

УДК 615.322:574.24

# ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

**ДЬЯКОВА Нина Алексеевна,**

кандидат биологических наук, ассистент кафедры фармацевтической химии  
и фармацевтической технологии фармацевтического факультета,  
Воронежский государственный университет

**САМЫЛИНА Ирина Александровна,**

доктор фармацевтических наук, профессор, член-корреспондент РАМН, зав. кафедрой фармакогнозии  
Первый московский государственный медицинский университет им. Сеченова

**СЛИВКИН Алексей Иванович,**

доктор фармацевтических наук, профессор, зав. кафедрой фармацевтической химии  
и фармацевтической технологии,  
Воронежский государственный университет

**ГАПОНОВ Сергей Петрович,**

доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой зоологии и паразитологии,  
Воронежский государственный университет

**КУКУЕВА Лариса Львовна,**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фармации последипломного образования,  
Воронежский государственный университет

**ВЕЛИКАНОВА Лариса Алексеевна,**

младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела  
ВУНЦ ВВС ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

**АННОТАЦИЯ.** На примере Воронежской области проведена оценка динамики изменения экологического состояния лекарственного растительного сырья (трава горца птичьего и листья подорожника большого) Центрального Черноземья, располагающегося вблизи объектов хозяйственной деятельности человека.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** тяжелые металлы, пестициды, радионуклиды, флавоноиды, водорастворимые полисахариды.

**DYAKOVA N.A.,**

Cand. Biolog. Sci., Assistant of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology  
Voronezh State University

**SAMYLINA I.A.,**

Doc. Pharm. Sci., Corresponding Member of the Russian Academy of Medical Sciences, Chair of the Department  
of Pharmacology First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov

**SLIVKIN A.Y.,**

Doc. Pharm. Sci., Chair of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology  
Voronezh State University

**GAPONOV S.P.,**

Doc. Biolog. Sci., Chair of the Department of Zoology and Parasitology  
Voronezh State University

**KUKUYEVA L.L.,**

Cand. Phys. & Math. Sci., Docent of the Department of Pharmacy in Postgraduate Education  
Voronezh State University

**VELIKANOVA L.A.,**

Junior Researcher of the Research Department  
Air Force Academy named after N.Y. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Military Educational and Scientific Center of the Air Force

**STUDY OF CHANGE DYNAMICS OF CHEMICAL COMPOSITION OF CENTRAL BLACK SOIL  
REGION HERB RESOURCES IN THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC LOAD**

**ABSTRACT.** Change dynamics of an ecological condition of medicinal plant raw materials (knotgrass and leaves of greater plantain), growing near objects of human economic activity in the Central Black Soil Region, have been assessed on the example of the Voronezh region.

**KEY WORDS:** heavy metals, pesticides, radionuclides, flavonoids, water-soluble polysaccharides

**В** настоящее время в медицинской практике России используется свыше 6,5 тыс. лекарственных средств, производимых из лекарст-

венного растительного сырья. Растительные лекарственные средства составляют свыше 30% всех лекарственных препаратов, находящихся на мировом рынке. Все возрастающий интерес к фитопрепаратам обусловлен тем, что в случае рационального применения они сочетают в себе хороший терапевтический эффект с относительной безвредностью. Однако вследствие роста городов, резкого увеличения количества автотранспорта, расширения производственных площадей вероятностью сбора лекарственного растительного сырья населением вблизи источников выброса поллютантов существенно возрастает. И хотя с каждым годом доля культивируемого лекарственного растительного сырья растет, она все еще не превышает 50% от заготавливаемого [1].

Потери сырьевых источников, расположенных на территориях бывших союзных республик, освоение минеральных ресурсов, интенсивные технологии сельского хозяйства, связанные с использованием пестицидов и оказывающие негативное влияние на растительный покров, последствия Чернобыльской трагедии – все эти факторы резко обострили проблему полного обеспечения отечественной медицины и других отраслей растительным сырьем в полном объеме и ассортименте. Особенно это коснулось регионов с повышенной антропогенной активностью, к которым относятся и области Центральной России – Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая [2].

За последние десятилетия здесь интенсивно расплачивали степные участки (Воронежская, Белгородская области), строили крупные промышленные комплексы, которые в настоящее время, хотя и значительно медленнее, но развиваются (Липецкая, Курская, Белгородская области). Действует горнодобывающая промышленность, причем разработки ведутся в основном открытым способом. Общая площадь горного отвода всех железорудных месторождений на полный срок эксплуатации может составить 50000 га, включая территорию Курской, Белгородской и других областей. В результате разработки железной руды на территории Курской магнитной аномалии возникла целая серия открытых антропогенных сообществ. Произошло нарушение и повреждение верхней толщи земной коры, значительно ухудшились санитарно-гигиенические условия жизни и деятельности человека.

Наряду с непосредственным вредным воздействием на среду (разрушение природного ландшафта), открытые разработки оказывают большое косвенное влияние. Изменяется микроклимат территории, что приводит к уменьшению прироста лесных массивов. При выносе на поверхность токсичных пород происходит отекание кислотных вод, вызывающее гибель растительности и загрязнение источников. Открытые разработки полезных ископаемых приводят к уничтожению веками создаваемой почвы и образовавшихся биогеоценозов. Из-за организации осушительных систем действующих карьеров зона нарушенного уровня режима подземных вод достигла к 2000 году примерно 65000 км<sup>2</sup>. Осушение болот в Курской области привело не только к снижению уровня

грунтовых вод, но и к полному уничтожению болотных биоценозов, в составе которых было много ценных лекарственных и пищевых растений [2].

Таким образом, экологические изменения, связанные с антропогенным воздействием на природу, привели к резкому сокращению естественных ресурсов многих ценных лекарственных растений.

На территории Российской Федерации исследования по изучению экологического состояния лекарственного растительного сырья проводились в Кемеровской области и Алтайском крае. Для областей Центрального Черноземья подобные исследования ранее не осуществлялись, что делает их особенно актуальными ввиду высокой плотности населения на указанной территории и преимущественной заготовки лекарственного растительного сырья в Европейской части России.

В связи с этим актуальным является изучение влияния антропогенного воздействия на качественный состав и количественное содержание биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье Центрального Черноземья. Обзор литературы показал, что в рамках данной проблемы работали многие исследователи, однако, даже обобщая полученные ими данные, сложно получить целостное представление о состоянии ресурсов лекарственного растительного сырья в условиях нарастающей антропогенной нагрузки.

Были проведены исследования на примере Воронежской области, при этом для изучения динамики накопления поллютантов и биологически активных веществ были отобраны образцы лекарственного растительного сырья в различных фенологических фазах.

Сбор материала проводили с середины мая до середины августа (с интервалом в один месяц) на трех анализируемых территориях, различных с экологической точки зрения: заповедная зона (экологически чистая территория, выбранная в качестве контроля), улица города (территория, подвергающаяся умеренному антропогенному воздействию), трасса М4 (территория, подвергающаяся сильному антропогенному воздействию). Для изучения изменений содержания поллютантов и биологически активных веществ были рассмотрены результаты определений для образцов, заготавливаемых в течение трех лет (2011–2013). В качестве растительных объектов исследования были использованы подорожник большой (*Plantagomajor* L.), горец птичий (*Polygonumaviculare* L.). Валовое содержание тяжелых металлов в образцах определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе «ААС Квант-2А». Содержание хлороорганических пестицидов выявляли 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». Определение количественного содержания флавоноидов в пересчете на авикулярин проводили методом спектрофотометрии на спектрофотометре «HitachiU-1900» при длине волны 410±2 нм по методике ГФ XI. Выявление количественного содержания водорастворимых полисахаридов (ВРПС)

осуществляли по модифицированной гравиметрической методике [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 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 нормативной документации 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 лекарственных растений, собранных в заповедной зоне, почти в 2 раза ниже, чем для сырья, отобранного на улице города, и более, чем в 2,5 раза ниже, чем для образцов, произраставших вблизи автомобильной трассы. Изучаемые растения наиболее высокими темпами аккумулируют никель, кобальт и хром.

Среднегодовые изменения содержания тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье не превышают  $\pm 5\%$ , что сопоставимо с ошибкой эксперимента и позволяет судить об устойчивости изучаемых биотопов. Однако более 60% всех рассчитанных значений величины прироста концентрации тяжелых металлов в анализируемых растениях имеют положительные значения, причем наибольшее количество положительных приростов концентраций тяжелых металлов наблюдается для лекарственного сырья, собранного вдоль автомобильной трассы М4 (78% рассчитанных значений). Таким образом, видна тенденция к увеличению антропогенного загрязнения этой территории и произрастающих на ней растений, что, вероятно, связано с увеличением загруженности автострады.

Полученные результаты определения хлорорганических пестицидов в образцах позволили судить о полном экологическом благополучии исследуемых

территорий города Воронежа и его окрестностей, а также произрастающего на них лекарственного растительного сырья по отношению к загрязнению данными поллютантами: содержание  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -изомеров ГХЦГ составляло для всех образцов менее 0,001 мг/кг, а для ДДТ и его метаболитов – менее 0,007 мг/кг, что соответствует порогу чувствительности газового хроматографа «Цвет 500 М».

Изменение активности радионуклидов в отобранных образцах за данный период также оказалось незначительно и сопоставимо с допустимой погрешностью эксперимента, что указывает на стабильную радиационную обстановку в Воронежской области.

Изучение динамики накопления суммы флавоноидов в траве горца птичьего показало, что сырье, собранное в заповедной зоне и на улице города, соответствует существующим требованиям нормативной документации по количественному содержанию действующих веществ в течение всего изучаемого периода произрастания, а сырье, собранное вдоль автомобильной трассы, становится неудовлетворительным по данному параметру лишь к фазе плодоношения (рис. 1).

В горце птичьем, собранном в заповедной зоне, наблюдается постепенное увеличение содержания суммы флавоноидов от периода бутонизации до цветения, а максимальное содержание действующих веществ отмечается в период цветения (что полностью соответствует рекомендациям заготовки травы горца птичьего), после чего происходит уменьшение содержания суммы флавоноидов. В сырье, отбираемом с территорий, испытывающих антропогенную нагрузку, максимальное количество биологически активных веществ отмечено в период начала цветения, после чего регистрировалось снижение содержания суммы флавоноидов. Наиболее интенсивное снижение темпов прироста суммы флавоноидов в изучаемых образцах наблюдается в сырье, собранном вдоль автомобильной трассы, о чем свидетельствуют рассчитанные отрицательные значения среднего прироста их содержания.

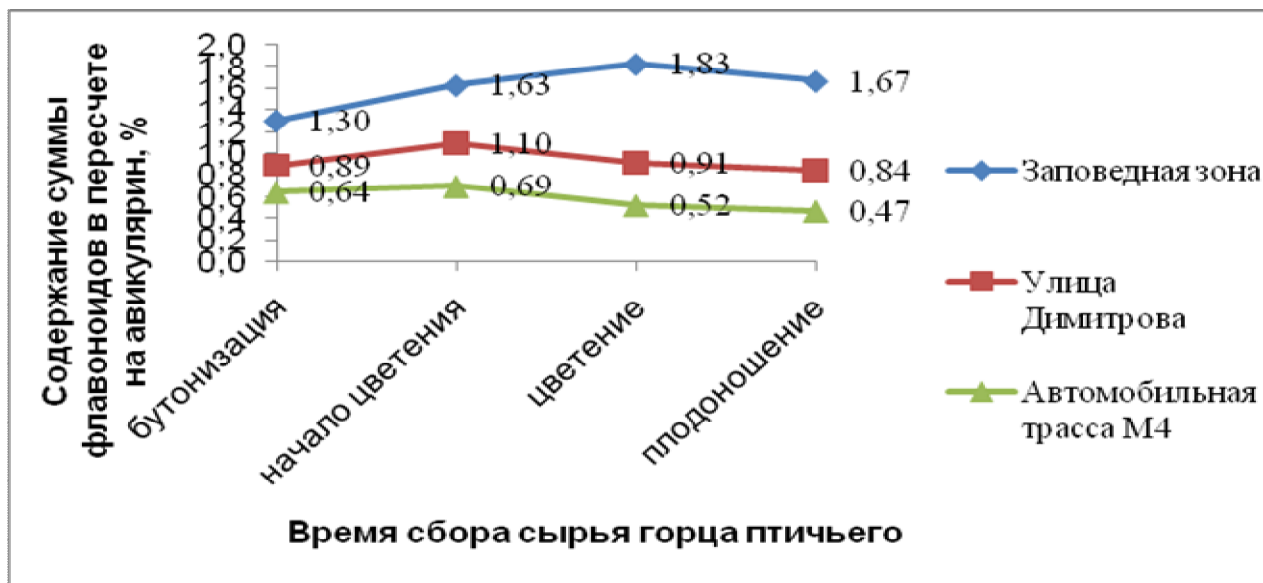


Рис. 1. Динамика изменения содержания суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин в траве горца птичьего в различные фенологические фазы

Колебания содержания суммы флавоноидов в траве горца птичьего, заготавливаемого в разные годы, в среднем не превышают  $\pm 5\%$ , что позволяет судить об устойчивости изучаемых биотопов. Выделяются лишь образцы, собранные вдоль автомобильной трассы, изменения содержания флавоноидов которых четко отрицательны, что строго коррелирует с изменением содержания токсичных элементов.

Изучение динамики накопления действующих веществ в листьях подорожника большого дало результаты, аналогичные полученным для травы горца птичьего: для сырья, собранного в заповедной зоне, наблюдается постепенное увеличение содержания ВРПС от периода бутонизации до цветения, максимальное содержание наблюдается в период цветения, после чего происходит уменьшение содержания ВРПС; а для сырья, отбираемого с территорий, испытывающих антропогенную нагрузку, максимальное количество ВРПС содержится в листьях в период начала цветения, после чего отмечается

некоторое снижение концентрации действующего вещества (рис. 2). Наиболее интенсивное снижение темпов прироста содержания ВРПС в изучаемых образцах наблюдается для сырья, собранного вдоль автомобильной трассы, о чем свидетельствуют отрицательные значения среднего прироста их содержания. Кроме того, к фазе плодоношения эти листья перестают удовлетворять требованиям нормативной документации по численному содержанию действующих веществ. Объяснить это можно двумя причинами. Во-первых, в процессе произрастания происходит постепенная аккумуляция тяжелых металлов, тормозящих биосинтетические процессы в растительном организме, а накопленные к тому моменту органические вещества используются растением для обеспечения собственных физиологических потребностей. Во-вторых, для растений, испытывающих антропогенную нагрузку, раньше, чем для сырья из заповедной зоны, наблюдаются процессы увядания, также стимулируемые поллютантами.

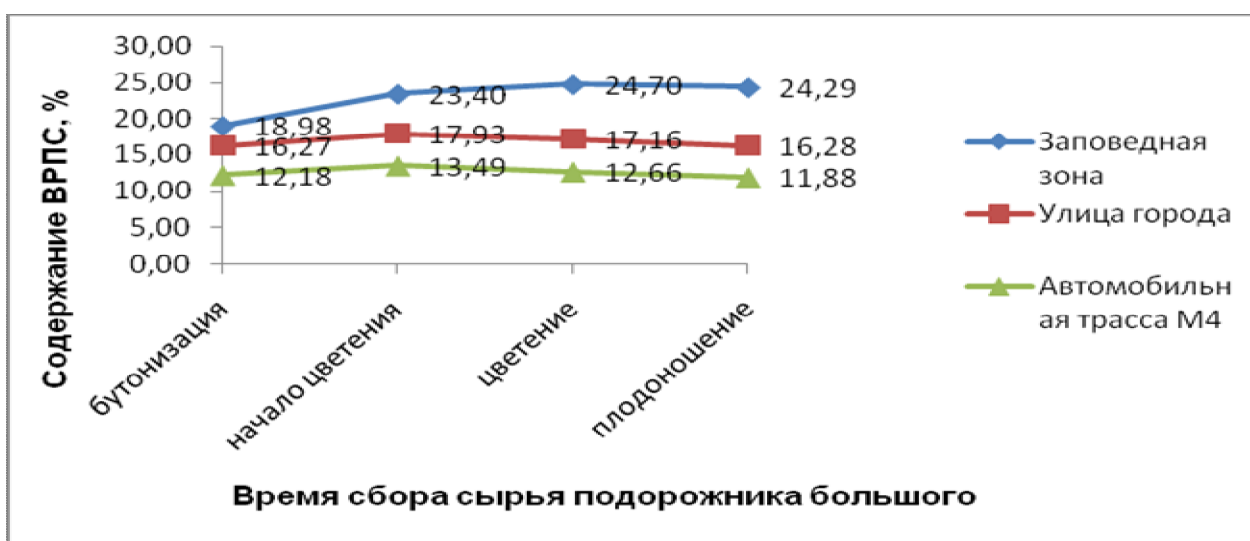


Рис. 2. Динамика изменения содержания ВРПС в листьях подорожника большого в различные фенологические фазы

При изучении изменений содержания ВРПС в листьях подорожника большого, заготавливаемого в разные годы, получены результаты, укладывающиеся в диапазон  $\pm 2\%$ , хотя соответствующие расчеты изменений содержания тяжелых металлов показывали более значительные приросты концентраций в лекарственном растительном сырье токсичных элементов, особенно растений такого места сбора, как автомобильная трасса. Это указывает на экологическую приспособленность подорожника большого к антропогенному воздействию.

Проведенный литературный обзор и исследования позволяют судить о необходимости более подробного изучения почв и лекарственного растительного сырья, собранного в разнообразных в экологическом плане районах Центрального Черноземья (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая области): промышленные предприятия, теплоэлектроцентрали, атомные электро-

станции, железнодорожные пути сообщения, аэропорты, автомобильные трассы, улицы города, высоковольтные линии электропередач, водохранилища крупных городов и в качестве сравнения – заповедная зона. Целесообразным является также расширение списка изучаемых лекарственных растительных объектов. Для продолжения исследований целесообразно, на наш взгляд, выбрать подорожник большой (*Plantago major* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg), пижму обыкновенную (*Tanacetum vulgare* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), пустырник пятилопастной (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) Это наиболее характерные представители как естественных растительных сообществ, так и урбанофлоры и синантропной растительности, заготавливаемые преимущественно от дикорастущего сырья в средней полосе России, в том числе в Центральном Черноземье.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Великанова Н.А. Экологическая оценка состояния лекарственного растительного сырья (на примере *Polygonum aviculare* L. и *Plantago major* L.) в урбоусловиях г. Воронежа и его окрестностей : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Великанова. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2013. – 21 с.
2. Бубенчиков А.А. Система рационального использования лекарственных растительных ресурсов в зоне повышенного антропогенного воздействия в районе Курской магнитной аномалии : дис. ... докт. фарм. наук / А.А. Бубенчиков. – М., 1995. – 108 с.