

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ, ФАРМАКОГНОЗИЯ / PHARMACEUTICAL CHEMISTRY,
PHARMACOGNOSY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.53>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ПОЛИСАХАРИДОВ КОРНЕЙ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО *TARAXACUM OFFICINALE WIGG.*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

Научная статья

Сущенко А.О.¹, Компанцева Е.В.², Масловская Е.А.³, Дементьева Т.М.^{4,*}

¹ORCID : 0000-0003-1957-0508;

³ORCID : 0000-0003-2041-0421;

⁴ORCID : 0000-0002-7332-0094;

^{1, 2, 3}Пятигорский медико-фармацевтический институт- филиал ВолгГМУ, Пятигорск, Российская Федерация

⁴Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (tmdementeva[at]mail.ru)

Аннотация

Проведено определение суммы водорастворимых полисахаридов в корнях одуванчика лекарственного, произрастающего в окрестностях г. Пятигорска и собранных в весенний и осенний периоды вегетации растения. При помощи спектрофотометрических и гравиметрической методик показано, что сумма водорастворимых полисахаридов в исследуемых образцах, собранных в осенний период достигает 38%, что значительно выше ее содержания в корнях, собранных в весенний период (9-19%). Анализ методик показал, что с помощью стадии удаления спирторастворимых углеводов можно получить более объектные результаты содержания водорастворимых полисахаридов и в частности инулина в сырье одуванчика лекарственного. Гравиметрическая методика менее многостадийна и трудоемка по сравнению со спектрофотометрической методикой.

Ключевые слова: корни одуванчика лекарственного, инулин, полисахариды, спектрофотометрия, гравиметрия.

DETERMINATION OF THE POLYSACCHARIDE SUM OF THE ROOTS OF *TARAXACUM OFFICINALE WIGG.*
GROWING IN THE NORTH CAUCASUS

Research article

Sushchenko A.O.¹, Kompantseva Y.V.², Maslovskaya Y.A.³, Dement'eva T.M.^{4,*}

¹ORCID : 0000-0003-1957-0508;

³ORCID : 0000-0003-2041-0421;

⁴ORCID : 0000-0002-7332-0094;

^{1, 2, 3}Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - branch of VolgSMU, Pyatigorsk, Russian Federation

⁴Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation

* Corresponding author (tmdementeva[at]mail.ru)

Abstract

Determination of the amount of water-soluble polysaccharides in the roots of *Taraxacum officinale* growing in the vicinity of Pyatigorsk, collected in the spring and fall periods of vegetation was conducted. Using spectrophotometric and gravimetric techniques showed that the amount of water-soluble polysaccharides in the studied samples collected in the fall period reaches 38%, which is significantly higher than its content in the roots collected in the spring period (9-19%). Analysis of the techniques revealed that it is possible to get more objective results of the content of water-soluble polysaccharides and inulin in raw materials of *Taraxacum officinale* with the stage of removal of alcohol-soluble carbohydrates. Gravimetric technique is less multistage and time-consuming compared to spectrophotometric technique.

Keywords: *Taraxacum officinale* roots, inulin, polysaccharides, spectrophotometry, gravimetry.

Введение

При использовании инулина, сложного полисахарида, относящегося к фруктозам, снижается уровень глюкозы в крови у больных сахарным диабетом, уровень холестерина, триглицеридов и фосфолипидов крови, улучшается обмен липидов, выводятся из организма различные токсины [1], [2]. В связи с постоянно возрастающим уровнем заболеваемости сахарным диабетом, в настоящее время увеличивается спрос на природные источники инулина [3]. Известно, что корни одуванчика лекарственного содержат большое количество водорастворимых углеводов, представленных моно- и олигосахаридами, инулином, полифруктанами, пектиновыми полисахаридами, крахмалом и целлюлозой [2]. Кроме полисахаридов из корней одуванчика лекарственного выделены свободные моносахариды, доминирующим моносахаридом при этом является фруктоза [1], [2]. На примере определения суммарного выхода водорастворимых полисахаридов корней одуванчика, произрастающего в Иркутской области, показано, что в пересчете на абсолютно сухую массу он может достигать 65,2%. При помощи ЯМР спектроскопии и ГХ-МС после кислотного гидролиза определено, что в состав исследуемых полисахаридов одуванчика лекарственного входят в основном такие моносахариды как арабиноза, ксилоза, галактоза и глюкоза. Содержание глюкозы при этом находится в пределах 70 % от суммы моносахаридов что можно объяснить присутствием в составе фракции в качестве основных компонентов глюкана и/или фруктанов, гидролиз которых сопровождается изомеризацией фруктозы в глюкозу [4]. Н.П. Тигунцевой в корнях одуванчика лекарственного, собранного до цветения растения в Иркутской области, найдено

44% инулина [5]. Содержание инулина в корнях одуванчика может колебаться в зависимости от фазы вегетации и территории произрастания, а именно от 2% до 16% весной и до 25 - 40% осенью [1], [3], [6], [8]. Найдено, что торговые образцы корней одуванчика содержат около 35% водорастворимых полисахаридов и до 10% спирторастворимых углеводов [9]. Литвиненко В.И. и Бубенчиковой В.Н. из корней одуванчика препаративно выделено до 40% инулина [10].

Для определения полисахаридов, в том числе и инулина, почти во всех исследованиях применялся метод спектрофотометрии, в основе которого лежит цветная реакция взаимодействия фруктозы (образуется при гидролизе инулина) с резорцином в кислой среде [1], [5], [9], [11]. Однако, фруктозосодержащие соединения обнаружены в составе свободных углеводов корней одуванчика лекарственного, а также ряда олигомеров, что свидетельствует о необходимости предварительной обработки сырья, способствующей удалению низкомолекулярных углеводов. С этой целью сырье можно обезжиривать в аппарате Сокслета и спиртом 95% извлекать свободные сахара и спирторастворимые БАС, а затем инулин экстрагировать водой при нагревании [1]. Описан способ извлечение сырья при нагревании спиртом 95% свободных сахаров и спирторастворимых БАС, с последующей экстракцией инулина водой [11]. Л.М. Танхаевой и Д.Н. Оленниковым [12] показано, что при взаимодействии инулина с резорцином наибольшая оптическая плотность растворов развивается через 7–8 мин. нагревания. Однако через 1 час окраска снижается почти на 35%. Установлено, что введение тиомочевины вызывает повышение оптической плотности с последующим периодом стабильности окраски до 120 мин. Это позволило авторам разработать методику определения суммарного содержания полифруктанов в корнях одуванчика лекарственного. Она оказалась правильной и воспроизводимой [11]. Вариант методики спектрофотометрического определения инулина, описанный в ФС «Девясила высокого корневища и корни» ГФ РФ XIV изд. [13], основан на непосредственном извлечении суммы полисахаридов водой при нагревании с последующим осаждением мешающих БАС раствором свинца(II) ацетата 10%. В литературе описаны также методики гравиметрического определения суммы полисахаридов после осаждения их из водного извлечения спиртом этиловым 96% [8]. Однако известно, что вследствие неудовлетворительных преципитационных характеристик фруктанов не всегда можно добиться количественного спиртового осаждения полисахаридов [8]. В связи с этим метод был модифицирован заменой стадии нагревания ультразвуковой обработкой водного извлечения корней одуванчика и последующим осаждением суммы полисахаридов спиртом 95% и выдерживанием в морозильной камере, что позволило не только стабилизировать процесс экстракции, но и сократить его время до 3,5 часов [8]. Так как в ГФ РФ XIV для корней одуванчика представлена только методика качественного обнаружения инулина [13], представляет интерес провести определение суммы водорастворимых полисахаридов на примере корней одуванчика, произрастающего на Северном Кавказе в различные стадии вегетации.

Методы и принципы исследования

Объектами настоящего исследования служили отмытые от следов грунта, воздушно-сухие корни одуванчика лекарственного, собранные у подножья горы Машук (Ставропольский край, г. Пятигорск) в апреле и сентябре 2019 года. Сырье выкапывали лопатой, отряхивали от грунта, срезали надземную часть. Высушенное сырье измельчали при помощи дисковой дробилки.

Количественное определение суммы водорастворимых полифруктанов корней одуванчика лекарственного проводилось по трем различным методикам:

1) спектрофотометрическая методика, описанная в ФС «Девясила высокого корневища и корни» ГФ РФ XIV изд. [13] Содержание суммы фруктозанов и фруктозы в пересчете на инулин в абсолютно сухом сырье в процентах вычисляли, используя удельный показатель поглощения продуктов реакции инулина с резорцином в кислой среде при длине волны 483 нм, равный 498;

2) спектрофотометрическая методика определения суммарного содержания полифруктанов в корнях одуванчика лекарственного [11], которое вычисляли в %, используя оптическую плотность раствора стандартного образца фруктозы;

3) гравиметрическая методика определения содержания водорастворимых полисахаридов (ВРПС) в корнях одуванчика лекарственного [8].

Обработка результатов эксперимента проведена в соответствии с требованиями ОФС «Статистическая обработка результатов химического эксперимента» в программе Microsoft Excel 2016 [13].

Основные результаты и обсуждение

Методика, описанная в ФС «Девясила высокого корневища и корни» ГФ РФ XIV изд. [13] заключается в трехкратной экстракции сырья водой очищенной при нагревании с последующим осаждением мешающих БАС. С аликвотой фильтрата полученного раствора проводят реакцию со спиртовым раствором резорцина и хлористоводородной кислотой 30%. Результаты определения суммы сахаридов в пересчете на инулин показаны в таблице 1. Методика многостадийна, требует трехкратного процесса экстракции водой в течении длительного периода времени и многократного процесса фильтрации. Так как окраска раствора после реакции с резорцином нестабильна, необходимо соблюдение, как условий проведения реакции, так и времени ее исполнения. Содержание суммы фруктозанов и фруктозы в пересчете на инулин в корнях, собранных в сентябре месяце достигает 38 %. Относительная погрешность определения находится в пределах 3 % (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Суммарное содержание полисахаридов в пересчете на инулин в корнях одуванчика лекарственного, произрастающего на Северном Кавказе

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.53.1>

апрель			сентябрь		
Взято, г	A	Найдено, %	Взято, г	A	Найдено, %
1,2827	0,199	17,24	1,3587	0,342	37,39
1,1324	0,171	16,78	1,0049	0,358	39,59
1,0116	0,146	16,42	1,0095	0,440	38,71
1,0201	0,153	17,37	1,1012	0,381	38,42
1,1094	0,142	17,51	1,0351	0,378	40,63
1,1865	0,183	17,14	1,1026	0,388	39,12
Метрологические характеристики					
=17,08 S=0,399 Sx=0,178 =0,496 =2,90			=38,98 S=0,908 Sx=0,406 =1,128 =2,895		

Примечание: потеря в массе при высушивании: апрель - 9,65%; сентябрь - 10,07 %; A = 498

Спектрофотометрическая методика, предложенная для определения суммарного содержания полифруктанов в корнях одуванчика лекарственного [11], отличается от методики, описанной в ФС «Девясила высокого корневища и корни» ГФ РФ XIV изд. [13], тем, что на первой стадии проводят трижды экстракцию спирторастворимых соединений с помощью спирта этилового 95% на кипящей водяной бане в течение 60 мин. Затем обработанное сырье экстрагируют трижды водой очищенной. К аликвоте объединенного извлечения добавляют растворы тиомочевины и резорцина, спирт этиловый 95% и кислоту хлористоводородную концентрированную, нагревают на кипящей водяной бане в течение 8 мин. Аналогичное определение проводят с раствором стандартного образца фруктозы. Суммарное содержание полифруктанов в % приведено в таблице 2. Приведенная методика еще более многостадийна и длительна, так как вводится дополнительная стадия извлечения спирторастворимых БАС, для проведения анализа требуется не менее 7 часов рабочего времени. Полученные результаты (см. таблицу 2) свидетельствуют о том, что относительная погрешность определения этой методики оказалась почти в 1,5 раза ниже вышеописанной. Очевидно, это связано с совершенствованием условий проведения цветной реакции [12].

Таблица 2 - Суммарное содержание полисахаридов в пересчете на фруктозу в корнях одуванчика лекарственного, произрастающего на Северном Кавказе

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.53.2>

апрель			сентябрь		
Взято, г	A	Найдено, %	Взято, г	A	Найдено, %
1,0311	0,193	8,57	1,1423	0,364	31,69
1,1504	0,222	19,14	1,1494	0,354	30,63
1,0188	0,194	18,88	1,2376	0,389	31,25
1,1201	0,215	19,03	1,2004	0,373	30,92
1,1073	0,205	18,37	1,1022	0,378	31,49
1,0203	0,193	18,74	1,1131	0,349	31,38
Метрологические характеристики					
=18,79 S=0,245 Sx=0,110 =0,305 =1,62			=31,23 S=0,415 Sx=0,186 =0,516 =1,65		

Примечание: потеря в массе при высушивании: апрель - 9,65%; сентябрь - 10,07 %; $m_{cm}=0,0806$ г; $A_{cm}=0,407$

Гравиметрическая методика определения содержания водорастворимых полисахаридов в корнях одуванчика лекарственного [8] заключается в получении водного извлечения в ультразвуковой ванне при температуре 80°C в

течении 40 мин. Затем с помощью спирта этилового 95 % осаждают нерастворимые в спирте полисахариды (инулин) и для полноты осаждения извлечение охлаждают в морозильной камере при температуре -18°C. Суммарное содержание полифруктанов в % показано в таблице 3. Гравиметрическая методика на наш взгляд более проста в исполнении. Относительная погрешность определения находится в пределах 1,5% (см. таблицу 3). Время, затраченное на анализ, не превышает 4 часов.

Таблица 3 - Суммарное содержание водорастворимых полисахаридов в % в корнях одуванчика лекарственного, произрастающего на Северном Кавказе

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.53.3>

апрель			сентябрь		
Взято, г	Вес осадка	Найдено, %	Взято, г	Вес осадка	Найдено, %
1,022	0,00819	8,87	1,0021	0,0271	30,05
1,0339	0,00821	8,79	0,9867	0,0272	30,63
1,0115	0,00833	9,11	1,0845	0,0298	30,52
1,0074	0,00816	8,96	1,0085	0,0270	29,78
1,0261	0,00819	8,83	0,9924	0,0275	30,84
1,1005	0,00899	9,04	1,0901	0,0296	30,19
Метрологические характеристики					
=8,93 S=0,130 Sx=0,058 =0,162 =1,81			=30,34 S=0,365 Sx=0,163 =0,453 =1,5		

Примечание: потеря в массе при высушивании: апрель - 9,65%; сентябрь - 10,07 %

Заключение

Данные предварительного исследования, проведенные на образцах сырья, собранного с одного участка, показали, что содержание водорастворимых полисахаридов в корнях одуванчика лекарственного, произрастающего на Северном Кавказе, в сентябре месяце достигает 30 - 38%, что значительно превышает это содержание в корнях, собранных в весенний период вегетации растения (9– 19%). Использование методики, описанной в ФС «Девясила высокого корневища и корни» ГФ РФ XIV издания, позволяет определять только сумму фруктозанов и фруктозы в пересчете на инулин. Спектрофотометрический метод, где используется стадия удаления спирторастворимых углеводов, позволяет получать более объективные результаты содержания водорастворимых полисахаридов и частности инулина в сырье одуванчика лекарственного, но данный метод наиболее трудоемкий. Следует отметить, что гравиметрическая методика по сравнению со спектрофотометрической методикой, менее многостадийна и трудоемка.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- Petkova N. Antioxidant activity of different extracts from dandelion (*Taraxacum officinale*) roots / N. Petkova, Iv. Ivanov, S. Topchievet al. //Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies. – 2015. – Vol. 19. – P. 190-197.
- Евстафьев С.Н. Биологически активные вещества одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg / С.Н. Евстафьев, Н.П. Тигунцева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – Т. 6. – №1. – С. 18-29.
- Мурзаева П.Д. Перспективы переработки инулинсодержащего сырья / П.Д. Мурзаева, А.Ф. Демирова // Современные проблемы качества и безопасности продуктов питания в свете требований технического регламента таможенного союза : материалы международной научно практической интернет-конференции. – Краснодар : Издательство КубГУ, 2014. – С. 36-38.
- Тигунцева Н.П. Пектиновые полисахариды корней одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg / Н.П. Тигунцева, Л.В. Каницкая, С.Н. Евстафьев и др. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-1. – С. 1243-1247.
- Тигунцева Н.П. Методы выделения и состав биологически активных веществ одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg: автореф. дис. ... канд. хим. наук / Тигунцева Надежда Павловна. – Иркутск, 2014. – 18 с.

6. Pădureț S. The Evaluation of Dandelion (*Taraxacum officinale*) Properties as a Valuable Food Ingredient / S. Pădureț, S. Amariei, Gh. Gutt, et al. // *Romanian Biotechnological Letters*. – 2016. – Vol. 21. – №3. – P. 11569-11575.
7. Baghdasaryan G.Y. Inulin content in different plants and obtaining endoinulase enzyme from dandelion / G.Y. Baghdasaryan, Y.G. Baghdasaryan // *Biolog. Journal of Armenia*. – 2014. – Vol. 66. – №4. – P. 80-84.
8. Дьякова Н.А. Изучение динамики изменения содержания инулина в корнях лопуха большого (*Arctium lapp L.*) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale Wigg*) в процессе вегетации / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов и др. // *Вестник ВГУ Воронеж. Серия: Химия, Биология, фармация*. – 2016. – № 4. – С. 133-136.
9. Беляков К.В. Применение физико-химических методов анализа в контроле качества и стандартизации сырья девясила высокого, мать-и-мачехи обыкновенной, одуванчика лекарственного: автореф. дис. ... канд. фарм. наук / Беляков Кирилл Владимирович. – Москва, 1999. – 23 с.
10. Литвиненко В.И. Фруктозаны в корнях одуванчика лекарственного / В.И. Литвиненко, В.Н. Бубенчикова // *Проблемы фармации, подготовка и использование провизорских кадров : материалы республиканской научной конференции по фармации и фармакологии в 2-х частях*. – Пятигорск. 1993. – Ч.1. – С. 44.
11. Танхаева Л.М. Методика количественного определения суммарного содержания полифруктанов в корнях одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale Wigg*) / Л.М. Танхаева, Д.Н. Оленников // *Химия растительного сырья*. – 2010. – №2. – С. 85–89.
12. Оленников Д.Н. Исследование колориметрической реакции инулина с резорцином в зависимости от условий ее проведения / Д.Н. Оленников, Л.М. Танхаева // *Химия растительного сырья*. – 2008. – №1. – С. 87–93.
13. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIV. – М., 2018. – URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. (дата обращения 14.05.2022)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Petkova N. Antioxidant activity of different extracts from dandelion (*Taraxacum officinale*) roots / N. Petkova, Iv. Ivanov, S. Topchiev et al. // *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*. – 2015. – Vol. 19. – P. 190-197.
2. Evstaf'ev S.N. Biologicheski aktivnye veshhestva oduvanchika lekarstvennogo *Taraxacum officinale Wigg* [Biologically active substances of medicinal dandelion *Taraxacum officinale Wigg*] / S.N. Evstaf'ev, N.P. Tigunceva // *Izvestija vuzov. Prikladnaja himija i biotehnologija* [News of universities. Applied chemistry and biotechnology]. – 2014. – Vol. 6. – №1. – P. 18-29. [in Russian]
3. Murzaeva P.D. Perspektivy pererabotki inulinsoderzhashhego syr'ja / P.D. Murzaeva, A.F. Demirova [Prospects for processing inulin-containing raw materials] // *Sovremennye problemy kachestva i bezopasnosti produktov pitaniya v svete trebovanij tehničeskogo reglamenta tamozhennogo sojuza* [Modern problems of quality and safety of food products in the light of the requirements of the technical regulations of the Customs Union] : materials of the international scientific and practical Internet conference. – Krasnodar : KubSTU Publishing House, 2014. – P. 36-38. [in Russian]
4. Tigunceva N.P. Pektinovyje polisaharidy kornej oduvanchika lekarstvennogo *Taraxacum officinale Wigg* [Pectin polysaccharides of medicinal dandelion roots *Taraxacum officinale Wigg*] / N.P. Tigunceva, L.V. Kanickaja, S.N. Evstaf'ev et al. // *Fundamental'nye issledovanija* [Fundamental research]. – 2013. – № 10-1. – P. 1243-1247. [in Russian]
5. Tigunceva N.P. Metody vydelenija i sostav biologicheski aktivnyh veshhestv oduvanchika lekarstvennogo *Taraxacum officinale Wigg* [Methods of isolation and composition of biologically active substances of medicinal dandelion *Taraxacum officinale Wigg*]: avtoref. abstract ... of PhD in Chemical Sciences / Tigunceva Nadezhda Pavlovna. – Irkutsk, 2014. – 18 p. [in Russian]
6. Pădureț S. The Evaluation of Dandelion (*Taraxacum officinale*) Properties as a Valuable Food Ingredient / S. Pădureț, S. Amariei, Gh. Gutt, et al. // *Romanian Biotechnological Letters*. – 2016. – Vol. 21. – №3. – P. 11569-11575.
7. Baghdasaryan G.Y. Inulin content in different plants and obtaining endoinulase enzyme from dandelion / G.Y. Baghdasaryan, Y.G. Baghdasaryan // *Biolog. Journal of Armenia*. – 2014. – Vol. 66. – №4. – P. 80-84.
8. D'jakova N.A. Izuchenie dinamiki izmenenija soderzhanija inulina v kornjah lopuha bol'shogo (*Arctium lapp L.*) i oduvanchika lekarstvennogo (*Taraxacum officinale Wigg*) v processe vegetacii [Studying the dynamics of changes in inulin content in the roots of burdock (*Arctium lapp L.*) and dandelion *officinale Wigg* during vegetation] / N.A. D'jakova, A.I. Slivkin, S.P. Gaponov et al. // *Vestnik VGU Voronezh. Serija: Himija, Biologija, farmacija* [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry, Biology, Pharmacy]. – 2016. – № 4. – P. 133-136. [in Russian]
9. Beljakov K.V. Primenenie fiziko-himicheskih metodov analiza v kontrole kachestva i standartizacii syr'ja devjasila vysokogo, mat'-i-machehi obyknovennoj, oduvanchika lekarstvennogo [Application of physico-chemical methods of analysis in quality control and standardization of raw materials of high-grade elecampane, common mother-and-stepmother, medicinal dandelion]: abstract of dis. ... of PhD in Pharmaceutical Sciences / Beljakov Kirill Vladimirovich. – Moscow, 1999. – 23 p. [in Russian]
10. Litvinenko V.I. Fruktozany v kornjah oduvanchika lekarstvennogo [Fructosans in the roots of medicinal dandelion] / V.I. Litvinenko, V.N. Bubenčikova // *Problemy farmacii, podgotovka i ispol'zovanie provizorskih kadrov* [Problems of pharmacy, preparation and use of pharmacist personnel] : materials of the Republican scientific conference on pharmacy and pharmacology in 2 parts. – Pjatigorsk. 1993. – Pt.1. – P. 44. [in Russian]
11. Tanhaeva L.M. Metodika kolichestvennogo opredelenija summarnogo soderzhanija polifruktanov v kornjah oduvanchika lekarstvennogo (*Taraxacum officinale Wigg*) [Method of quantitative determination of the total content of polypructans in the roots of medicinal dandelion (*Taraxacum officinale Wigg*)] / L.M. Tanhaeva, D.N. Olennikov // *Himija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of plant raw materials]. – 2010. – №2. – P. 85–89. [in Russian]
12. Olennikov D.N. Issledovanie kolorimetrichejskoj reakcii inulina s rezorcinom v zavisimosti ot uslovij ee provedenija [Investigation of the colorimetric reaction of inulin with resorcinol depending on the conditions of its conduct] / D.N.

Olennikov, L.M. Tanhaeva // Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of plant raw materials]. – 2008. – №1. – P. 87–93. [in Russian]

13. Gosudarstvennaja Farmakopeja Rossijskoj Federacii XIV [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV]. – M., 2018. – URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. (accessed 14.05.2022) [in Russian]