаточно высокое содержание Pb в листьях

C. coggygria, растения не имели внешне признаков повреждения. Это представляет интерес с точки зрения фиторемедиации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено, что в условиях техногенного загрязнения в листьях *C. coggygria* снижается содержание таких фенольных соединений как дубильные вещества, флавонолы и антоцианы. Рост содержания аскорбиновой кислоты в листьях с усилением техногенной нагрузки свидетельствует о ее участии в механизмах адаптации растений к загрязнению. *C. coggygria* аккумулирует значительное количество свинца, что может обуславливать использование данных растений для улучшения качества городской среды. Листья *C. coggygria* соответствуют требованиям нормативной документации по содержанию действующих веществ, однако для использования в лечебных целях рекомендуется сбор листьев только в зонах с малой техногенной нагрузкой, что необходимо объяснить местному населению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бензель І.Л. Стандартизація листя скумпії звичайної // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. 2010. Випуск XXIII, № 4. С. 11–12.
2. Бухарина И.Л., Поварницкая Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
3. Ветчинникова Л.В., Кузнецова Т.Ю., Титов А.Ф. Особенности накопления тяжелых металлов в листьях древесных растений на урбанизированных территориях в условиях севера // Труды Карельского научного центра РАН. 2013. № 3. С. 68–73
4. ГОСТ 4564-79. Лист скумпии. Технические условия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1980. 11 с.
5. Государственная фармакопея Республики Беларусь: Т. 2. / УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. Минск, 2007. 471 с.
6. Государственная Фармакопея РФ: Т 2. 13-е изд. М.: МЗ РФ, 2015. 1004 с.
7. Гриценко А.И. Фармакогностическое изучение скумпии кожевенной (*Cotinus coggygria Scop*.): дис. к. фарм. наук. Пятигорск, 2016. 145 с.
8. Гриценко А.И., Попова О.И. Сравнительная оценка содержания суммы антоцианов в вегетативных органах скумпии кожевенной (*Cotinus coggygria* Scop.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. 2014. Выпуск 69. С. 27–28.
9. Кригер Н.В., Козлов М.А., Баранов Е.С. Влияние техногенной нагрузки на содержание аскорбиновой кислоты в листьях древесных растений, произрастающих в разных районах города Красноярска // Вестник КрасГАУ. 2013. № 10 (85). С. 116–119.
10. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Особенности элементного состава сырья *Linaria vulgaris* (льнянка обыкновенная) в зоне влияния газоперерабатывающего производства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79), ч. 1.71. С. 124–127
11. Тимофеева С.Н. Изучение возможности размножения древесных растений методами клеточных культур // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. 2007. № 6. С. 109–114.

12. Aksoy H., Sancar M., Sen A., Okuyan B., Bitis L., Uras F., Akakin D., Cevik O., Kultur S., İzzettin F.V. The effect of topical ethanol extract of *Cotinus coggygria* Scop. on cutaneous wound healing in rats // Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters. 2015. P. 452–455. DOI: 10.1080/14786419.2015.1019349
13. Hellenbrand N., Sendker J., Lechtenberg M., Petereit F., Hensel A. Isolation and quantification of oligomeric and polymeric procyanidins in leaves and flowers of Hawthorn (*Crataegus* spp.) // Fitoterapia. 2015. 104. P. 14–22. DOI: 10.1016/j.fitote.2015.04.010
14. Li Y., Zhaoa H., Duana B., Korpelainenb H., Li C. Effect of drought and ABA on growth, photosynthesis and antioxidant system of *Cotinus coggygria* seedlings under two different light conditions // Environmental and Experimental Botany. 2011. 71. P. 107–113
15. Matic S., Stanic S., Mihailovic M., Bogojevic D. *Cotinus coggygria Scop*.: An overview of its chemical constituents, pharmacological and toxicological potential // Saudi Journal of Biological Sciences. 2015. 76 (4). P. 452–461. DOI: 10.1016/j.sjbs.2015.05.012
16. Sandre A.A., Pina J.M., Moraes R.M., Furlan C.M. Anthocyanins and tannins: is the urban air pollution an elicitor factor? // Brazilian Journal of Botany. 2014. N. 37 (9). P. 1–11. DOI: 10.1007/s40415-013-0043-0