

**ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ
PHARMACEUTICAL SCIENCES**

УДК 582.99:543.635.25

DOI: 10.18413/2313-8955-2018-4-1-70-76

Шестопалова Н.Н.

**ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ ТРАВЫ *ACROPTILON
REPENS* L. ФЛОРЫ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), ул. Победы, 85, г. Белгород, 308015, Россия
E-mail: malyutina_a@bsu.edu.ru

Аннотация. *Цель исследования:* изучение компонентного состава полисахаридных комплексов травы горчака ползучего (*Acroptilon repens* L.). *Материалы и методы.* В качестве объекта исследования была использована воздушно-сухая измельченная трава горчака ползучего, заготовленная в 2017 г. на территории Тульской области в период массового цветения растения. Выделение полисахаридных комплексов проводили фракционно, согласно методике Кочеткова (сначала получали водорастворимые полисахаридные комплексы, а затем – пектиновые вещества и гемицеллюлозы А и Б). Установление моносахаридного состава выделенных полисахаридных комплексов осуществляли посредством кислотного гидролиза с последующей хроматографией в системах растворителей н-бутанол – пиридин – вода очищенная (6:4:3) и этилацетат – кислота уксусная – кислота муравьиная – вода очищенная (18:3:1:4) параллельно с достоверными образцами. Денситометрически было определено количественное содержание сахаров в гидролизатах полисахаридов. Для количественного определения функциональных групп в пектиновых веществах исследуемого сырья использовали титрометрические методы. *Результаты исследования.* В ходе исследования из травы горчака ползучего были выделены водорастворимые полисахаридные комплексы, пектиновые вещества, гемицеллюлозы А и Б. Установлено, что преобладающими веществами являются пектиновые вещества (12,6%) и водорастворимые полисахариды (4,03%). В водорастворимых полисахаридах травы горчака ползучего преобладают арабиноза (7,7%) и галактоза (6,9%). Основу пектиновых веществ составляет галактуроновая кислота (83,6%). В гемицеллюлозах преобладающим моносахаридом является ксилоза. Пектиновые вещества травы горчака ползучего характеризуются невысокой ($\lambda < 50\%$) степенью этерификации.

Ключевые слова: *Acroptilon repens* L.; *Asteraceae*; полисахариды.

N.N. Shestopalova

**STUDY OF POLYSACCHARIDES OF THE *ACROPTILON
REPENS* L. HERB OF THE FLORA OF TULA REGION**

Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: malyutina_a@bsu.edu.ru

Abstract. *The aim of the research was to study the component composition of polysaccharide complexes of the *Acroptilon repens* L. herb. Materials and methods.* The air-dry *Acroptilon repens* L. herb, harvested in 2017 on the territory of the Tula region in the period of mass flowering was used as an object of the research. Isolation of polysaccharide complexes was carried out fractionally, according to the method of Kochetkov (first, there were obtained water-soluble polysaccharide complexes, and then – pectin substances and hemicelluloses A and B). The monosaccharide composition of the isolated polysaccharide complexes was established by acid hydrolysis, followed by chromatography with n-butanol – pyridine – water solvent systems purified (6 : 4 : 3) and ethyl acetate – acetic acid – formic acid – purified water (18 : 3 : 1 : 4) in parallel with reliable samples. The quantitative content of sugars in the hydrolysates of polysaccharides was determined by densitometry. Titrometric methods were used for the quantitative determination of functional groups in the pectin substances of the investigated raw material. *Results of the study.* In the course of the study, water-soluble polysaccharide complexes, pectin substances, hemicelluloses A and B were isolated from the *Acroptilon repens* L. herb. It was established that pectic substances (12.6%) and water-soluble polysaccharides (4.03%) were the predominant substances. In water-soluble polysaccharides of the *Acroptilon repens* L. herb, arabinose (7.7%) and galactose (6.9%) predominate. The basis of pectin substances is galacturonic acid (83.6%). In hemicelluloses, xylose is the predominant monosaccharide. The pectin substances of the *Acroptilon repens* L. herb are characterized by a low (<50%) degree of esterification.

Keywords: *Acroptilon repens* L.; *Asteraceae*; polysaccharides.

Введение. Интерес к полисахаридам природного происхождения непрерывно растет в течение последнего десятилетия. Сегодня они используются в самых различных областях как экопродукты, пищевые добавки, в косметологии, фармацевтике и биомедицине [3, 10]. Ученые отмечают важную роль природных полисахаридов и их производных в работе контролируемых систем доставки лекарств, особенно пролонгированных и

термолабильных препаратов [9]. Сегодня эти биологические полимеры обратили на себя внимание в качестве перспективных материалов в области тканевой инженерии [7].

Фитопрепараты на основе полисахаридов применяют в качестве отхаркивающих и противовоспалительных средств [3], широко известны их обволакивающие и смягчительные свойства [1, 3], антигипоксическое, антиоксидантное, ге-

патопротекторное и радиопротекторное действие [3, 11]. Ряд исследователей подчеркивает перспективность использования полисахаридов для коррекции липидного обмена и в терапии сахарного диабета [8, 13]. Некоторые полисахариды оказались эффективными антиульцерогенными агентами [3]. В литературе есть данные об иммуномодулирующей и противоопухолевой активности полисахаридов [5, 14], а также сведения об их способности восстанавливать работоспособность, что нашло применение в спортивной медицине [3, 12].

Широчайшая область практического применения и богатый спектр фармакологической активности обуславливают важность поиска новых источников получения полисахаридов, с последующим изучением их компонентного состава и разработкой методов выделения и количественного определения.

Горчак ползучий (*Acroptilon repens* L.) – многолетнее корнеотпрысковое травянистое растение с прутьевидно-ветвистыми паутинистыми стеблями семейства Астровые (*Asteraceae*). Широко распространен на юге и востоке европейской части России. Растет на солнечных местах в степях, на солончаковых лугах, залежах и как злостный корнеотпрысковый сорняк на полях. В народной медицине Средней Азии, Азербайджана и Крыма водный настой горчак ползучего рекомендуют принимать при малярии, а в Азербайджане – при эпилепсии. Отвар травы применяется наружно в виде обмываний, примочек и компрессов в качестве противочесоточного средства. Отвар плодов нашел применение как антигельминтное средство, а также при кашле и туберкулезе легких. Его же рекомендуют втирать в голову при выпадении волос. [6] Однако

растение не нашло применение в научной медицине, что отчасти связано с недостаточностью изученности его химического состава.

Цель работы – изучение компонентного состава полисахаридных комплексов травы горчак ползучего (*Acroptilon repens* L.).

Материалы и методы исследования.

В качестве объекта исследования была использована воздушно-сухая измельченная трава горчак ползучего (*Acroptilon repens* L.). Сырье заготавливали в 2017 г. на территории Тульской области в период массового цветения растения.

Выделение полисахаридов проводили по методике Н.К. Кочеткова последовательно тремя фракциями: сначала – водорастворимые полисахаридные комплексы (ВРПС), затем – пектиновые вещества (ПВ) и гемицеллюлозы А и Б (ГЦ А и ГЦ Б) [2, 4].

Моносахаридный состав полисахаридных комплексов травы горчак ползучего устанавливали после гидролиза кислотой серной (1 моль/л) [2, 4]. Идентификацию моносахаридов в гидролизатах проводили методом бумажной хроматографии параллельно с достоверными образцами в системах растворителей: этилацетат – кислота уксусная – кислота муравьиная – вода (18:3:1:4) и н-бутанол-пиридин-вода (6:4:3). После высушивания на воздухе хроматограммы обрабатывали анилинфталатным реактивом и нагревали в сушильном шкафу при температуре 100-105°C; моносахариды проявлялись в виде красновато-коричневых пятен.

Количественное содержание сахаров в гидролизатах устанавливали методом денситометрии после хроматографиро-

вания в тонком слое сорбента [4]. Количественное определение функциональных групп пектиновых веществ (свободных карбоксильных, метоксилированных карбоксильных, общее количество карбоксильных, а также содержание метоксилированных групп) проводили титрометрическим методом [4].

Результаты исследования и их обсуждение. По методике Н.К. Кочеткова из травы горчачка ползучего фракционно были выделены ВРПС, ПВ, ГЦ А, ГЦ Б.

ВРПС травы горчачка ползучего – это бледно-коричневый аморфный порошок, образующий при растворении в воде опалесцирующий раствор (рН 1% водного раствора находится в пределах 5-6). ВРПС исследуемого сырья растворимы в водных растворах щелочей и кислот, но не растворимы в органических растворителях, дают положительные реакции осаждения со спиртом этиловым и ацетоном, а также реакцию с реактивом Фелинга после кислотного расщепления полисахаридов.

ПВ травы горчачка ползучего представляют собой светло-серый аморфный порошок, который растворяется в воде с образованием вязкого раствора (рН 1% водного раствора находится в пределах 3-4). Водные растворы пектиновых веществ осаждаются 1% раствором алюминия сульфата с образованием пектатов.

Методом хроматографии на бумаге параллельно с достоверными образцами сахаров в исследуемых ВРПС идентифицировали галактозу, ксилозу, арабинозу. Из кислых сахаров в траве горчачка ползучего была обнаружена кислота галактуроновая. В выделенных ПВ преобладает галактуроновая кислота, в них обнаружены также и нейтральные моносахариды – глюкоза, галактоза, ксилоза, арабиноза (табл. 1).

Гемицеллюлозы (ГЦ А и ГЦ Б) представляют собой аморфные порошки желтовато-коричневого цвета. В гидролизатах ГЦ А и ГЦ Б обнаружены глюкоза, галактоза, ксилоза (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика полисахаридов, выделенных из травы горчачка ползучего (*Acroptilon repens* L.)

Table 1

Characteristics of polysaccharides isolated from the *Acroptilon repens* L. herb

Фракция полисахаридов	Выход из воздушно-сухого сырья, %	глюкоза	галактоза	ксилоза	арабиноза	Галактуроновая кислота
ВРПС	4,03	–	6,9	0,4	7,7	3,4
ПВ	12,60	2,5	0,4	1,8	1,2	83,6
ГЦ А	3,25	–	2,2	7,1	–	–
ГЦ Б	1,72	1,6	1,2	5,8	–	–

Примечание: прочерк – отсутствие полисахарида.

Как видно из приведенных данных, в ВРПС травы горчачка ползучего преобладают арабиноза (7,7%) и галактоза (6,9%). Основу пектиновых веществ со-

ставляет галактуроновая кислота (83,6%). В гемицеллюлозах преобладающим моносахаридом является ксилоза.

Пектиновые вещества травы горчак ползучего характеризуются невысо-

кой ($\lambda < 50\%$) степенью этерификации (табл. 2).

Таблица 2

Содержание основных функциональных групп в пектиновых веществах травы горчак ползучего (*Acroptilon repens* L.)

Table 2

The content of the main functional groups in the pectic substances of the *Acroptilon repens* L. herb

Функциональные группы, %				Степень этерификации (λ), %
K _c	K _M	K _o	OCH ₃	
6,84	1,39	8,32	0,96	16,71

Примечание: K_c – свободные карбоксильные группы; K_M – метоксилированные карбоксильные группы; K_o – общее количество карбоксильных групп; OCH₃ – метоксильные группы.

Выводы

1. Углеводные комплексы травы горчак ползучего представлены ВРПС, ПВ, ГЦ. Преобладающими веществами являются ПВ и ВРПС.

2. Установлен качественный и количественный моносахаридный состав исследуемых полисахаридов.

3. Пектиновые вещества горчак ползучего характеризуются невысокой ($\lambda < 50\%$) степенью этерификации.

В отношении данной статьи не было зарегистрировано конфликта интересов.

Список литературы

1. Бойцова Т.М., Назарова О.М. Обоснование условий экстракции полисахаридов из настоя семени льна // *Фундаментальные исследования*. 2015. №8-1. С. 14-18.

2. Бубенчикова В.Н., Степнова И.В., Воробьева Е.А. Изучение веществ первичного биосинтеза травы горюхи ястребиновой (*Picris hieracioides* L.) // *Медицинский вестник Башкортостана*. 2016. Том 11, № 5 (65). С. 67-70.

3. Криштанова Н.А., Сафонова М.Ю., Болотова В.Ц. и др. Перспективы использования растительных полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических

средств // *Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2005. № 1. С. 212-221.

4. Малютина А.Ю., Шестопалова Н.Н. Исследование состава полисахаридных комплексов *Achyrophorus maculatus* L. флоры Тульской области // *Научный результат. Серия Медицина и Фармация*. 2015. Т.1, № 3. С. 143-150.

5. Сафонова Е.А., Лопатина К.А., Разина Т.Г., Федорова Е.П., Зуева Е.П., Гурьев А.М., Белоусов М.В. Эритропозиндуцирующая активность полисахаридов *Tussilago farfara* L. на фоне комбинированного применения цисплатина и этопозида // *Сибирский онкологический журнал*. 2017. 16(4). С. 42-48.

6. Ткаченко А.Н., Куликова М.Д., Малютина А.Ю. *Acroptilon repens* L. – перспективное растение народной медицины // *Взгляд будущих специалистов на проблемы современной медицины: сборник тезисов научной сессии медицинского института НИУ «БелГУ» / под общ. ред. О.А. Ефремовой*. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ». 2016. С. 112.

7. Bacáková L., Novotná K., Parížek M. Polysaccharides as cell carriers for tissue engineering: the use of cellulose in vascular wall reconstruction // *Physiological Research*. 2014. 63 (1). Pp. 29-47.

8. Kim K.J., Lee O.H., Lee B.Y. Fucoidan, a sulfated polysaccharide, inhibits adipogenesis through the mitogen-activated protein kinase

pathway in 3T3-L1 preadipocytes // *Life Sci.* 2010. 86(21-22). Pp. 791-797.

9. Kumar D., Pandey J., Raj V., Kumar P. A review on the modification of polysaccharide through graft copolymerization for various potential applications // *The Open Medicinal Chemistry Journal.* 2017. 11. Pp. 109-126.

10. Laurienzo P., Fernandes J.C., Collic-Jouauland J., Fitton S. The use of natural polysaccharides as biomaterials // *BioMed Research International.* 2015. Pp. 1-2.

11. Li Ch., Li X., You L., Fu X., Liu R.H. Fractionation, preliminary structural characterization and bioactivities of polysaccharides from *Sargassum pallidum* // *Carbohydrate Polymers.* 2017. 155. Pp. 261-270.

12. Liu J., Du C., Wang Y., Yu Zh. Anti-fatigue activities of polysaccharides extracted from *Hericium erinaceus* // *Experimental and Therapeutic Medicine.* 2015. 9(2). Pp. 483-487.

13. Wang P.-Ch., Zhao Sh., Yang B.-Y., Wang Q.-H., Kuang H.-X. Anti-diabetic polysaccharides from natural sources: a review // *Carbohydrate Polymers.* 2016. 148. Pp. 86-97.

14. Zheng Ya., Wang Q., Lu X., Zheng B., Xiao J. Antitumor and immunomodulatory activities of the hot water-soluble polysaccharides from lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) seeds // *Free Radical Biology and Medicine.* 2016. 100. P. 133.

References

1. Boytsova, T.M., Nazarova, O.M. (2015), “Obosnovaniye usloviy ekstraktsii polisakharidov iz nastoya semeni lna” [Justification of the conditions for extraction of polysaccharides from the infusion of flax seed], *Fundamentalnyye issledovaniya*, 8-1, 14-18. *Russian.*

2. Bubenchikova, V.N., Stepnova, I.V., Vorobyeva, E.A. (2016), “Izucheniye veshchestv pervichnogo biosinteza travy gorlyukhi yastrebinkovoy (*Picris hieracioides* L.)” [The study of substances of primary biosynthesis of hawkweed oxtongue (*Picris hieracioides* L.)], *Meditinskiy vestnik Bashkortostana*, 11, 5(65), 67-70. *Russian.*

3. Krishtanova, N.A., Safonova, M.Yu., Bolotova, V.Ts. i dr. (2005), “Perspektivy ispolzovaniya rastitelnykh polisakharidov v

kachestve lechebnykh i lecheno-profilakticheskikh sredstv” [Prospects for the use of plant polysaccharides as therapeutic and therapeutic-prophylactic means], *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 1, 212-221. *Russian.*

4. Malyutina, A.Yu., Shestopalova, N.N. (2015), “Issledovaniye sostava polisakharidnykh kompleksov *Achyrophorus maculatus* L. flory Tulskey oblasti” [Investigation of the *Achyrophorus maculatus* L. polysaccharide complex composition of the flora of Tula region], *Nauchnyy rezultat. Seriya Meditsina i Farmatsiya*, 1, 3, 143-150. *Russian.*

5. Safonova, E.A., Lopatina, K.A., Razina, T.G., Fedorova, E.P., Zuyeva, E.P., Guryev, A.M., Belousov, M.V. (2017), “Eritropoezindutsiruyushchaya aktivnost polisakharidov *Tussilago farfara* L. na fone kombinirovannogo primeneniya tsisplatina i etopozida” [Erythropoiesis-induced activity of polysaccharides of *Tussilago farfara* L. against the background of the application of cisplatin and etoposide], *Sibirskiy onkologicheskiy zhurnal*, 16(4), 42-48. *Russian.*

6. Tkachenko, A.N., Kulikova, M.D., Malyutina, A.Yu. (2016), “*Acroptilon repens* L. – perspektivnoye rasteniye narodnoy meditsiny” [*Acroptilon repens* L. as a promising plant of traditional medicine], *Vzglyad budushchikh spetsialistov na problemy sovremennoy meditsiny: sbornik tezisov nauchnoy sessii meditsinskogo instituta NIU «BelGU» / pod obshch. red. O.A. Efremovoy.* Belgorod: ID «Belgorod» NIU «BelGU», 112. *Russian.*

7. Bacáková, L., Novotná, K., Parížek, M. (2014), “Polysaccharides as cell carriers for tissue engineering: the use of cellulose in vascular wall reconstruction”, *Physiological Research*, 63 (1), 29-47.

8. Kim, K.J., Lee, O.H., Lee, B.Y. (2010), “Fucoidan, a sulfated polysaccharide, inhibits adipogenesis through the mitogen-activated protein kinase pathway in 3T3-L1 preadipocytes”, *Life Sci*, 86(21-22), 791-797.

9. Kumar, D., Pandey, J., Raj, V., Kumar, P. (2017), “A review on the modification of polysaccharide through graft copolymerization

for various potential applications”, *The Open Medicinal Chemistry Journal*, 11, 109-126.

10. Laurienzo, P., Fernandes, J.C., Collic-Jouauland, J., Fitton, S. (2015), “The use of natural polysaccharides as biomaterials”, *BioMed Research International*, 1-2.

11. Li, Ch., Li, X., You, L., Fu, X., Liu, R.H. (2017), “Fractionation, preliminary structural characterization and bioactivities of polysaccharides from *Sargassum pallidum*”, *Carbohydrate Polymers*, 155, 261-270.

12. Liu, J., Du, C., Wang, Y., Yu, Zh. (2015), “Anti-fatigue activities of polysaccharides extracted from *Hericium erinaceus*”, *Experimental and Therapeutic Medicine*, 9(2), 483-487.

13. Wang, P.-Ch., Zhao, Sh., Yang, B.-Y., Wang, Q.-H., Kuang, H.-X. (2016), “Anti-diabetic polysaccharides from natural sources: a review”, *Carbohydrate Polymers*, 148, 86-97.

14. Zheng, Ya., Wang, Q., Lu, X., Zheng, B., Xiao, J. (2016), “Antitumor and immunomodulatory activities of the hot water-soluble

polysaccharides from lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) seeds”, *Free Radical Biology and Medicine*, 100, 133.

Шестопалова Наталья Николаевна – доцент кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Shestopalova Nataliya Nikolaevna – Associate Professor, Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor.