

УДК 615.322

3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2025.3.23 EDN: MXCFBY

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КОРНЯХ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО СИНАНТРОПНОЙ ФЛОРЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**© Павлова Ю.А.***Воронежский государственный университет, Россия, 394006, Воронеж, Университетская площадь, 1**Резюме*

Цель. Изучить особенности накопления биологически активных веществ, извлекаемых водой, в корнях одуванчика лекарственного синантропной флоры Ростовской области.

Методика. Для проведения исследований было выбрано несколько точек отбора образцов ЛРС в рамках Морозовского района. Выбор территории заготовки обусловлен отсутствием точной информации о накоплении биологически активных веществ в ЛРС в зависимости от удаленности от автомагистралей и железных дорог. Так же дополнительно проводили заготовку корней лопуха обыкновенного в экологически чистых местностях, находящихся вдали от объектов хозяйственного пользования (зоны контроля). Определение содержания суммы экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в отобранных образцах корней одуванчика лекарственного вели по стандартной фармакопейной методике.

Результаты. Полученные значения содержания экстрактивных веществ, извлекаемых водой, показывают наличие прямой зависимости по увеличению содержания исследуемой группы биологически активных веществ при увеличении расстояния от всех исследуемых автомагистралей. При этом в корнях одуванчика лекарственного, заготовленного рядом с промышленным предприятием и на контрольных территориях результаты исследования показывают незначительные отличия, что говорит об отсутствии влияния данного вида антропогенной нагрузки на исследуемую группу биологически активных веществ.

Заключение. В зависимости от разных региональных условий и степени влияния антропогенного воздействия содержание экстрактивных веществ в корнях одуванчика лекарственного варьирует, но говорит о наличии зависимости увеличения содержания экстрактивных веществ при удалении от автомагистралей, а также об общей закономерности индукции и ингибирования биосинтеза биологически активных веществ.

Ключевые слова: Ростовская область, *Taraxacum officinale* F.H.Wigg, одуванчик лекарственный, биологически активные вещества, экстрактивные вещества

STUDY OF PECULIARITIES OF ACCUMULATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN ROOTS OF DANDELION OF MEDICINAL SYNANTHROPIC FLORA OF ROSTOV REGION**Pavlova Yu.A.***Voronezh State University, 1, University Square, 394006, Voronezh, Russia**Abstract*

Objective. The purpose of the study is to study the peculiarities of the accumulation of biologically active substances extracted by water in the roots of the dandelion of the medicinal synanthropic flora of the Rostov region.

Methods. Several sampling points for medicinal plant raw materials within the Morozovsky district were selected for the studies. The choice of harvesting areas is due to the lack of accurate information on the accumulation of biologically active substances in the SRS, depending on the distance from highways and railways. Additionally, the roots of burdock were harvested in environmentally friendly areas located far from commercial facilities (control zones). The content of the total extractive substances extracted with water in the selected samples of dandelion roots was determined according to the standard pharmacopoeial method.

Results. The obtained values of the content of extractive substances extracted by water show the presence of a direct correlation in increasing the content of the studied group of biologically active substances with increasing distance from all the studied highways. At the same time, in the roots of the dandelion harvested near the industrial enterprise and in the control areas the results of the study show little difference, indicating the lack of influence of this type of anthropogenic pressure on the studied group of biologically active substances.

Conclusion. Depending on different regional conditions and the degree of influence of anthropogenic impact, the content of extractive substances in the roots of dandelion varies, but indicates the presence of a relationship between the increase in the content of extractive substances when moving away from highways, as well as the general pattern of induction and inhibition of biosynthesis of biologically active substances.

Keywords: Rostov region, *Taraxacum officinale* F.H.Wigg, medicinal dandelion, biologically active substances, extractive substances

Введение

Современное индустриальное общество признает возрастающее влияние антропогенных факторов в глобальной проблеме загрязнения окружающей среды. Ключевым звеном этого процесса являются экотоксиканты, которые включаясь в биогеохимический круговорот, способствуют убиквитарному распространению патологий неинфекционной этиологии. Наибольшую опасность для окружающей среды и человека представляют пестициды, тяжелые металлы, мышьяк и некоторые радионуклиды. Особая роль в распространении и попадании в организм человека этой группы экотоксикантов принадлежит лекарственному растительному сырью (ЛРС), что связано со специфическими особенностями его заготовки, реализации и потребления. Отдельного внимания заслуживает вопрос влияния экотоксикантов на биосинтез и накопление биологически активных веществ (БАВ) в ЛРС [1, 8, 11].

Очевидно, что с проблемой распространения экотоксикантов сталкиваются практически все регионы нашей страны, но именно субъекты с высоким индексом промышленного производства могут стать репрезентативной площадкой для разработки методологической базы эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС с учетом особенностей и закономерностей накопления в нем не только экотоксикантов, но и БАВ.

В наше время Ростовская область является хорошо индустриально развитым регионом в стране. Учитывая высокий прирост количества автомобильного транспорта и увеличение трафика железнодорожных перевозок в последнее время, в том числе и в Ростовской области, произошло очевидное сокращение площадей естественных экотопов и формирование эдафотипов растений, приспособливающихся к антропогенной нагрузке. Произрастание растений в стрессовых условиях оказывает влияние на активацию синтеза БАВ [2, 4, 6, 14, 18, 19].

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg.) является повсеместно встречающимся в европейской части России, в т.ч. в Ростовской области, травянистым растением. В высоту достигает 30-40 см, имеет маловетвистый стержневой корень (до 50-60 см длиной), в верхней части переходящий в короткое многоглавое корневище. Корни одуванчика лекарственного заготавливаются преимущественно от дикорастущих особей. В ЛРС обнаружены полисахариды (до 40% инулина), моносахариды, фенолкарбоновые кислоты, тритерпеноиды, дубильные вещества, сесквитерпеноиды, жирные масла, стеролы, органические кислоты, каучук, флавоноиды, витамины, а также широкий спектр макро- и микроэлементов [9, 10, 12, 18]. В медицинской и фармацевтической практике чаще всего используют водные настои и отвары из корней, входящие в состав желудочных, желчегонных и аппетитных сборов. Их фармакологическая активность в основном связана с водорастворимыми соединениями, ключевую роль среди которых играют полисахариды (до 30-35%) [12-14, 16, 17].

Цель исследования – изучение накопления экстрактивных веществ (ЭВ), извлекаемых водой, в корнях одуванчика лекарственного синантропной флоры Ростовской области.

Методика

Для проведения исследований было выбрано несколько учетных площадок для заготовки образцов ЛРС в рамках Морозовского района Ростовской области (рис. 1).



Рис. 1. Учетные площадки

Корни одуванчика лекарственного заготавливали в зонах, расположенных вблизи различных транспортных объектов: вдоль федеральной трассы М-21 (IA категория), автомобильной дороги IV категории с низкой загруженностью, а также Северо-Кавказской железной дороги. Для оценки влияния удалённости от источника загрязнения образцы отбирали на расстоянии от 1 до 300 м через каждые 100 м. Учетные площадки выбраны с учётом того, что сведения о закономерностях накопления БАВ в ЛРС вблизи транспортных магистралей практически отсутствуют. Дополнительный сбор проводился рядом с предприятием АО «Астон», являющимся одним из крупнейших переработчиков и экспортёров сельхозпродукции и производителем растительных масел и пищевых ингредиентов. В качестве контрольных образцов были заготовлены корни одуванчика лекарственного, собранные в экологически чистых районах, удалённых от промышленных объектов и дорог.

Сбор и сушку корней одуванчика лекарственного проводили, руководствуясь правилами заготовки ЛРС: осенью (в начале сентября) выкапывали лопатой, отряхивали от земли, отрезали надземную часть, корневища и мелкие корни и сразу же промыли холодной водой. Сушили на чердаке с естественной вентиляцией [12]. Определение содержания ЭВ, извлекаемых водой, в заготовленных образцах корней одуванчика лекарственного вели по стандартной фармакопейной методике [3]. Каждое определение проводили трижды. Полученные в процессе исследований данные статистически обрабатывали с помощью программы «Microsoft Excel» при доверительной вероятности 95%.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные значения содержания ЭВ, извлекаемых водой, в корнях одуванчика лекарственного представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

По результатам исследований 14 из 15 собранных образцов корней одуванчика лекарственного удовлетворяет требованиям ГФ XIV по содержанию ЭВ [3]. Образец, который не является доброкачественным по данному показателю, был заготовлен вдоль трассы М-21 с оживлённым автомобильным движением.

Таблица 1. Содержание ЭВ, извлекаемых водой, в корнях одуванчика лекарственного, заготовленных в Ростовской области, %

Учетная площадка	Расстояние удаленности от дорог, м			
	0	100	200	300
Железнодорожная магистраль	41,9±0,2%	44,8±0,3%	43,8±0,6%	44,2±0,6%
Нескоростная автомобильная дорога (IV категории)	46,0±0,5%	52,6±0,4%	51,2±0,4%	53,7±0,3%
Автомагистраль М-21 (IA категории)	35,7±0,4%	40,8±0,6%	44,2±0,3%	46,0±0,4%
«Астон»			48,4±0,2%	
Контроль 1			55,6±0,2%	
Контроль 2			52,3±0,3%	
Числовой показатель по ФС не менее 40%				

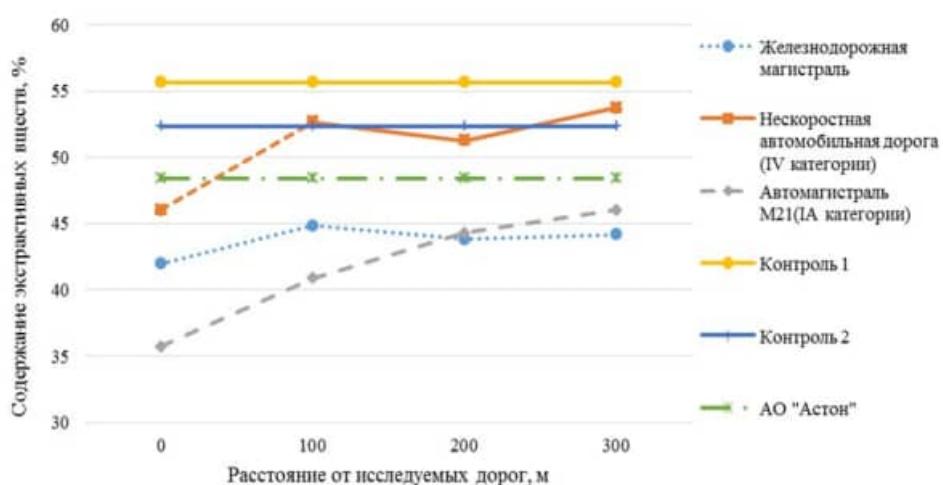


Рис. 2. Содержание ЭВ, извлекаемых водой, в корнях одуванчика лекарственного

Содержание исследуемой группы БАВ меняется в зависимости от места заготовки ЛРС. Содержание ЭВ в корнях одуванчика лекарственного в экологически чистом месте произрастания, где исключена возможность воздействия антропогенных факторов, составило 52,34-55,66%, что почти в 1,5 раза превышает нижнее числовое значение, приведенное в ГФ XIV. Для ЛРС, заготовленного вблизи придорожных зон, содержание ЭВ составило от 35,74% до 53,72%. Один образец ЛРС, собранного вдоль автотрассы с оживленным движением, не соответствует требованиям, установленным ФС, однако остальные значения превышают данный показатель на 1-16%. В целом, наиболее низкая концентрация ЭВ отмечена для образцов, заготовленных вдоль исследуемых автомагистралей. Наблюдается единая закономерность увеличения содержания ЭВ при удалении от данных автомагистралей. При этом накопление БАВ в ЛРС, заготовленном рядом с сельскохозяйственным предприятием, составляет 48,43%, что на 4-7% ниже показателя, полученного в зонах контроля и на 8% выше показателя, установленного ФС. Таким образом, высокая степень антропогенной нагрузки в виде выбросов автотранспорта оказывает отрицательное влияние на накопление водорастворимых БАВ в ЛРС.

Анализ данных, полученных около территории промышленного сельскохозяйственного предприятия АО «Астон», показал, что данный вид антропогенного воздействия на накопление ЭВ в корнях одуванчика лекарственного не влияет. Дополнительно был проведен анализ данных исследований, полученных в Воронежской области в аналогичных местах заготовки корней одуванчика лекарственного. Результаты этих исследований представлены в таблице 2.

Из ЛРС, заготовленного в Воронежской области, 2 образца корней одуванчика лекарственного не удовлетворяют требованиям Государственной Фармакопеи [5, 7]. Данные образцы были заготовлены на расстоянии 0 – 100 метров от автотрассы с оживленным движением (идентичные условия Ростовской области). В образцах, полученных на заповедных территориях (контрольные зоны), содержание ЭВ в 1,5 раза выше порогового значения, установленного Государственной Фармакопеей и, соответственно, примерно такое же, как и в Ростовской области [3].

Таблица 2. Содержание ЭВ, извлекаемых водой, в корнях одуванчика лекарственного, заготовленных в Воронежской области, %

Район сбора	Расстояние удаленности от дорог, м			
	0	100	200	300
Железнодорожная магистраль	46,9±0,2	43,0±0,4	47,6±0,4	45,0±0,4
Нескоростная автомобильная дорога (IV категории)	47,5±0,2	50,5±0,3	46,9±0,3	48,8±0,2
Автомагистраль М-4 (IA категории)	35,7±0,3	37,6±0,3	43,1±0,4	45,8±0,3
ОАО «Минудобрения»		58,7±0,3		
Контроль 1		56,8±0,5		
Контроль 2		62,1±0,2		
Числовой показатель по ФС не менее 40%				

Исследования, проведенные в Воронежской области, показали отсутствие зависимости между увеличением концентрации ЭВ и удаленностью автомобильных дорог. В отличие от Ростовской области подобная корреляция наблюдалась лишь в случае заготовки корней вблизи оживленной трассы М-4 (IA категория). Данный факт можно объяснить различиями в климате, интенсивности транспортного потока и уровне промышленного развития территорий [5, 15]. ЛРС, собранное в районе промышленного предприятия ОАО «Минудобрения», характеризовалось более высоким содержанием исследуемых БАВ по сравнению с образцами из Ростовской области, а также с частью придорожных заготовок. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что антропогенное воздействие промышленных предприятий подобного профиля не оказывает решающего влияния на накопление водорастворимых ЭВ в корнях одуванчика лекарственного.

Заключение

На примере корней одуванчика лекарственного изучены особенности накопления ЭВ, извлекаемых водой, в Ростовской области. При изучении ЛРС была выявлена прямая зависимость увеличения концентрации БАВ при удалении от выбранных автомагистралей. ЛРС, заготовленное вблизи промышленного предприятия, не подвергается активному отрицательному антропогенному воздействию и, соответственно, процесс накопления исследуемой группы БАВ не нарушен. По данным исследованиям можно сделать вывод, что в зависимости от отличий в региональных условиях и степени влияния антропогенного воздействия содержание ЭВ в корнях одуванчика лекарственного варьирует.

Литература (references)

1. Баяндина И.И., Загурская Ю.В. Взаимосвязь вторичного метаболизма и химических элементов в лекарственных растениях // Сибирский медицинский журнал. – 2014. – №8. – С. 107-111. [Bayandina II., Zagurskaya YuV. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*. Siberian Medical Journal. – 2014. №8. – P. 107-111. (In Russ.)]
2. Бокий Г.В. Лекарственная флора г. Ростова-на-Дону // Достижения науки и образования. – 2017. – №7. – С. 5-6. [Bokii G.V. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya*. Achievements of science and education. – 2017. – №7. – P. 5-6. (in Russian)]
3. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 4. – М.: ФЭМБ, 2018. – 1543 с. [*Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiijskoj Federacii. Izdanie XIV, Tom 2*. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV. Volume 4. Moscow: FEMB, 2018. – 1543 p. (in Russian)]
4. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Чупандина Е.Е. и др. Выявление допустимых зон заготовки лекарственного растительного сырья вблизи транспортных магистралей // Химия растительного сырья. – 2020. – №4. – С. 5-13. [D'yakova N.A., Slivkin A.I., Chupandina E.E. i dr. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. Chemistry of plant raw materials. – 2020. – N4. – P. 5-13. (in Russian)]
5. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гапонов С.Н. Особенности накопления биологически активных веществ в корнях одуванчика лекарственного синантропной флоры Воронежской области // Вестник Смоленской государственной медицинской академии – 2020. – №4. – С. 152-157. [D'yakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.N. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2020. – N4. – P. 152-157. (in Russian)]
6. Дьякова Н.А. Изучение минерального комплекса корней лопуха обыкновенного // Вестник Смоленской медицинской академии. – 2022. – №1. – с. 175-180. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2022. – N1. – P. 175-180. (in Russian)]

7. Дьякова Н.А. Изучение минерального комплекса корней одуванчика лекарственного // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2022. – Т.21, №2. – С. 171-186. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2022. – V.21, N2. – P. 171-176. (in Russian)]
8. Дьякова Н.А. Изучение особенностей накопления флавоноидов травой горца птичьего, произрастающей в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области // Вестник Смоленской Государственной Медицинской Академии. – 2020. – №4. – с. 152-157. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2020. – N4. – P. 158-163. (in Russian)]
9. Евстафьев С.Н., Тигунцева Н. П. Биологически активные вещества одуванчика лекарственного Taraxacum Officinale Wigg. // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – Т.1, №6. – С. 18-29. [Evstafiev S.N., Tiguntseva N.P. *Izvestiya VUZov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*. Izvestia Vuzov. Applied Chemistry and Biotechnology. – 2014. – V.1, №6. – P. 18-29. (in Russian)]
10. Кароматов И.Д., Давлатова М. С. Лечебные свойства лекарственного растения одуванчик // Биология и интегративная медицина. – 2018. – №9. – С. 145-164. [Karomatov I.D., Davlatova M.S. *Biologiya i integrativnaya meditsina*. Biology and integrative medicine. – 2018. – №9. – P. 145-164. (in Russian)]
11. Кондратьева Т.А., Исмаилова Р.Н., Выборнова И.Б. Оценка уровня загрязнения экосистемы г. Казань тяжелыми металлами и нефтепродуктами // Вестник Казанского Технологического Университета. – 2013. – Т.16, №3. – С. 171-175. [Kondrat'eva T.A., Ismailova R.N., Vybornova I.B. *Vestnik Kazanskogo Tekhnologicheskogo Universiteta*. Bulletin of Kazan University of Technology. – 2013. – V. 16, № 3. – P. 171-175. (in Russian)]
12. Куркин В.А. Фармакогнозия / А.В. Куркин. – Самара: Офорт, 2004. – 1179. [Kurkin V.A. *Farmakognoziya*. Pharmakognoziya. Samara: Ofort, 2004. – 1179 p. (in Russian)]
13. Лукашов Р.И., Гурина Н. С. Одуванчик лекарственный. Часть 2. Фармакологические свойства // Рецепт. – 2019. – Т.2, №2. – С. 259-265. [Lukashov R.I., Gurina N.S. *Retsept. Prescription*. – 2019. – V.2, N2 – P. 259-265. (in Russian).]
14. Лысоченко А.А. Формирование новой региональной системы стратегического управления в сфере экологии в Ростовской области // РЭиУ. – 2019. – №3 (59). – С. 13-15. [Lysochenko A.A. REiU. REiU. – 2019. – N3 (59). – P. 13-15. (in Russian)]
15. Селиванова Ю.А., Дьякова Н.А., Вервикова А.А. и др. Исследование общего минерального комплекса лекарственного растительного сырья синантропной флоры Ростовской области // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2022. – Т. 21, № 4. – С. 205-210. [Selivanova Yu.A., D'yakova N.A., Vervikina A.A. i dr. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2022. – V.21, N4. – P. 205-210. (in Russian)]
16. Тигунцева Н.П., Каницкая Л.В., Евстафьев С.Н., и др. Пектиновые полисахариды надземной части одуванчика лекарственного Taraxacum Officinale Wigg. // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – Т.4, №9. – С. 61-68. [Tiguntseva N.P., Kanitskaya L.V., Evstaf'ev S.N. i dr. *Izvestiya VUZov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*. Izvestia Vuzov. Applied Chemistry and Biotechnology. – 2014. – V. 4, 9. – P. 61-68. (in Russian)]
17. Dyakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P., et al. Development and validation of an express technique for isolation and quantitative determination of water-soluble polysaccharides from roots of Taraxacum officinale Wigg // Pharmaceutical Chemistry Journal. – 2018. – V.52, 4. – P. 343-346.
18. Loreto F., Schnitzler J.-P. Abiotic stresses and induced BVOCs // Trends in Plant Science. – 2010. – V.15, N3. – P. 154-166.
19. Winkel-Shirley B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress // Current Opinion in Plant Biology. – 2002. – V.5, N3. – P. 218-223.

Информация об авторах

Павлова Юлия Александровна – ассистент кафедры фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: u.a.selivanova@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.01.2025

Принята к печати 25.09.2025