

# ПОЛИСАХАРИДЫ ТРАВЫ КОЛОКОЛЬЧИКА КРУГЛОЛИСТНОГО

В.Н. Бубенчикова, доктор фармацевтических наук, профессор, Е.А. Никитин\*

Курский государственный медицинский университет;  
Российская Федерация, 305041, Курск, ул. Карла-Маркса, д. 3

**Введение.** Природные полисахариды оказывают различное фармакологическое действие, благодаря чему привлекают к себе пристальное внимание исследователей. Колокольчик круглолистный широко применяется в народной медицине, но информация о его углеводном составе носит фрагментарный характер.

**Цель исследования.** Выделение и изучение полисахаридных комплексов из надземной части колокольчика круглолистного.

**Материал и методы.** Материалом для исследования служила воздушно-сухая измельченная трава колокольчика круглолистного, заготовленная в 2015 г. в Курской области в период массового цветения растения. При анализе полисахаридного состава травы колокольчика использовались методы гравиметрии, денситометрии, хроматографии (бумажной и тонкослойной).

**Результаты исследования.** Из травы колокольчика круглолистного выделен водорастворимый полисахаридный комплекс (ВРПС), пектиновые вещества (ПВ), гемицеллюлоза А и гемицеллюлоза Б. При их изучении установлен моносахаридный состав.

**Заключение.** Благодаря высокому содержанию полисахаридов трава колокольчика круглолистного перспективна как источник получения ВРПС и ПВ.

**Ключевые слова:** колокольчик круглолистный, *Campanula rotundifolia* L., трава, полисахаридные комплексы, моносахаридный состав, денситометрия, хроматография.

\*E-mail: evgeniy\_nikitin\_92@mail.ru

## ВВЕДЕНИЕ

Природные полисахариды, полученные из растительного сырья, приобретают все большее значение в медицине. Многие из них повышают устойчивость микроорганизмов к бактериальным и вирусным инфекциям, препятствуют возникновению опухолей, оказывают отхаркивающее, противовоспалительное, противоязвенное действие. Бактериальный декстрин используется как плазмозаменитель крови. На основе полисахаридов готовят мази, эмульсии, гели [1].

Колокольчик круглолистный – *Campanula rotundifolia* L. – многолетнее травянистое растение семейства колокольчиковых (*Campanulaceae*) высотой 15–60 см, произрастающее на сухих лугах, в светлых лесах, на полянах, опушках, среди зарослей кустарников, на обнажениях известняка и мела [2]. В народной медицине колокольчик круглолистный издавна применяется для лечения заболеваний нервной системы, при дыхательной недостаточности, ангине, болевом синдроме, а также как гемостатическое и противоопухолевое средство [3]. Ранее изучением углеводов и родственных им соединений колокольчика круглолистного занимались К. Вемер, К.Д. Броклебенк, Д.А.Ф. Хендри. Однако современная информация об этом растении носит фрагментарный характер, а данных о полисахаридных комплексах и их моносахаридном составе в литературе вообще нет [4].

Цель работы – выделение и изучение полисахаридных комплексов травы колокольчика круглолистного.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служила воздушно-сухая измельченная трава колокольчика круглолистного, заготовленная в 2015 г. в Курской области в период массового цветения растения.

Для выделения полисахаридов из травы колокольчика круглолистного использовали фракционный метод, предложенный Н.К. Кочетковым [5]. Данная методика позволяет выделять полисахаридные комплексы по фракциям: содержащие водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлоза А и гемицеллюлоза Б.

Предварительно, перед выделением полисахаридных комплексов, проводили экстракцию сырья 70% этиловым спиртом для удаления полифенольных соединений. Для получения водорастворимых полисахаридов (ВРПС) использовали воздушно-сухой шрот сырья после экстракции фенольных соединений. 100 г воздушно-сухого шрота экстрагировали 2 л горячей воды при нагревании до 95°C в течение 1 ч при постоянном перемешивании. Затем проводили повторное экстрагирование дважды в соотношении сырье–экстрагент (1:10). Отделение растительного сырья от извлечения осуществляли при помощи центрифугирования, а полученные извлечения упаривали до 1/5 исходного объема. Осаждение полисахаридов в извлечении проводили трехкратным объемом (по отношению к извлечению) 96% этилового спирта при комнатной температуре. Выпавший в результате осадок фильтровали, промывали этиловым спиртом и ацетоном, затем подвергали лиофильной сушке и взвешивали [6].

Из оставшегося шрота выделяли пектиновые вещества (ПВ). Для этого сырье экстрагировали трехкратно смесью растворов 0,5% шавелевой кислоты и оксалата аммония (1:1), в соотношении сырье и экстрагент 1:20 при температуре 80–85°C в течение 2 ч. Полученные кислые извлечения объединяли и осаждали пектиновые вещества 96% этиловым спиртом. Осадок отфильтровывали, промывали спиртом этиловым, высушивали и взвешивали.

После отделения пектиновых веществ из шрота выделяли гемицеллюлозу А (ГЦ А) и гемицеллюлозу Б (ГЦ Б), используя 10% раствор натрия гидроксида в соотношении 1:5 при комнатной температуре в течение 12 ч. ГЦ А осаждали ледяной уксусной кислотой, добавляя ее к полученному извлечению. Полученный осадок отфильтровывали, высушивали и взвешивали. К фильтрату, оставшемуся после извлечения ГЦ А, прибавляли двукратный объем 96% этилового спирта, при этом образовывался осадок ГЦ Б, который промывали спиртом, высушивали и взвешивали [6].

Для определения моносахаридного состава ВРПС, ПВ, ГЦ А и ГЦ Б подвергали гидролизу. Точные навески веществ (0,05 г) помещали в ампулы емкостью 5–10 мл, прибавляли 2,5 мл раствора серной кислоты (1 моль/л). Затем ампулы запаивали и термостатировали при температуре 100–105°C в течение 6 ч – для ВРСП, 24 ч – для ПВ и 48 ч – для ГЦ А и Б. Полученный гидролизат нейтрализовали бария карбонатом до нейтральной реакции среды по универсальному индикатору, фильтровали и осаждали этиловым спиртом. Осадок обрабатывали катионитом КУ-2 до кислой реакции среды. Разделение и идентификацию нейтральных моносахаридов осуществляли методом нисходящей хроматографии на бумаге в системе растворителей *n*-бутанол–пиридин–вода (6:4:3), параллельно со стандартными образцами сахаров. Кислые моносахара идентифицировали методом восходящей бумажной хроматографии в системе растворителей кислота муравьиная–вода–кислота уксусная (18:1:4:3). Детектирование осуществляли анилинфталатом, проявляя при температуре 100°C в течение 10–15 мин [7, 8].

Содержание сахаров в гидролизатах ВРПС, ПВ, ГЦ определяли денситометрическим методом после хроматографирования в тонком слое сорбента, параллельно с достоверными образцами моносахаридов [9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований из травы колокольчика круглолистного впервые выделен и разделен на фракции полисахаридный комплекс. Выход водорастворимых полисахаридов составил 7,38%, пектиновых веществ – 13,38%, гемицеллюлозы А – 9,84%, ГЦ Б – 7,31% от воздушно-сухого сырья (см. таблицу).

Водорастворимый полисахаридный комплекс из травы колокольчика круглолистного представлял собой аморфный порошок светло-серого цвета, при растворении в воде образующий опалесцирующий раствор (рН 1% водного раствора находился в пределах 5–6). Кроме того, он растворялся в водных растворах кислот и щелочей и не растворялся в органических растворителях. Полисахаридный комплекс давал положительные реакции осаждения со спиртом, ацетоном, реакцию с реактивом Фелинга после кислотного расщепления полисахаридов, а также образовывал оранжевое окрашивание с раствором свинца основного ацетата и зеленоватый осадок с меди сульфатом. При изучении состава моносахаридов водорастворимого полисахаридного комплекса в гидролизате было установлено наличие 7 сахаров, которые идентифицированы как галактоза, арабиноза, ксилоза, рамноза, глюкоза, галактуроновая кислота, глюкуроновая кислота.

Пектиновые вещества колокольчика круглолистного представляли порошок светло-кремового цвета, хорошо растворимый в воде с образованием вязких растворов (рН 1% водного раствора находился в пределах 3–4). Водный раствор пектиновых веществ осаждался 1% раствором алюминия сульфата с образованием пектатов. Моносахаридный состав пектиновых веществ представлен 5 веществами, идентифицированными с достоверными стандартами как галактоза, арабиноза, ксилоза, рамноза и галактуроновая кислота, преобладающая среди них – галактуроновая кислота.

### МОНОСАХАРИДНЫЙ СОСТАВ ПОЛИСАХАРИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ТРАВЫ КОЛОКОЛЬЧИКА КРУГЛОЛИСТНОГО

Полисахарид	Выход в % от воздушно-сухого сырья	Установленный моносахаридный состав, % от полисахаридного комплекса						
		галактоза	арабиноза	ксилоза	рамноза	глюкоза	глюкуроновая кислота	галактуроновая кислота
ВРПС	7,38	9,70±0,27	12,90±0,57	0,60±0,02	1,30±0,05	0,79±0,01	0,30±0,01	5,10±0,15
ПВ	13,38	4,30±0,21	3,90±0,07	0,100±0,005	0,200±0,007	–	–	87,60±2,24
ГЦ А	9,84	2,10±0,07	1,60±0,07	7,30±0,34	0,20±0,01	1,80±0,08	–	–
ГЦ Б	7,31	2,30±0,11	1,70±0,08	8,20±0,36	0,100±0,002	1,90±0,07	–	–

Гемицеллюлозы А и Б колокольчика круглолистного представляли собой аморфные порошки желтовато-коричневого цвета, хорошо растворимые в воде и растворе натрия гидроксида [10]. Их состав представлен 5 сахарами: арабинозой, рамнозой, галактозой, глюкозой, ксилозой.

Результаты количественного анализа моносахаридного состава ВРПС, ПВ, ГЦ А, ГЦ Б, определенного денситометрически, представлены в таблице.

Согласно результатам проведенных исследований, в составе водорастворимого полисахаридного комплекса травы колокольчика круглолистного преобладают арабиноза ( $12,9 \pm 0,57\%$ ) и галактоза ( $9,7 \pm 0,27\%$ ). Основной компонент пектиновых веществ – галактуроновая кислота ( $87,6 \pm 2,24\%$ ). В гемицеллюлозах А и Б преобладающими моносахарами является ксилоза ( $7,3-8,2\%$ ), что указывает на наличие полисахаридов типа ксилана. Все полисахариды с установлением их моносахаридного состава выделены впервые.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые из травы колокольчика круглолистного выделены: водорастворимый полисахаридный комплекс, пектиновые вещества, гемицеллюлоза А и гемицеллюлоза Б, установлен их моносахаридный состав.

Достаточно высокое содержание полисахаридов указывает на перспективность травы колокольчика круглолистного как источника получения водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Иозеп А.А. Углеводы. Олиго- и полисахариды. Л., 1988; 23.
2. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 3: Покрывосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М., 2004; 288.
3. Дикорастущие полезные растения России. Под ред. А.Л. Буданцева, С.П. Лесиовской. СПб., 2001; 663.
4. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Hippuridaceae-Lobeliaceae*. Под ред. П.Д. Соколова. Л.: Наука, 1991; 185.
5. Кочетков Н.К. Химия биологически активных природных соединений. М.: Химия, 1970; 378.
6. Бубенчиков Р.А., Дроздова И.Л. Новые растительные источники биологически активных полисахаридов. Фармация, 2005; 4: 16–7.
7. Бубенчикова В.Н., Старчак Ю.А. Фенольные соединения и полисахариды подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.). Человек и здоровье, 2008; 3: 117–21.
8. Горина Я.В., Головченко В.В., Оводов Ю.С. и др. Выделение, характеристика и биологическая активность полисахаридов звездчатки средней *Stellaria media* L. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии, 2012; 2: 9–14.
9. Филиппов М.П. Колориметрическое определение уронидной части в пектиновых веществах. Известия АН МССР: Серия биологических и химических наук, 1973; 3: 76–9.
10. Степаненко Б.Н. Химия и биохимия углеводов (Полисахариды). М.: Высшая школа, 1978 256.

Поступила 11 июля 2016 г.

## POLYSACCHARIDES IN HAREBELL (*CAMPANULA ROTUNDIFOLIA*) HERB

Professor V.N. Bubenichikova, PhD; E.A. Nikitin

Kursk State Medical University; 3. K. Marx St., Kursk 305041, Russian Federation

### SUMMARY

**Introduction.** Natural polysaccharides have a varying pharmacological effect, thereby attracting the close attention of investigators. Harebell (*Campanula rotundifolia*) is widely used in folk medicine, but information about its carbohydrate composition is fragmented.

**Objective:** to isolate and investigate polysaccharide complexes from the aerial parts of harebell.

**Material and methods.** The investigation material was air-dry crushed harebell herb harvested during mass flowering in the Kursk Region in 2015. Gravimetric, densitometric, and paper and thin-layer chromatographic methods were used to analyze the polysaccharide composition of harebell herb.

**Results.** A water-soluble polysaccharide complex (WSPC), pectic substances (PS), and hemicelluloses A and B were isolated from the harebell herb. The investigation of these agents established their monosaccharide composition.

**Conclusion.** Due to their high content of polysaccharides, the harebell herb is promising as a source of WSPC and PS.

**Key words:** harebell, *Campanula rotundifolia* L., herb, polysaccharide complexes, monosaccharide composition, densitometry, chromatography.

### REFERENCIS

1. Iozep A.A. Carbohydrates. Oligo- and polysaccharides. Leningrad, 1988; 23 (in Russian).
2. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. Illustrated Manual of the Middle Russia Plants. Volume 3: The angiosperms (*Dicotyledons: Choripetalae*). Moscow, 2004; 288 (in Russian).
3. Wild Useful Plants of Russia (ed. by A.L. Budantseva, S.P. Lesiovskoy). St. Petersburg, 2001; 663 (in Russian).
4. Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, the use of; Families *Hippuridaceae-Lobeliaceae*. (ed. P.D. Sokolov). Leningrad. Nauka, 1991; 185 (in Russian).
5. Kochetkov N.K. Chemistry of biologically active natural compounds. Moscow. Chemistry, 1970; 378 (in Russian).
6. Bubenichikov R.A., Drozdova I.L. The new plant sources of biologically active polysaccharide. Farmatsiya, 2005; 4: 16–7 (in Russian).
7. Bubenichikova V.N., Starchak Y.A. Phenolic compounds and polysaccharides tenacious bedstraw (*Galium aparine* L.). Chelovek i zdorovie, 2008; 3: 117–21 (in Russian).
8. Gorina Y.V., Golovchenko V.V., Ovodov Y.S. et al. Isolation, characterization and biological activity of polysaccharides chickweed *Stellaria media* L. Voprosy biologicheskoy medicinskoj i farmacevticheskoy kchimid, 2012; 2: 9–14 (in Russian).
9. Filippov M.P. Colorimetric determination uronidnoy part in pectin substances. Izvestija AS MSSR: Ser. biol. and chemical sciences, 1973; 3: 76–9 (in Russian).
10. Stepanenko B.N. Chemistry and biochemistry of carbohydrates (polysaccharides) Moscow. Visshaja shkola, 1978; 256 (in Russian).