



УДК 615.322:612.396.1

**ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕВОДНОГО СОСТАВА ТРАВЫ  
TARAXACUM OFFICINALE WIGG****RESEARCH OF CARBOHYDRATE COMPOSITION OF HERB  
OF TARAXACUM OFFICINALE WIGG****Л.М. Федосеева, Д.А. Лозовицкий  
L.M. Fedoseyeva, D.A. Lozovicky**Алтайский государственный медицинский университет,  
Россия, 656054, г. Барнаул, проспект Ленина, 40

Altai State Medicine University, Russia, 656054, Barnaul, Lenina Av., 40

E-mail: d.loz@inbox.ru

Аннотация. В работе приводятся результаты исследования углеводного состава травы *Taraxacum officinale*, также изучен моносахаридный состав настоя, отвара и сухого экстракта методом ГЖХ. Наибольший выход углеводов наблюдается в фазу цветения (24.74%), а накопление водорастворимых и пектиновых веществ (в % от общей суммы углеводов) характерно для сырья, собранного в фазу бутонизации – 60.86% и 18.14% соответственно. Содержание водорастворимых соединений в различных лекарственных формах составило в настое – 12.37%, в отваре – 20.64%. В сухом экстракте, полученном из водного извлечения, содержание водорастворимых соединений составило 26.64%. В составе водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ доминирующим моносахаридом является глюкоза. Вторую заметную группу по содержанию образуют фруктоза и арабиноза. Содержание глюкуроновых кислот во фракции ВРПС составило от 14.67% до 18.57%, а в ПВ – 48.84%. Достаточно высокое содержание углеводов в различных экстенпоральных лекарственных формах (до 12.37% в настое, до 20.64% в отваре) может иметь практическое значение и делает рациональным проведение фармакологических исследований.

Resume. In this paper we provide results of the research of carbohydrate composition of *Taraxacum officinale* herb, additionally we have studied monosaccharide composition of infusion, decoction and dry extract by the gas-liquid chromatography. The highest yield was achieved in the flowering phase, while higher accumulation of water-soluble compounds and pectins (in % from total amount of carbohydrates) was observed in raw material collected in budding phase – 60.86% and 18.14% accordingly. The amount of water-soluble compounds in different dosage forms was: in infusion – 12.37%, in decoction – 20.64%. In dry extract, obtained by extraction with hot water, the amount of water-soluble compounds was 26.64%. Glucose is the dominant monosaccharide in the composition of water-soluble polysaccharides and pectins. The second significant group of monosaccharides consists of fructose and arabinose. The amount of glucuronic acids in water-soluble polysaccharides fraction ranged from 14.67% to 18.57%, and in pectins fraction it was 48.84%. The high amount of carbohydrates in different extemporaneous dosage forms (12.37% in infusion, 20.64% in decoction) may be of practical value and it is advisable to conduct pharmacological research.

Ключевые слова: одуванчик лекарственный, *Taraxacum officinale*, трава, углеводы, водорастворимые полисахариды, моносахариды, газовая хроматография.

Keywords: dandelion, *Taraxacum officinale*, herb, carbohydrates, water-soluble polysaccharides, monosaccharides, gas-liquid chromatography.

**Введение**

Одуванчик лекарственный – *Taraxacum officinale* Wigg. Содержит в своем составе различные группы БАВ: витамины, каротиноиды, тритерпеновые соединения, дубильные вещества, инулин, сконцентрированный преимущественно в корнях, а также эфирные масла, хлорофилл, фенольные соединения, макро- и микроэлементы, в большей степени накапливающиеся в надземной части [Тигунцева, 2011; Азнагулова, 2016].

Основанием для углубленного изучения углеводного состава послужили многочисленные исследования, по результатам которых полисахариды, будучи сопутствующими веществами, все-таки рассматриваются как весьма важная группа, обеспечивающая широкий спектр фармакологической активности, что позволяет их использовать для лечения социально значимых заболеваний.

В частности из литературных данных известно, что полисахариды, в том числе одуванчика лекарственного, повышают неспецифическую сопротивляемость организма, активируя клеточные и гуморальные механизмы противоопухолевой защиты [Леонова, 2001], а в результате исследований, проведенных Разиной [2006], установлено, что водорастворимые полисахариды одуванчика лекарственного усиливают ингибирующее влияние циклофосфана на первичную опухоль. Определенный вклад в антибластомное действие вносит также инулин, входящий в состав одуванчика. В экспериментах на животных показана ингибция роста трансплантированных опухолей под его влиянием [Tareq H.S. et al., 1997; 1998].

Таким образом, в контексте приведенных сведений, изучение углеводного состава травы одуванчика лекарственного и различных лекарственных форм на основе данного сырья является актуальными и перспективным.

### Объекты и методы исследования

Для исследования использовали по 50.0 г воздушно-сухих надземных частей одуванчика лекарственного, заготовленных от дикорастущих растений, произрастающих в Алтайском крае в период 2013–2016 гг. по фазам вегетации (бутонизация, цветение и плодоношение). Образцы сырья предварительно измельчали до размера частиц, проходящих через сито с отверстиями 5 мм и не проходящих через сито с отверстиями 0.18 мм.

Полисахариды выделяли по методу Н.К. Кочеткова и М. Sinner последовательно в виде четырех фракций: 1) спирторастворимые углеводы, состоящие из моно- олигосахаридов, инулина, свободных сахаров экстрагировали кипящим 82% спиртом этиловым дважды; 2) водорастворимые полисахариды, состоящие, главным образом, из нейтральных моносахаридов, экстрагировали водой трижды (соотношение гидромодуля 1:10; 1:5; 1:2 соответственно) при комнатной температуре (ВРПС–Х) и дважды на водяной бане при постоянном перемешивании (ВРПС–Г); 3) пектиновые вещества (ПВ), представленные остатками урсонных кислот, экстрагировали смесью 0.5% растворов щавелевой кислоты и аммония оксалата (1:1) (соотношение гидромодуля 1:5, 1:4 и 1:2 соответственно) на водяной бане в течение 3 ч; 4) гемицеллюлозы (ГЦ) – растительные волокна получили в результате двойной экстракции четырех- и трехкратным объемом 10% раствора натрия гидроксида, затем 18% раствором натрия гидроксида в присутствии 4% раствора борной кислоты при температуре 20°C, перемешивая на магнитной мешалке в течение 12 ч [Орловская, 2011].

Из травы одуванчика лекарственного, заготовленного в фазу цветения, готовили настой и отвар в соответствии с ОФС 1.4.1.0018.15 ГФ XIII издания [ГФ XIII, т. 2], а также экстракт, полученный методом реперколяции горячей водой очищенной.

Полученные водные извлечения и фракции углеводов упаривали в вакууме на роторном испарителе при 40°C до 30 мл, осаждали спиртом этиловым (1:3), осадок отфильтровывали, промывали спиртом, обезвоживали ацетоном и высушивали до постоянной массы.

Гидролиз ВРПС проводили 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в течение 10 ч, ПВ и ГЦ – 24 ч в запаянных ампулах на кипящей водяной бане.

Качественный и количественный состав моносахаридов определяли в виде альдонитрилов ацетатов. Газожидкостный анализ (ГЖХ) проводили в соответствии с ОФС 1.2.1.2.0004.15 [ГФ XIII, т. 1] на хроматографе Chrom–5 с пламенно-ионизационным детектором, колонка стеклянная (150×0.3 см), 5% Silicone XE–60 на хроматоне NAW 0.200–0.250 мм, температура термостата – 210°C, температура детектора – 280°C, газ-носитель – азот, скорость газа 60 мл/мин, проба 1 мкл [Орловская и др., 2007].

Количественное содержание урсонных кислот определяли методом спектрофотометрии по реакции взаимодействия с карбазолом в сернокислой среде [Филиппов и др., 1976].

ИК-спектры пектиновых веществ снимали на ИК-спектрофотометре фирмы «Perkim-Elmer model 2000» в интервале волновых чисел 4000–500 см<sup>-1</sup> в таблетках с калия бромидом (или суспензии с вазелиновым маслом) [Жбанков, 1972] в соответствии с требованиями ОФС 1.2.1.1.002.15 [ГФ XIII, т. 1].

### Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что надземная часть одуванчика лекарственного характеризуется относительно высоким содержанием углеводов, наиболее значи-

тельное их количество наблюдается в фазу цветения – 24.74% (табл. 1). Доминантной во всех фазах вегетации является фракция водорастворимых соединений от 12.46% до 14.95%. При этом, несмотря на то, что наибольший выход углеводов наблюдается в фазу цветения, наибольшая доля водорастворимых и пектиновых веществ (в % от общей суммы углеводов) характерна для сырья, собранного в фазу бутонизации – 60.86% и 18.14% соответственно.

Таблица 1  
Table 1

Содержание углеводных фракций в траве *Taraxacum officinale*  
The content of the carbohydrate fraction in the herb of *Taraxacum officinale*

Фаза вегетации	Содержание, %					Общая сумма углеводов
	СРС	ВРПС-Х	ВРПС-Г	ПВ	ГЦ	
Бутонизация	3.64±0.95	3.24±0.42	10.35±1.38	4.05±0.85	1.05±0.24	22.33
Цветение	4.32±1.20	3.31±0.81	11.64±2.07	4.23±1.34	1.24±0.31	24.74
Плодоношение	3.41±0.67	2.82±0.32	9.64±1.94	3.54±1.08	2.84±0.70	22.25

Содержание водорастворимых соединений в различных лекарственных формах, приготовленных из травы одуванчика лекарственного, заготовленной в фазу бутонизации, составило: в настое – 12.37±2.08%, в отваре – 20.64±2.94%. В сухом экстракте содержание водорастворимых соединений составило 26.64±3.87%.

Результаты исследования методом ИК-спектроскопии (рис. 1) свидетельствуют о наличии остатков галактуроновой кислоты.

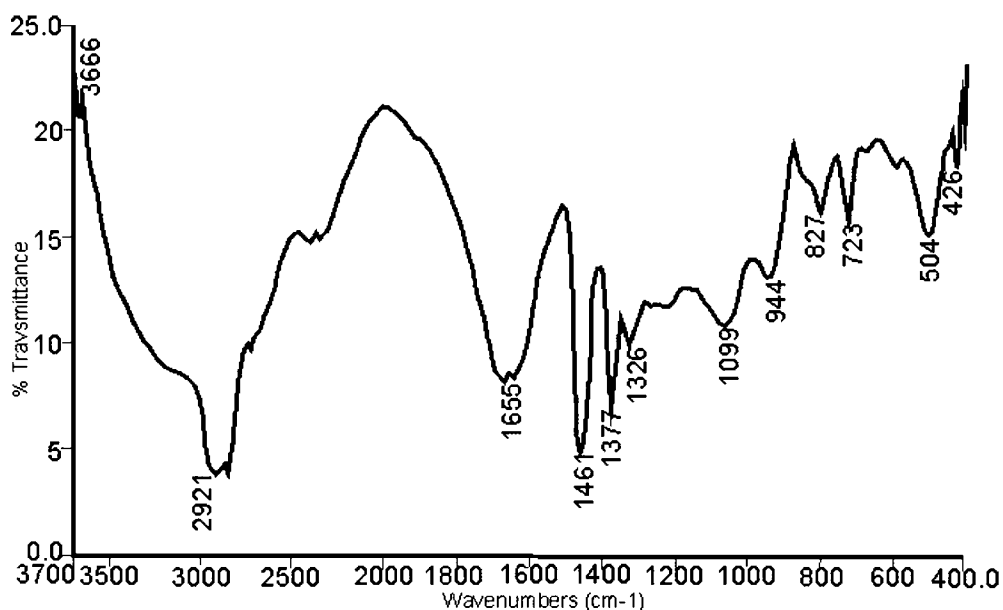


Рис. 1 ИК спектр пектиновых веществ травы *Taraxacum officinale*  
Fig. 1 IR spectrum of pectins of herb of *Taraxacum officinale*

Полученные ИК-спектры фракций содержат характерные для пектиновых веществ полосы поглощения: широкая полоса поглощения с максимумом при 3666 см<sup>-1</sup>, характерная для ОН-групп, ассоциированных внутримолекулярными водородными связями; полосы поглощения при 1326 и 1377 см<sup>-1</sup>, характерные для деформационных колебаний скелета молекул С–СН и С–ОН связей, а 1068 см<sup>-1</sup> обусловлены валентными и деформационными колебаниями гидроксильных групп пиранозного цикла; при 827 см<sup>-1</sup> – указывает на валентные колебания СО α-гликозидной связи; поглощение при 1655 см<sup>-1</sup> вызвано валентными колебаниями в группах RCOO<sup>-</sup>. Полоса поглощения при 1099 см<sup>-1</sup> свидетельствует о наличии простых эфирных связей в пиранозных кольцах.

Результаты исследования полисахаридных фракций методом ГЖХ после кислотного гидролиза представлены в таблице 2.



Таблица 2  
Table 2

**Моносахаридный состав углеводных фракций**  
**Monosaccharide composition of carbohydrate fractions**

Фракции углеводов	Соотношение моносахаридных остатков*, %						
	Rha	Xyl	Ara	Man	Gal	Glc	Fru
Надземная часть							
СРС	–	–	сл.	–	сл.	0.8	2.6
ВРПС-Х	–	0.3	1.4	сл.	сл.	12.8	1.3
ВРПС-Г	1.1	0.8	5.7	0.1	1.6	21.3	2.5
ПВ	–	сл.	1.6	0.1	1.1	15.4	1.1
ГЦ	–	3.2	1.3	сл.	0.5	1.2	–
Настой							
ВРПС	–	0.2	0.8	сл.	0.5	10.3	1.2
Отвар							
ВРПС	0.1	0.8	4.5	0.1	1.1	18.9	1.9
Сухой экстракт							
ВРПС	1.0	0.9	5.9	0.3	1.8	28.6	2.8

Примечание: \* «сл.» – следовые количества; «–» – отсутствие сахара; Rha – рамноза; Xyl – ксилоза; Ara – арабиноза; Man – манноза; Glc – глюкоза; Gal – галактоза; Fru – фруктоза

В составе водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ доминирующим моносахаридом является глюкоза. Высокое содержание глюкозы по-видимому связано с присутствием в полисахаридах глюкана, так как крахмал не обнаружен в результате реакции с йодом. Вторую заметную группу по содержанию образуют фруктоза и арабиноза. С учетом количественного соотношения моносахаридов ВРПС и ПВ относятся к глюкоарабанам.

Содержание глюкуроновых кислот во фракции ВРПС составило от 14.67% до 18.57%, а в ПВ – 48.84%.

**Заключение**

В результате проведенных исследований установлено, что надземная часть одуванчика лекарственного характеризуется относительно высоким содержанием углеводов, наиболее значительное их количество наблюдается в фазу цветения – 24.74% (табл. 1). Доминантной во всех фазах вегетации является фракция водорастворимых соединений от 12.46% до 14.95%. При этом, несмотря на то, что наибольший выход углеводов наблюдается в фазу цветения, наибольшая доля водорастворимых и пектиновых веществ (в % от общей суммы углеводов) характерна для сырья, собранного в фазу бутонизации – 60.86% и 18.14% соответственно.

Результаты исследования методом ИК-спектроскопии (рис. 1) свидетельствуют о наличии остатков галактуроновой кислоты. Согласно данным ГЖХ (табл. 2), в составе водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ доминирующим моносахаридом является глюкоза. Вторую заметную группу по содержанию образуют фруктоза и арабиноза. Содержание глюкуроновых кислот во фракции ВРПС составило от 14.67% до 18.57%, а в ПВ – 48.84%.

Установленное содержание водорастворимых полисахаридов предопределяет возможные оптимальные пути использования травы одуванчика лекарственного.

**Список литературы**  
**References**

1. Азнагулова А.В. 2016. Фармакогностическое исследование одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.). Автореф. дис. ... канд. фармац. наук. Самара, 23.  
Aznagulova A.V. 2016. Farmakognosticheskoe izuchenie oduvanchika lekarstvennogo (*Taraxacum officinale* Wigg.). [Pharmacognostic study of dandelion (*Taraxacum officinale* Wigg.).] Avtoref. dis. ... kand. farmac. nauk. Samara, 23. (in Russian)
2. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIII изд. 2015. М., т. 1.  
Gosudarstvennaja farmakopeja Rossijskoj Federacii [State pharmacopoeia of Russian Federation]. XIII izd. 2015. M., t. 1. (in Russian)



3. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIII изд. 2015. М., т. 2.  
Gosudarstvennaja farmakopeja Rossijskoj Federacii [State pharmacopoeia of Russian Federation]. XIII izd. 2015. M., t. 2. (in Russian)
4. Жбанков Р.Г. 1972. Инфракрасные спектры и структура углеводов. Минск, Наука и техника: 456.  
Zhbankov R.G. 1972. Infrakrasnye spektry i struktura uglevodov [Infrared spectra and structure of carbohydrates]. Minsk, Nauka i tehnika: 456. (in Russian)
5. Леонова Н.С. 2001. Система иммунитета и влияние на нее биологически активных веществ растений. Новая Аптека, 2: 21.  
Leonova N.S. 2001. Sistema immuniteta i vlijanie na nee biologicheski aktivnyh veshhestv rastenij [Immune system and the influence of biologically active plant substances]. Novaja Apteka, 2: 21. (in Russian)
6. Орловская Т.В. Фармакогностическое исследование некоторых культивируемых растений с целью расширения их использования в фармации. Дис. ... докт. фармац. наук. Пятигорск: 71–74.  
Orlovskaja T.V. Farmakognosticheskoe issledovanie nekotoryh kul'tiviruemyh rastenij s cel'ju rasshirenija ih ispol'zovanija v farmacii. [Pharmacognostic study of some cultivated plants in order to increase their use in pharmacy.] Abstract. dis. ... doctor pharm. sciences. Pyatigorsk: 71–74. (in Russian)
7. Орловская Т.В., Лунева И.Л., Челомбитько В.А. 2007. Изучение углеводов *Cynara scolymus*. Химия природ. соединений, 1: 89–90.  
Orlovskaja T.V., Luneva I.L., Chelombit'ko V.A. 2007. Izuchenie uglevodov *Cynara scolymus* [Study of carbohydrates of *Cynara scolymus*]. Himija prirod. soedinenij, 1: 89–90. (in Russian)
8. Разина Т.Г. Фитопрепараты и биологически активные вещества лекарственных растений в комплексной терапии злокачественных новообразований. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Томск, 47 с.  
Rasina T.G. Fitopreparaty i biologicheski aktivnye veshhestva lekarstvennyh rastenij v kompleksnoj terapii zlokachestvennyh novoobrazovanij. [Herbal medicines and biologically active substances of medicinal plants in the complex therapy of malignant tumors.] Abstract. dis. ... doctor biol. sciences. Tomsk, 47. (in Russian)
9. Тигунцева Н.П. 2014. Методы выделения и состав биологически активных веществ одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg. Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Иркутск, 18 с.  
Tiguntseva N.P. 2014. Metody vydelenija i sostav biologicheski aktivnyh veshhestv oduvanchika lekarstvennogo *Taraxacum officinale* Wigg. [Methods of isolation and structure of biologically active substances of dandelion *Taraxacum officinale* Wigg.]. Abstract. dis. ... cand. chem. sciences. Irkutsk, 18. (in Russian)
10. Филиппов М.П., Власьева Т.В., Кузьминов В.И., Дзюба Н.П., Чушенко В.Н., Саянова В.В. 1976. Зависимость колориметрической реакции галактуроновой кислоты и нейтральных моносахаридов с карбазолом от условий ее проведения. Изв. АН Молд.ССР: Сер. биол. и хим. наук, 1: 75–86.  
Filippov M.P., Vlas'eva T.V., Kuz'minov V.I., Dzijuba N.P., Chushenko V.N., Sajanova V.V. 1976. Zavisimost' kolorimetrichejskoj reakcii galakturonovoj kisloty i nejtral'nyh monosaharidov s karbazolom ot uslovij ee provedenija [The dependence of the colorimetric reaction of galacturonic acid and neutral monosaccharides with carbazole on the reaction conditions]. Izv. AN MSSR: Ser. biol. i him. nauk, 1: 75–86. (in Russian)
11. Taper H.S., Delzenne N.M., Roberfroid M.B. 1997. Growth inhibition of transplantable mouse tumors by non-digestible carbohydrates. Int. J. Cancer, 71(6): 109–1112.  
Taper H.S., Lemort C., Roberfroid M.B. 1998. Inhibition effect of dietary inulin and oligofructose on the growth of transplantable mouse tumor. Anticancer Res, 18(6A): 4123–4126.