

## ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ИНУЛИНА В КОРНЯХ ЛОПУХА БОЛЬШОГО (*ARCTIUM LAPPA* L.) И ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*TARAXACUM OFFICINALE* WEBB.) В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ

Н. А. Дьякова, А. И. Сливкин, С. П. Гапонов, И. Ю. Михайловская

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 20.06.2016

**Аннотация.** Проведено изучение динамики накопления водорастворимых полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного и одуванчика лекарственного с мая по октябрь для выявления наиболее благоприятных периодов для заготовки этих видов лекарственного растительного сырья с целью выделения из них максимального содержания водорастворимых полисахаридов. Выявлено, что максимальное накопление водорастворимых полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного происходит в октябре, и примерно в 2,6 раза превышает весеннее содержание водорастворимых гликанов, что дает основание рекомендовать для заготовки сырья именно октябрь. В корнях одуванчика лекарственного содержание водорастворимых полисахаридов (инулина) достигает максимального значения в сентябре.

**Ключевые слова:** инулин, корни лопуха обыкновенного, корни одуванчика лекарственного.

**Abstract.** Studying of dynamics of accumulation of water-soluble polysaccharides in roots of a *Arctium lappa* L. and a *Taraxacum officinale* Webb. from May to October for the purpose of identification of the optimum periods for preparation of these types of medicinal vegetable raw materials is carried out. It is revealed that the maximum accumulation of water-soluble polysaccharides in roots of a *Arctium lappa* L. takes place in October, and approximately by 2,6 times exceeds the spring content of water-soluble polysaccharides that gives the grounds to recommend for preparation October. In roots of a *Taraxacum officinale* Webb. the content of water-soluble polysaccharides reaches the maximum value in September.

**Keywords:** inulin, roots of a *Arctium lappa* L., roots of a *Taraxacum officinale* Webb.

Инулин в последнее время приобретает все большую популярность в медицинском и фармацевтическом мире. Это природный полифруктозан, который частично расщепляется в желудочно-кишечном тракте до фруктозы. Нерасщепленная часть инулина, являясь сорбентом, выводит из организма массу ненужных организму веществ – от тяжелых металлов, радионуклидов до излишков липопротеинов низкой плотности. Кроме того, способствует развитию бактерий рода *Bifidobacterium*, содержащихся в микрофлоре кишечника, содействуя, таким образом, нормальному функционированию желудочно-кишечного тракта. К тому же инулин стимулирует сократительную способность кишеч-

ной стенки, что ускоряет очищение организма от шлаков и непереваренной пищи. При этом инулин способствует усвоению витаминов и минералов в организме (особенно Ca, Mg, Zn, Cu, Fe и P). Кроме того, инулин оказывает иммуномодулирующее, гепатопротекторное, противоонкологическое действие[1].

Инулин получают из растительных объектов путем экстракции водой с последующей очисткой. Основные источники инулина – клубни топинамбура, корни цикория, а также широко доступное дикорастущее сырье – корни лопуха и корни одуванчика.

В медицинских и фармацевтических целях используются преимущественно водные извлечения из корней лопуха обыкновенного и корней одуванчика лекарственного, а фармакологический

эффект обусловлен водорастворимыми соединениями, основу которых составляют водорастворимые полисахариды (ВРПС), представленные инулином (30-40%) [2].

Известны способы извлечения инулина из измельченных корней лопуха обыкновенного и корней одуванчика лекарственного с помощью экстракции, когда корни растений промывают, подсушивают и измельчают до размера 2 мм, заливают водой и подвергают исчерпывающей экстракции в течение 3-5 суток. Полученный раствор обрабатывают 96%-ным этиловым спиртом и осаждают инулин при температуре -18°C и ниже [3]. Недостатком данных способов является длительность процесса.

Регламентированные сроки сбора корней лопуха, согласно требованиям ГФ XIII, – осень или ранняя весна, а корней одуванчика, согласно ГФ XI, – осень (август - сентябрь).

Целью нашей работы являлись интенсификация процесса извлечения водорастворимых полисахаридов из изучаемых видов сырья и изучение динамики изменения содержания инулина в корнях исследуемых видов лекарственного растительного сырья (ЛРС).

Заготовку сырья проводили вдали от крупных городов, автотранспорта и промышленных площадей, из одних зарослей, ежемесячно, с мая до октября. Выкопанные корни очищали от стеблей, листьев, тонких корней, отмывали от земли, разрезали на куски, сушили теневым способом. Данные, полученные в ходе исследований, статистически обрабатывали с помощью пакета программ «Microsoft Excel» с использованием t-критерия Стьюдента при доверительной вероятности 0.95 в соответствии с требованиями ГФ XIII.

Одним из перспективных физических методов воздействия на вещества с целью интенсификации технологических процессов является метод, основанный на использовании колебаний ультразвукового диапазона [4,5]. Для интенсификации процесса извлечения ВРПС нами было решено применять ультразвуковую ванну «Град 40-35» с частотой 35 КГц. При разработке методики использовали ЛРС, закупленное в одной из аптек города Воронежа. Варьировали степень измельчения сырья, температурой экстрагирования, кратностью и длительностью экстрагирования, соотношением сырья и экстрагента.

Найдено, что оптимальными для извлечения инулина из корней лопуха обыкновенного является степень измельчения 0.2-0.5 мм, темпера-

тура – 80 °С, кратность извлечения – 3, длительность экстракции – 30 минут, соотношение сырья и экстрагента 1:30, а для одуванчика лекарственного - степень измельчения 0.2-0.5 мм, температура – 80 °С, кратность извлечения – 3, длительность экстракции – 40 минут, соотношение сырья и экстрагента 1:10.

Полученные результаты позволили рекомендовать следующие методики количественного определения водорастворимых полисахаридов. Для корней лопуха обыкновенного: сырье измельчают до 0.2 – 0.5 мм, около 1 г (точная навеска) сырья помещают в колбу на 50 мл, прибавляют 30 мл кипящей воды, помещают в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц при температуре 80 °С, экстрагируют 30 мин. Экстракцию повторяют дважды. Извлечения фильтруют в мерную колбу на 100 мл, доводят объем до метки (раствор А). 25 мл раствора А помещают в колбу на 100 мл, прибавляют 75 мл 95 % спирта этилового, перемешивают, охлаждают при температуре -18°C 1 ч. Содержимое колбы фильтруют через высушенный беззольный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр, под вакуумом (0,4-0,8 атм). Фильтр с осадком сушат на воздухе, затем при температуре 100 - 105 °С до постоянной массы [6]. Содержание ВРПС вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 40000}{m \cdot (100 - W)}, \quad (1)$$

где:  $m_1$  - масса высушенного фильтра, г;  $m_2$  - масса высушенного фильтра с осадком, г;  $m$  — навеска сырья, г;  $W$ — потеря в массе сырья при высушивании, %.

Разница в результатах количественного определения ВРПС в корнях лопуха большого по ранее запатентованной методике [3] ( $39.03 \pm 0.67$  %) и по предложенной ( $39.57 \pm 0.57$ ) составляет 0.54 %, что сопоставимо с ошибкой эксперимента. При этом общее время количественного анализа корней лопуха обыкновенного на содержание ВРПС не превышает 3 ч [6].

Для корней одуванчика лекарственного рекомендована следующая методика количественного определения водорастворимых полисахаридов: сырье измельчают до 0.2 – 0.5 мм, около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 10 мл кипящей воды очищенной, помещают в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц при температуре 80 °С, экстрагируют 40 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза, прибавляя по 10 мл воды. Водные извлечения объединяют и фильтруют в мерную колбу вместимостью

50 мл через 10 слоев марли, фильтр промывают водой и доводят объём раствора до метки (раствор А). 5 мл раствора А помещают в коническую колбу на 25 мл, доводят 95 % спиртом этиловым до метки, перемешивают, охлаждают в морозильной камере при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$  в течение 1 ч. Затем содержимое колбы фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный беззольный бумажный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр ПОР 16 с диаметром 40 мм, под вакуумом (0.4-0.8 атм). Фильтр с осадком сушат сначала на воздухе, затем при температуре 100 - 105  $^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы [7]. Содержание ВРПС вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100000}{m \cdot (100 - W)}, \quad (2)$$

где:  $m_1$  - масса высушенного фильтра, г;  $m_2$  - масса высушенного фильтра с осадком, г;  $m$  - навеска сырья, г;  $W$  - потеря в массе сырья при высушивании, %.

Разница в результатах количественного определения ВРПС в корнях одуванчика лекарственного по ранее запатентованной методике [3] ( $30.01 \pm 0.67$  %) и по предложенной ( $32.89 \pm 0.32$ ) составляет 2.88 %. Предлагаемая методика значительно ускоряет процесс извлечения инулина (время количественного анализа корней одуванчика лекарственного на содержание ВРПС не превышает 3.5 ч), и увеличивает по сравнению с другими методами экстрагирования выход основного продукта в среднем на 10% [7].

Результаты, полученные при изучении динамики накопления ВРПС в изучаемых видах ЛРС, приведены на рис. 1.

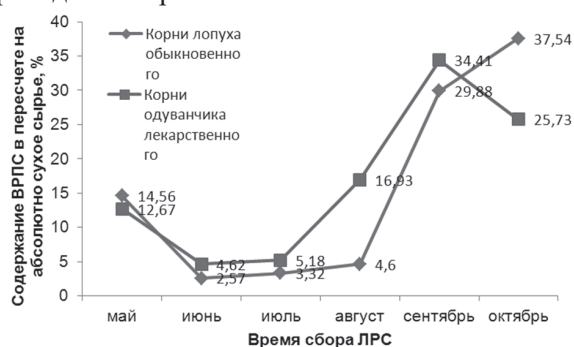


Рис. 1. Содержание ВРПС в пересчете на абсолютно сухое сырье

Из рис. 1 видно, что максимальное накопление ВРПС в корнях лопуха обыкновенного происходит в октябре, и примерно в 2.6 раза превышает весеннее содержание ВРПС, что дает основание рекомендовать для заготовки именно октябрь.

Согласно полученным данным, в корнях одуванчика лекарственного содержание инулина до-

стигает максимального значения к сентябрю, а далее, процент накапливаемого ими инулина к осени снижается. Вероятно, это связано с одревеснением корней одуванчика лекарственного.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект МК-3733.2015.5).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мещанинец Н.И. Пребиотики: инулин и олигофруктоза / Н.И. Мещанинец, В.И. Захарченко // Альманах мировой науки. — 2016. — № 4-1 (7). — С. 35-36.
2. Дьякова Н.А. Рационализированная методика количественного определения водорастворимых полисахаридов и ее валидация / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация. — 2015. — №. 2 — С. 106-111.
3. Пат. 2351166 РФ, МПК А23L 1/236, А61К 36/00 Способ получения инулина из одуванчика лекарственного / Е.А. Струпан, О.А. Струпан. — № 2007138868/13, заявл. 19.10.2007; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 10. — 5 с.
4. Усовершенствование методики количественного определения водорастворимых полисахаридов в листьях подорожника большого / Н.А. Великанова [и др.] // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: Материалы 5-й Международной научно-методической конференции «Фармобразование-2013», Воронеж, 16-18 апреля 2013 г. — Воронеж, 2013. — С. 216-220.
5. Великанова Н.А. Экооценка лекарственного растительного сырья в урбоусловиях г. Воронежа / Н.А. Великанова, С.П. Гапонов, А.И. Сливкин. — LAMBERT Academic Publishing, 2013. — 211 с.
6. Разработка и валидация экспрессной методики количественного определения водорастворимых полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного (*Arctium lappa* L.) / Н.А. Дьякова [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. — 2015. — Т. 49, №9. — С. 35-38.
7. Выделение инулина из корней одуванчика лекарственного с использованием ультразвука / Т.Г. Шушунова [и др.] // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ : Материалы 6-й Международной научно-методической конференции «Фармобразование-2016». — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2016. — С.609-612.

*Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Гапонов С. П., Михайловская И. Ю.*

*Воронежский государственный университет  
Дьякова Н. А., к.б.н., асс. каф. фармацевтической химии и фармацевтической технологии  
Тел.: (920) 4125352  
E-mail: Ninochka\_V89@mail.ru*

*Voronezh State University  
Dyakova N. A., PhD, Assistantat Professor the pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology department  
Ph.: (920) 4125352  
E-mail: Ninochka\_V89@mail.ru*

*Сливкин А. И., д.фарм.н., проф., зав. каф. фармацевтической химии и фармацевтической технологии  
Тел.: 255-47-76  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru*

*Slivkin A. Y., PhD, DSci, Full Professor; Head of the pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology department  
Ph.: 255-47-76  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru*

*Гапонов С. П., д.б.н., проф., зав. каф. зоологии и паразитологии  
Тел.: (4732) 208861  
E-mail: gaponov2003@mail.ru*

*Gaponov S. P., PhD, DSci, Full Professor, Head of the Department of Zoology and Parasitology  
Ph.: (4732) 208861  
E-mail: gaponov2003@mail.ru*

*Михайловская И. Ю., студентка 3 курса фармацевтической факультета  
Тел.: (910) 2880798  
E-mail: 473435459m@gmail.com*

*Mikhaylovskaya Irina Yu. - 3th year student of pharmaceutical faculty  
Ph.: (910) 2880798  
E-mail: 473435459m@gmail.com*