

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Н.А. Дьякова^{1*}, канд. биол. наук, **И.А. Самылина**², докт. фарм. наук, член-корр. РАН,
А.И. Сливкин¹, докт. фарм. наук, профессор

¹Воронежский государственный университет,
394006, Воронеж, Университетская площадь, д. 1

²Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова,
119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

E-mail: Ninochka_V89@mail.ru

На примере Воронежской области изучено влияние экологической обстановки на содержание в траве горца птичьего и листьях подорожника большого тяжелых металлов, пестицидов и радионуклидов. Выявлена тенденция к увеличению антропогенного загрязнения тяжелыми металлами изучаемых территорий и произрастающих на ней лекарственных растений. Показатели содержания хлорорганических пестицидов и активности радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) в образцах сырья не превышают предельно допустимых норм, что позволяет говорить об экологическом благополучии исследуемых территорий Воронежа и его окрестностей.

Ключевые слова: лекарственное растительное сырье, горец птичий, подорожник большой, *Polygonum aviculare L.*, *Plantago major L.*, тяжелые металлы, пестициды, радионуклиды, содержание.

В настоящее время в медицинской практике Российской Федерации используется свыше 6,5 тысяч лекарственных средств, производимых из лекарственного растительного сырья (ЛРС). Все возрастающий интерес к фитопрепаратам обусловлен тем, что в случае рационального применения они сочетают в себе хороший терапевтический эффект с относительной безвредностью. Вследствие роста городов, увеличения автотранспортных средств, расширения производственных площадей возрастает вероятность сбора ЛРС населением вблизи источников выброса поллютантов. И хотя с каждым годом доля культивируемого ЛРС растет, она все еще не превышает 50 % от заготавливаемого.

Потери сырьевых источников, расположенных на территориях бывших союзных республик, освоение минеральных ресурсов, использование интенсивных технологий в сельском хозяйстве с применением пестицидов, влияние последствий Чернобыльской трагедии резко обострили проблему обеспечения отечественной медицины доброкачественным ЛРС.

Особенно остро этот вопрос стоит в регионах с повышенной антропогенной активностью, к которым относятся и области Центральной России – Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая. Наиболее опасными загрязнителями биосферы в настоящее время считаются тяжелые металлы, пестициды и радионуклиды в силу их способности к миграции по биологическим цепям [1, 2]. Воронеж, по данным Минприроды РФ, занимает одно из последних мест в экологическом рейтинге городов РФ (на 2013 г. – это 81 место из 85).

Цель настоящего исследования – изучение влияния экологической обстановки на состояние ЛРС в пределах Воронежского региона.

Экспериментальная часть

Для изучения были выбраны 10 территорий, в которых были отобраны образцы верхних слоев почв и образцы сырья. Выбор исследуемых районов был обусловлен характером специфического антропогенного воздействия расположенных в районах предприятий: химического предприятия ОАО «Воронежсинтезкаучук», теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) «ВОГРЭС», Нововоронежской атомной электростанции (АЭС), железнодорожных путей сообщения, аэропорта «Чертовицкое», трассы М4, улиц города (ул. Димитрова, г. Воронеж), высоковольтных линий электропередач (ВЛЭ), водохранилища города. В качестве сравнения (контроль) исследовали Воронежский биосферный заповедник.

Объектами исследования служили трава горца птичьего (*Polygonum aviculare L.*) и листья подорожника большого (*Plantago major L.*). Эти виды ЛРС широко используются в медицинской практике, заготавливаются преимущественно от дикорастущих лекарственных растений и являются наиболее харак-

терными представителями как естественных растительных сообществ, так и урбанофлоры.

ЛРС заготавливали в соответствии с требованиями инструкции по сбору и сушке ЛРС [3]. Для изучения зависимости накопления в ЛРС поллютантов из почвы проводили отбор проб верхних слоев почв (глубиной 1–10 см). Для изучения динамики накопления поллютантов сбор сырья проводили в различные фенологические фазы развития растений с середины мая до середины августа (с интервалом в 1 месяц) в течение 3 лет на 3 анализируемых территориях, различных с экологической точки зрения: заповедная зона (экологически чистая территория – контроль), улица города (территория, подвергающаяся умеренному антропогенному воздействию), трасса М4 (территория, подвергающаяся сильному антропогенному воздействию). Валовое содержание тяжелых металлов в образцах определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе «ААС Квант-2А». Содержание хлорорганических пестицидов устанавливали хроматографическим методом на газовом хроматографе «Цвет 500М». Измерение активности радионуклидов в счетных образцах проводили на комплексном универсальном спектрометре УСК «Гамма-Плюс» с использованием программного обеспечения «Прогресс».

Полученные результаты содержания тяжелых металлов в верхних слоях анализируемых почв позволили выделить лишь 40% экологически благополучных территорий: заповедная зона, зоны вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук», АЭС и зона вдоль водохранилища. Превышение предельно допустимых концентраций тяжелых металлов наблюдалось лишь в образце травы горца птичьего, собранном вблизи аэропорта (количество свинца было превышено почти в 2 раза), и в образцах листьев подорожника большого, собранных вблизи аэропорта (превышено содержание свинца) и ТЭЦ (превышено содержание мышьяка). При этом ЛРС, собранное на улице города, вдоль автомобильной трассы, вблизи ТЭЦ и аэропорта, не соответствовало требованиям по показателю «общая зола», что говорит о высокой запыленности этих территорий [4].

Рассчитанные коэффициенты корреляции Спирмена показали, что аккумулярующие способности подорожника большого значительно выше,

чем горца птичьего, при этом тесная взаимосвязь между концентрациями элемента в почве и ЛРС характерна для таких металлов, как ртуть, медь и кадмий (табл. 1).

При изучении динамики накопления тяжелых металлов в процессе произрастания растений было установлено, что сырье обоих видов, собранное в заповедной зоне, удовлетворяет требованиям нормативной документации (НД) в течение всего рассматриваемого периода. Сырье же, собранное на улице города, становилось неудовлетворительным по качеству к периоду плодоношения (август) по содержанию общей золы. Растения, собранные вдоль автомобильной трассы, не соответствовали требованиям НД уже к периоду цветения (июль) по показателю «общая зола», а к периоду плодоношения (август) еще и по содержанию мышьяка, что указывает на высокую загрязненность территории. Средние темпы прироста содержания тяжелых металлов и общей золы в образцах ЛРС, собранных в заповедной зоне, почти в 2 раза ниже, чем для сырья, отобранного на улице города, и в 2,5 раза и более ниже чем для образцов, заготовленных вблизи автомобильной трассы. Изучаемые растения наиболее высокими темпами аккумулируют никель, кобальт и хром.

Среднегодовые изменения содержания тяжелых металлов в ЛРС не превышали $\pm 5\%$, что сопоставимо с ошибкой эксперимента и позволяет судить об устойчивости изучаемых биотопов. Однако более 60% всех рассчитанных значений величины прироста концентрации тяжелых металлов в анализируемом сырье имели положительные значения, причем наибольший положительный прирост концентрации тяжелых металлов наблюдался для ЛРС, собранного вдоль автомобильной трассы М4 (78% рассчитанных значений). Таким образом, есть тенденция к увеличению антропогенного загрязнения данной территории и произрастающих на ней лекарственных растений, что, вероятно, связано с увеличением загруженности автострады.

Результаты определения хлорорганических пестицидов в образцах позволили судить о полном экологическом благополучии исследуемых территорий Воронежа и его окрестностей, а также заготовленного на них ЛРС по отношению к загряз-

Таблица 1

КОЭФФИЦИЕНТЫ РАНГОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ ПОЧВ И ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Лекарственное растительное сырье	Коэффициент ранговой корреляции концентраций								
	Pb	Hg	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Co	As
Трава горца птичьего	0,31	0,62	-0,16	-0,10	-0,02	-0,27	0,19	0,07	0,38
Листья подорожника большого	0,53	0,74	0,41	0,62	-0,04	0,16	0,67	0,41	0,38

нению данными поллютантами: содержание α , β , γ -изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) составляло для всех образцов менее 0,001 мг/кг, а для дихлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ) и его метаболитов – менее 0,007 мг/кг, что соответствует порогу чувствительности газового хроматографа «Цвет 500М».

Полученные показатели удельных активностей радионуклидов в образцах ЛРС и верхних слоях почв позволили судить о радиационной безопасности изучаемых объектов и территорий их отбора: превышения предельно допустимых концентраций цезия-137 и стронция-90 не отмечено (табл. 2).

Можно выделить территории, почвы и растительное сырье с наиболее высокой радиоактивностью, а именно – участки вблизи Нововоронежской АЭС, вдоль линий электропередач (10 км от Нововоронежа), район ТЭЦ. Активность радионуклидов в образцах, отобранных вблизи АЭС, повышена в связи с использованием радиоактивного топлива на электростанции, однако удельная активность для ЛРС почти в 20 раз меньше ПДК, что свидетельствует об эффективности обезвреживания радиоактивных отходов на предприятии. Высокие значения активности стронция-90 и цезия-137 в образцах ЛРС, собранных вдоль ВЛЭ, обусловлены тем, что исследуемая территория находится на расстоянии 10 км от АЭС (ближе всего из рассматриваемых территорий). Высокую радиоактивность сырья, собранного вблизи ТЭЦ, можно объяснить наличием локального радиационного «пятна», образование которого связано с высокой вероятностью выпадения радиоактивных осадков вблизи большого водоема – Воронежского водохранилища, на левом берегу которого и находятся оба предприятия [2].

Рассчитанные коэффициенты накопления (КН) радионуклидов лекарственным сырьем из почв показали большую аккумулирующую способность растений в отношении цезия-137, при этом подорожник большой накапливал в своей надземной части цезий-137 и стронций-90 на 10 и 5% соответственно больше, чем горец птичий. Расчет коэффициентов Спирмена подтвердил, что у подорожника большого аккумулирующая способность в отношении радионуклидов выше, чем у горца птичьего, а цезий-137 накапливался в растениях почти на 20% интенсивнее, чем стронций-90.

Рассчитанные суммы показателя соответствия радиационной безопасности и погрешности его определения для ЛРС не превышали единицы, что свидетельствует о безусловном соответствии всех отобранных образцов травы горца птичьего и листьев подорожника большого критерию радиационной безопасности [2].

Выводы

1. Изучено влияние экологической обстановки на состояние лекарственного растительного сырья в Воронежском регионе на примере травы горца птичьего и листьев подорожника большого.

2. Анализ динамики накопления тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье выявил тенденцию к увеличению антропогенного загрязнения изучаемых территорий и произрастающих на ней лекарственных растений.

3. Результаты определения хлорорганических пестицидов и удельной активности радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) в образцах сырья позволяют говорить об экологическом благополучии исследуемых территорий Воронежа и его окрестностей по этим показателям.

Таблица 2

АКТИВНОСТЬ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90 В ОБРАЗЦАХ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПОЧВ, СОБРАННЫХ В РАЗНЫХ МЕСТАХ

Место отбора образцов	Активность, Бк/кг					
	верхние слои почв		трава горца птичьего		листья подорожника большого	
	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90
Заповедная зона	7,2±2,6	6,8±3,6	4,7±2,3	3,5±2,1	3,2±1,8	1,7±1,2
Вдоль железнодорожных путей	15,9±5,0	8,8±4,1	9,7±3,4	6,4±2,8	10,4±4,7	7,4±4,3
Улица города	17,8±6,3	15,9±4,6	10,3±3,6	5,8±2,9	11,3±4,6	8,1±3,8
Вдоль трассы М4	20,5±4,0	18,6±6,9	10,9±4,7	8,6±4,0	12,4±5,0	9,0±5,1
Вблизи ТЭЦ	28,9±8,9	20,6±6,8	15,3±5,4	9,7±4,1	17,6±5,6	10,3±5,4
Аэропорт	25,2±9,6	19,8±7,9	16,6±6,0	8,7±5,9	16,3±6,5	9,1±5,9
Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук»	18,5±7,4	16,3±4,9	12,5±5,7	8,9±5,6	13,7±5,9	8,9±5,0
Вблизи АЭС	31,8±9,6	21,4±6,8	13,6±6,8	9,6±6,0	18,6±6,3	11,3±6,0
Вдоль водохранилища	10,7±4,9	14,7±5,8	8,7±4,5	4,2±3,9	8,4±4,8	5,4±3,5
Вдоль ВЛЭ	32,8±8,9	29,8±9,0	13,2±6,1	8,4±5,8	17,2±6,0	8,3±6,8

ЛИТЕРАТУРА

1. Гравель И.В. Определение содержания тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье. Фармация, 2008; 7: 3–5.
2. ОФС 42-0011-03 Определение содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье. Стронций-90, цезий-137. Отбор проб, анализ, оценка результатов. Фармация, 2004; 1: 3–12.
3. Правила сбора и сушки лекарственных растений (сборник инструкций). М.: Медицина, 1985; 327.

4. СанПин 2.3.2.1078-01 «Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы». М.: Минздрав России, 2001.

Поступила 4 марта 2014 г.

THE ECOLOGICAL STATUS OF MEDICINAL PLANT RAW MATERIALS IN THE CENTRAL BLACK EARTH AREA

N.A. Dyakova^{1*}, PhD; Professor I.A. Samylina², PhD, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Professor A.I. Slivkin¹, PhD

¹*Voronezh State University, 1, Universitetskaya Sq., Voronezh 394006*

²*I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; 8, Trubetskaya St., Build. 2, Moscow 119991*

SUMMARY

The problem in the provision of Russian medicine with high-quality medicinal plant raw materials is most pressing in higher anthropogenically loaded regions that also include the Voronezh Region situated in Central Russia. The environmental impact on the content of heavy metals, pesticides, and radionuclides was studied using knotweed (*Polygonum aviculare*) herb and great plantain (*Plantago major*) leaves as an example. The investigation revealed an increasing trend for the study areas and medicinal plants growing there to be anthropogenically polluted with heavy metals. The content of organochlorine pesticides and the activity of radionuclides (cesium-137 and strontium-90) were not higher than the maximum allowable levels in the samples of the raw materials, suggesting the favorable environments of the study Voronezh areas and suburbs in terms of these indicators.

Key words: medicinal plant raw materials, knotweed (*Polygonum aviculare*), great plantain (*Plantago major*), heavy metals, pesticides, radionuclides, content.

REFERENCE

1. Gravel I.V. Determination of heavy metals in medicinal vegetative raw material. Farmatsiya, 2008; 7: 3–5 (in Russian).
2. FFS 42-0011-03 Determination of radionuclides in medicinal plant raw materials. Strontium-90, caesium-137. Sampling, analysis, and evaluation of results. Farmatsiya, 2004; 1: 3–12 (in Russian).
3. Collection and drying of medicinal plants (Handbook). Moscow, 1985; 327 (in Russian).
4. Sanitary Standard 2.3.2.1078-01 «Food raw materials and food products. Hygienic safety and nutritional value of food. Sanitary-epidemiological rules and regulations». Moscow, 2001 (in Russian).