

УДК 615.322+574.24

14.04.02 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2020.4.25

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КОРНЯХ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО СИНАНТРОПНОЙ ФЛОРЫ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

© Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П.

*Воронежский государственный университет, Россия, 394006, Воронеж, Университетская площадь, 1**Резюме*

Цель. Изучить особенности накопления биологически активных веществ в корнях одуванчика лекарственного, заготовленного в агро- и урбобиогеоценозах Воронежской области.

Методика. В рамках проведения исследования в 51 образце корней одуванчика лекарственного определено содержание гравиметрически осаждаемых водорастворимых полисахаридов и экстрактивных веществ, извлекаемых водой.

Результаты. По содержанию экстрактивных веществ, извлекаемых водой, 7 образцов корней одуванчика лекарственного не соответствуют требованиям нормативной документации. Снижено количество экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в образцах корней одуванчика лекарственного, заготовленного под высоковольтными линиями электропередач с высоким напряжением передаваемого тока в Каширском районе Воронежской области, на улице Ленинградская г. Воронежа, вдоль и на расстоянии 100 м от трассы М4 в Рамонском районе, на расстоянии 100 м от трассы А144 в Аннинском районе, а также вдоль сельскохозяйственных полей в Новохоперском и Панинском районах.

Заключение. Выявлено, что образцы с низким содержанием суммы экстрактивных веществ, извлекаемых водой, отличаются также низким уровнем накопления водорастворимых полисахаридов. Аналогичная положительная взаимосвязь заметна и для образцов с высоким содержанием гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов (более 30%): для этих корней одуванчика лекарственного характерно также высокое содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой (на уровне 50-60%). Рассчитанный коэффициент корреляции Пирсона, который составил 0,58, подтвердил наличие положительной заметной взаимосвязи между накоплением в корнях одуванчика лекарственного гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов и суммы экстрактивных веществ, извлекаемых водой.

Ключевые слова: Воронежская область, одуванчик лекарственный, экстрактивные вещества, водорастворимые полисахариды

FEATURES OF ACCUMULATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN ROOTS OF DANDELION OF MEDICINAL SYNANTHROPIC FLORA IN VORONEZH REGION

Dyakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P.

*Voronezh State University, Russia, 394006, Voronezh, University Square, 1**Abstract*

Objective. The purpose of the work is to study the features of the accumulation of biologically active substances in the roots of dandelion of a drug prepared in agro- and urbobiogeocenes of the Voronezh region.

Methods. As part of the study, 51 samples of dandelion roots were determined to contain gravimetrically precipitated water-soluble polysaccharides and extractive substances recovered by water.

Results. According to the content of extractive substances extracted by water, 7 samples of dandelion roots do not meet the requirements of regulatory documentation. The amount of extractive substances extracted by water in samples of dandelion roots prepared in Novokhopersky and Paninsky districts, under high-voltage power lines, on Voronezh street, along and at a distance of 100 m from the M4 route in the Ramonsky district and at a distance of 100 m from the A144 route in the Anninsky district was reduced.

Conclusion. It was found that samples with a low content of the sum of extractive substances extracted by water also differ in the low level of accumulation of water-soluble polysaccharides. A similar positive relationship is noticeable for samples with a high content of gravimetrically determined water-soluble polysaccharides (more than 30%); these roots of the dandelion drug are also characterized by a high content of extractive substances extracted by water (at the level of 50-60%). The calculated Pearson correlation coefficient, which was 0.58, confirmed the presence of a positive noticeable relationship between the accumulation in the roots of dandelion of medicinal gravimetrically determined water-soluble polysaccharides and the sum of extractive substances extracted by water.

Keywords: Voronezh region, medicinal dandelion, extractive substances, water-soluble polysaccharides

Введение

С каждым годом в Российской Федерации расширяется ассортимент лекарственных средств, получаемых из лекарственного растительного сырья. Значительный интерес к фитопрепаратам объясняется их хорошим терапевтическим эффектом и относительной безвредностью. Большая доля заготовок фитосырья расположена в европейской части Российской Федерации, отличающейся значительной плотностью населения, высокой активностью хозяйственной деятельности, развитием транспортных магистралей [1, 4]. В связи с этим увеличивается угроза сбора растительного сырья в экологически неблагоприятных районах, и возрастает актуальность выявления влияния антропогенного загрязнения на химический состав растений [1].

Синантропным видом, сырье которого заготавливается от дикорастущих особей является одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) – многолетнее, повсеместно встречающееся в европейской части России, в частности, в Воронежской области, травянистое растение высотой около 30-40 см с маловетвистым стержневым корнем длиной около 50-60 см, в верхней части переходящим в короткое многоглавое корневище. Корни одуванчика лекарственного издревле используются в медицине в качестве желчегонного, спазмолитического, послабляющего, противоопухолевого, противомикробного, противогрибкового, противовирусного, противопаразитарного, антидиабетического средства, улучшающего аппетит и пищеварение. Широкое применение обусловлено богатым химическим составом данного вида лекарственного растительного сырья, основу которого составляют полисахариды (до 30-40% инулина), моносахариды (фруктоза, глюкоза) тритерпеноиды, сесквитерпеноиды, каучук, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, лактоны (таракосид), дубильные вещества, жирное масло, стеролы, органические кислоты, витамины, макро- и микроэлементы [3]. Корни одуванчика лекарственного применяются в виде настоя, входят в состав желудочных, аппетитных, желчегонных сборов. Таким образом, в медицинской и фармацевтической практике используются водные извлечения из корней одуванчика лекарственного, а фармакологический эффект обусловлен водорастворимыми соединениями, основу которых составляет полисахариды (до 30-35%), что вызвало исследовательский интерес по выявлению особенностей накопления данной группы соединений [5].

Цель работы – изучение особенностей накопления гравиметрически осаждаемых водорастворимых полисахаридов и экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в корнях одуванчика лекарственного, заготовленного в различных агро- и урбобиогеоценозах Воронежской области.

Методика

Выбор территорий для отбора образцов растительного сырья обусловлен особенностями антропогенного воздействия (рис., таб.): химические промышленные предприятия (рис.: 23, 24, 28); теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) (рис.: 27); атомная электростанция (АЭС) (рис.: 8); международный аэропорт им. Петра I (рис.: 30); улица г. Воронежа (ул. Димитрова) (рис.: 31); высоковольтные линии электропередач (ВЛЭ) (рис.: 9); Воронежское водохранилище (рис.: 29); районные центры (г. Борисоглебск (рис.: 25), г. Калач (рис.: 26)); зона месторождения никелевых руд (рис.: 4); районы, находящиеся в зоне радиоактивного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС (рис.: 5-7); сельскохозяйственные угодья с активным применением химизации (рис.: 10-22); фон (для сравнения) – заповедные территории (рис.: 1,2,3)). Также проводили отбор проб вдоль и на удалении 100 м, 200 м, 300 м от дорог разной степени загруженности: лесная зона (рис.: 32-35) – трасса М4, лесостепная зона (рис.: 36-39) – трасса

A144, степная зона (рис.: 40-43) - трасса М4, нескоростная (проселочная) автомобильная дорога с малой интенсивностью движения транспорта (рис.: 44-47) и железная дорога (рис.: 48-51).

Заготовку сырья проводили ранней осенью (сентябрь). Корни одуванчика лекарственного выкапывали, очищали от тонких корней, листьев, стеблей, отмывали от земли, резали на куски, сушили теневым способом до допустимой влажности сырья (не более 14%).

Определение содержания экстрактивных веществ, извлекаемых водой, проводили по стандартной фармакопейной методике [2]. Накопление гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов изучали по экспрессной валидированной и запатентованной методике ультразвуковой экстракции с применением ультразвуковой бани Град 40-35 [5]. Каждое определение проводили трижды. Данные, полученные в ходе исследований, статистически обрабатывали с помощью программы «Microsoft Excel».



Рис. Карта отбора образцов сырья (расшифровка в таблице)

Результаты исследования и их обсуждение

Определяемые показатели содержания биологически активных веществ в корнях одуванчика лекарственного приведены в таблице.

Содержание гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов в корнях одуванчика лекарственного варьировало в диапазоне от 18,52% до 33,10%. Для образцов, собранных на контрольных территориях, характерно накопление водорастворимых полисахаридов на уровне 31,17-33,10%, что несколько выше, чем характерно для образцов агробиоценозов (от 19,64% до 29,60%). Некоторые образцы, отобранные в урбобиоценозах области, содержат водорастворимые полисахариды в значительном количестве (более 30%) (например, корни одуванчика лекарственного, произрастающие вблизи химического предприятия ОАО «Минудобрения» в Россошанском районе, вблизи предприятия машиностроения ООО «Бормаш» в Поворинском районе, на улице г. Калач, вдоль ограждения международного аэропорта Воронеж). Для остальных образцов корней одуванчика лекарственного, заготовленных на урбанизированных территориях, характерно накопление водорастворимых полисахаридов в диапазоне 20-30%. Минимальное накопление водорастворимых полисахаридов отмечено в корнях одуванчика лекарственного, произраставшего под высоковольтными линиями электропередач (18,52%), что, вероятно, указывает на подавление биосинтетических процессов в растительном организме под действием электромагнитного поля.

Таблица 1. Содержание биологически активных веществ в образцах корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg)

№ п/п	Территория сбора	Содержание водорастворимых полисахаридов, %	Содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой, %
1.	Воронежский государственный природный биосферный заповедник им. В. М. Пескова	32,89±0,34	56,75±0,51
2.	Хоперский природный биосферный заповедник (Новохоперский район)	31,17±0,38	59,60±0,34
3.	Хоперский природный биосферный заповедник (Грибановский район)	33,10±0,23	62,09±0,24
4.	с. Елань-Колено	28,59±0,51	53,49±0,17
5.	Нижнедевицкий р-н	29,81±0,26	42,19±0,31
6.	Острогожский р-н	26,47±0,35	57,35±0,20
7.	Семилукский р-н	25,90±0,42	48,64±0,35
8.	г. Нововоронеж	28,43±0,40	57,80±0,16
9.	ВЛЭ (Каширский район)	18,52±0,35	30,62±0,30
10.	Сельскохозяйственные поля Лискинского р-на	23,38±0,25	47,89±0,25
11.	Сельскохозяйственные поля Ольховатского р-на	29,63±0,42	46,07±0,18
12.	Сельскохозяйственные поля Подгоренского р-на	25,72±0,31	52,09±0,31
13.	Сельскохозяйственные поля Петропавловского р-на	23,16±0,37	47,35±0,27
14.	Сельскохозяйственные поля Грибановского р-на	23,53±0,41	52,96±0,16
15.	Сельскохозяйственные поля Хохольского р-на	24,46±0,32	49,64±0,51
16.	Сельскохозяйственные поля Новохоперского р-на	21,74±0,50	33,20±0,27
17.	Сельскохозяйственные поля Репьевского р-на	25,23±0,31	45,10±0,38
18.	Сельскохозяйственные поля Воробьевского р-на	27,31±0,19	47,23±0,17
19.	Сельскохозяйственные поля Панинского р-на	19,64±0,23	32,14±0,31
20.	Сельскохозяйственные поля Верхнехавского р-на	28,29±0,34	46,92±0,26
21.	Сельскохозяйственные поля Эртильского р-на	29,60±0,33	48,02±0,18
22.	Сельскохозяйственные поля Россошанского р-на	21,65±0,25	42,86±0,37
23.	500 м от ОАО «Минудобрения»	30,53±0,46	58,72±0,31
24.	500 м от ООО «Бормаш»	31,53±0,51	52,26±0,41
25.	город Борисоглебск	26,30±0,40	45,92±0,49
26.	город Калач	30,35±0,49	50,31±0,16
27.	500 м от ТЭЦ «ВОГРЭС» (г. Воронеж)	24,78±0,24	44,09±0,39
28.	500 м от ООО «Сибур» (г. Воронеж)	26,76±0,30	40,76±0,40
29.	Побережье Воронежского вдрх.	22,62±0,41	45,86±0,27
30.	Вблизи Воронежского аэропорта им. Петра I	31,42±0,40	49,82±0,51
31.	Улица г. Воронеж (ул. Ленинградская)	25,32±0,32	38,53±0,31
32.	Вдоль трассы М4 (в Рамонском р-не)	28,75±0,31	35,70±0,28
33.	100 м от М4 (в Рамонском р-не)	27,21±0,34	37,56±0,25
34.	200 м от М4 (в Рамонском р-не)	25,64±0,28	43,08±0,41
35.	300 м от М4 (в Рамонском р-не)	25,38±0,44	45,82±0,32
36.	Вдоль трассы А144 (в Аннинском р-не)	26,39±0,40	42,82±0,27
37.	100 м от А144 (в Аннинском р-не)	25,31±0,22	37,97±0,28
38.	200 м от А144 (в Аннинском р-не)	26,11±0,36	41,63±0,19
39.	300 м от А144 (в Аннинском р-не)	26,04±0,52	48,37±0,35

Продолжение таблицы

40.	Вдоль трассы М4 (в Павловском р-не)	25,19±0,35	53,96±0,21
41.	100 м от М4 (в Павловском р-не)	24,50±0,43	44,58±0,25
42.	200 м от М4 (в Павловском р-не)	24,10±0,28	49,63±0,31
43.	300 м от М4 (в Павловском р-не)	24,03±0,30	43,97±0,23
44.	Вдоль нескоростной дороги	25,35±0,43	47,50±0,19
45.	100 м от нескоростной дороги	23,84±0,42	50,51±0,27
46.	200 м от нескоростной дороги	23,65±0,25	46,87±0,30
47.	300 м нескоростной дороги	24,81±0,31	48,82±0,19
48.	Вдоль железной дороги	27,40±0,20	46,93±0,17
49.	100 м от железной дороги	24,84±0,31	42,97±0,35
50.	200 м от железной дороги	25,49±0,42	47,62±0,36
51.	300 м от железной дороги	24,62±0,23	44,96±0,41
Числовой показатель по ФС		-	Не менее 40%

Содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в анализируемых образцах корней одуванчика лекарственного варьирует в диапазоне от 30,62 до 62,09% в зависимости от места сбора. При этом 7 образцов сырья не соответствуют требованиям государственной фармакопеи по данному числовому показателю, установленному в 40%. Так, снижено количество экстрактивных веществ, извлекаемых водой в образцах корней одуванчика лекарственного, собранного под высоковольтными линиями электропередач с высоким напряжением передаваемого тока в Каширском районе Воронежской области, на улице Лениградская г. Воронежа, вдоль и на расстоянии 100 м от трассы М4 в Рамонском районе, на расстоянии 100 м от трассы А144 в Аннинском районе, а также вдоль сельскохозяйственных полей в Новохоперском и Панинском районах. Эти же образцы характеризуются и относительно невысокими значениями содержания суммы гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов. Так, образцы с минимальным накоплением водорастворимых полисахаридов (корни одуванчика лекарственного, заготовленные в Панинском районе и вдоль высоковольтных линий электропередач) отличаются также и минимальным содержанием экстрактивных веществ, извлекаемых водой. Аналогичная положительная корреляция заметна и для образцов с высоким содержанием гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов (более 30%): для этих корней одуванчика лекарственного характерно также высокое содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой (на уровне 50-60%).

Для подтверждения наличия корреляционной зависимости был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона, который составил 0,58, что, согласно шкале Чеддока, говорит о наличии заметной взаимосвязи. Данный факт может объясняться, что при извлечении водорастворимых полисахаридов и для извлечения суммы экстрактивных веществ для данного вида лекарственного растительного сырья используется один растворитель – вода, и при этом водорастворимые полисахариды составляют основную группу веществ, извлекаемых водой из корней одуванчика лекарственного.

Заключение

Проанализирован 51 образец корней одуванчика лекарственного, произрастающего в различных агро- и урбобиогеоценозах Воронежской области, в которых определено содержание гравиметрически осаждаемых водорастворимых полисахаридов и экстрактивных веществ, извлекаемых водой. Семь образцов изучаемого сырья были признаны недоброкачественными по нормируемому числовому показателю содержания суммы экстрактивных веществ, извлекаемых водой (корни одуванчика лекарственного, заготовленные в Новохоперском и Панинском районах, под высоковольтными линиями электропередач, на улице г. Воронежа, вдоль и на удалении 100 м от трассы М4 в Рамонском районе и на удалении 100 м от трассы А144 в Аннинском районе). Выявлено, что образцы с низким содержанием суммы экстрактивных веществ, извлекаемых водой, отличаются также низким уровнем накопления водорастворимых полисахаридов. Аналогичная положительная взаимосвязь заметна и для образцов с высоким содержанием гравиметрически

определяемых водорастворимых полисахаридов (более 30%): для этих корней одуванчика лекарственного характерно также высокое содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой (на уровне 50-60%). Рассчитанный коэффициент корреляции Пирсона, который составил 0,58, подтвердил наличие положительной заметной взаимосвязи между накоплением в корнях одуванчика лекарственного гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов и суммы экстрактивных веществ, извлекаемых водой.

Литература (references)

1. Великанова Н.А. Экологическая оценка состояния лекарственного растительного сырья (на примере *Polygonum aviculare* L. и *Plantago major* L.) в урбоусловиях города Воронежа и его окрестностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Великанова. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2013. – 21 с. [Velikanova N.A. *Ekologicheskaya ocenka sostoyaniya lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya (na primere Polygonum aviculare L. i Plantago major L.) v urbousloviyah goroda Voronezha i ego okrestnostej*. Ecological assessment of the state of medicinal plant raw materials (on the example of *Polygonum aviculare* L. and *Plantago major* L.) in the urban conditions of the city of Voronezh and its surroundings. Voronezh, 2013. - 21 p. (in Russian)]
2. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 4. – М.: ФЭМБ, 2018. – 1883 с. [*Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. Izdanie XIV, Tom 4*. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV. Volume 4. Moscow: FEMB, 2018. – 1883 p. (in Russian)]
3. Куркин В.А. Фармакогнозия / А.В. Куркин. – Самара: Офорт, 2004. – 1179. [Kurkin V.A. *Farmakognoziya*. *Pharmakognoziya*. Samara: Ofort, 2004. – 1179 p. (in Russian)]
4. Dyakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P., Myndra A.A., Samylina I.A. Analysis of the relationship between the accumulation of pollutants and principal groups of biologically active substances in medicinal plant raw materials using knotweed (*Polygonum aviculare* L.) and broadleaf plantain (*Plantago major* L.) leaves as examples // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. – 2015. – V. 49, N6. – P. 384-387.
5. Dyakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P., Myndra A.A., Shushunova T.G., Samylina I.A. 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, N4. – P. 343-346.

Информация об авторах

Дьякова Нина Алексеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: Ninochka_V89@mail.ru.

Сливкин Алексей Иванович – доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru.

Гапонов Сергей Петрович – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоологии и паразитологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: gaponov2003@mail.ru.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.