

measurement of plant functional traits worldwide. *Aust J Bot.* 2016;64(8):715–6. doi: <https://doi.org/10.1071/BT12225> CO

19. Garnier E, Shipley B, Roumet C, Laurent G. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Funct Ecol.* 2001;15(5):688–95. doi: 10.1046/j.0269-8463.2001.00563.x

20. Buzuk GN. Determination of projective cover and yield using photo point method. *Vestnik farmatsii.* 2013;(3):74–80. (In Russ.)

21. Buzuk GN, Sozinov OV. Methods for accounting for the projective cover of plants: a comparative assessment using photo plots. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk.* 2014;16(5):1644–9. (In Russ.)

22. Buzuk GN. Application of growth functions and asymptotic functions in determining the projective cover and yield of medicinal plants. *Vestnik farmatsii.* 2014;(1):59–67. (In Russ.)

23. Kuz'micheva NA, Buzuk GN, Lomako EV. Linear and nonlinear relationships between yield and projective cover of medicinal plants. *Vestnik farmatsii.* 2015;(1):24–8. (In Russ.)

24. Rudenko EV, Buzuk GN, Kuz'micheva NA. Determining the quality of approximation of the dependencies of yield and projective cover of lily of the valley using the Weibull function and allometric. *Vestnik farmatsii.* 2017;(1):41–7. (In Russ.)

25. Mahanta DJ, Borah M. Parameter Estimation of Weibull Growth Models in Forestry. *International Journal of Mathematics Trends and Technology.* 2014;8(2):157–63. doi: 10.14445/22315373/IJMTT-V8P521

26. Winkel-Shirley B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Curr Opin Plant Biol.* 2002;5(3):218–23. doi: 10.1016/s1369-5266(02)00256-x

27. Bhattacharyya P, Ghosh A. Medicinal

Plants Metabolomics in Response to Abiotic Stresses. In: Husen A, Iqbal M, editors. *Medicinal Plants: Their Response to Abiotic Stress.* Singapore: Springer Nature Singapore; 2023. p. 109–25

28. Gershenzon J. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. In: Timmermann BN, Steelink C, Loewus FA, editors. *Phytochemical adaptations to stress.* New York, USA: Springer Science; 1984. p. 273–320

29. Anjali, Kumar S, Korra T, Thakur R, Arutselvan R, Kashyap AS, et al. Role of plant secondary metabolites in defence and transcriptional regulation in response to biotic stress. *Plant stress.* 2023;8(Art 100154). doi: 10.1016/j.stress.2023.100154

30. Khan A, Kanwal F, Ullah S, Fahad M, Tariq L, Altaf MT, et al. Plant secondary metabolites – Central regulators against abiotic and biotic stresses. *Metabolites.* 2025;15(4 Art 276). doi: 10.3390/metabo15040276

31. Li C, Wu Y. Recent Advancements in Biotic and Abiotic Stress Responses and Regulation Mechanism in Horticultural Plants. *Horticulturae.* 2025;11(4 Art 408). doi: 10.3390/horticulturae11040408

32. Głuchowska A, Zieniuk B, Pawełkowicz M. Unlocking Plant Resilience: Metabolomic Insights into Abiotic Stress Tolerance in Crops. *Metabolites.* 2025;15(6 Art 384). doi: 10.3390/metabo15060384

Адрес для корреспонденции:

г. Витебск, Республика Беларусь,

тел. +375-29-715-08-38,

e-mail: buzukg@mail.ru,

профессор, доктор фармацевтических наук,

Бузук Г. Н.

Поступила 12.12.2025 г.

УДК: 615.322

DOI: <https://doi.org/10.52540/2074-9457.2025.4.33>

А. А. Осипова, А. А. Погочкая

**ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЛТЕЯ АРМЯНСКОГО
(*ALTHAEA ARMENIACA* TEN.) КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСТОЧНИКА
ПОЛИСАХАРИДОВ**

**Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
г. Витебск, Республика Беларусь**

В настоящее время корни алтея армянского используются в медицине и фармации как отхаркивающее и противовоспалительное средство для лечения заболеваний верхних дыхательных путей. Представляет интерес изучение химического состава надземной части алтея армянского, поскольку литературных данных, касающихся содержания групп биологически активных веществ в растении, недостаточно для разработки ме-

тодов стандартизации травы алтея армянского как потенциального источника лекарственного растительного сырья (ЛРС). В данной работе надземная часть алтея армянского рассматривается как возможный источник полисахаридов. В ходе исследования проводили качественный фитохимический анализ, включающий качественные химические реакции, характерные для полисахаридов, а также хроматографический анализ полисахаридного состава надземной части алтея армянского. Исследовали траву, листья, цветки и стебли растения. В результате фитохимического анализа разработаны методики обнаружения полисахаридов в надземных частях алтея армянского с помощью метода тонкослойной хроматографии (ТСХ). Результаты качественных химических реакций свидетельствуют о наличии во всех анализируемых частях полисахаридов (слизей), моносахаридные компоненты которых (галактоза, арабиноза) установлены в результате хроматографического анализа. Предложены условия проведения ТСХ-анализа для идентификации моносахаридов в надземной части алтея армянского и в ЛРС «*Althaeae radix*». Полученные результаты необходимы для дальнейших исследований и могут быть использованы при разработке нормативной документации на новое ЛРС и внесении дополнений в существующую нормативную документацию.

Ключевые слова: алтей армянский, полисахариды, надземная часть, качественный химический анализ, тонкослойная хроматография.

ВВЕДЕНИЕ

Производство отечественных лекарственных растительных препаратов подразумевает наличие сырьевой базы, большая часть которой обеспечивается за счет культивирования лекарственных растений. Продукция лекарственного растениеводства отличается большим разнообразием видов и сортов лекарственных растений и остается востребованной в Республике Беларусь, поскольку развитие данной отрасли позволяет снизить необходимость в импорте ЛРС [1].

В Республике Беларусь корни алтея (*Althaeae radix*) являются фармакопейным ЛРС и представляют собой боковые и недревесневшие стержневые корни многолетних травянистых растений *Althaea officinalis* L. и *Althaea armeniaca* Ten. [2].

Корни алтея являются источником полисахаридов (до 35% слизей, состоящих из пентозанов, гексозанов и уроновых кислот), пектиновых веществ, органических кислот, дубильных веществ и используются как противовоспалительное и отхаркивающее средство при заболеваниях дыхательных путей [3].

В медицине и фармации также используется надземная часть алтея лекарственного, включенная в виде ЛРС в Российскую (*Althaeae officinalis herba*), Европейскую и Британскую (*Althaeae folium*) фармакопеи. Представляет интерес надземная часть алтея армянского как потенциальный источник биологически активных веществ.

Алтей армянский (*Althaea armeniaca*

Ten.) – многолетнее травянистое растение, достигающее в высоту от 40 до 200 см. Отличительным признаком вида является наличие трех-, пятилопастных (до рассеченных) листьев; листовая пластинка округлой формы с зубчатым краем. Цветки располагаются на коротких цветоножках по 1–4 в пазухах листьев, образуя соцветия. Имеется чашечка в виде 5 сросшихся чашелистиков, а также подчашие. Венчик сиренево-фиолетовый, длиной до 15 мм. Плод состоит из мерикарпиев размером до 3 мм в длину и ширину, имеющих округлую форму и коричневую окраску. Семена коричневые, почковидные, длиной 1–2 мм и шириной 2–2,5 мм. Растет в низовьях Дона и Волги, в Центральной Азии, Казахстане, на Кавказе. Предпочитает берега рек, поля, луга [3, 4].

Химический состав надземной части алтея армянского изучен не полностью. Имеются сведения об элементном составе, представленным 62 химическими элементами, включая все жизненно необходимые и условно жизненно необходимые элементы. При этом листья, побеги и стебли не различаются по составу, но имеются отличия в содержании отдельных элементов. Практически для всех обнаруженных элементов максимальное содержание отмечено в листьях, лишь для некоторых (Ni, Cu, Br, As, V, Se, Ru, Te, W, Au, Ag) элементов выявлено наибольшее количество в стеблях [5].

В листьях алтея армянского обнаружены полипренолы. Полипренолы представляют собой природные изо-

преноидные спирты с общей формулой $H-(C_5H_8)_n-OH$ ($n > 4$), обладающие высокой биологической активностью. Являясь предшественниками транспортного липида всех живых организмов – долихола, полипренолы участвуют в регуляции транспорта сахаридов и включения их в синтез гликопротеидов и гликолипопротеидов – компонентов рецепторов и гормонов [6, 7]. Установлено, что полипренолы *A. armeniaca* Ten. состоят из 10–13 изопреновых звеньев, при этом доминирующим соединением является ундекапренол. Кроме того, выявлена изменчивость содержания полипренолов в зависимости от возраста растения и фазы вегетации. Максимальное содержание полипренолов наблюдалось в период плодоношения и созревания семян у растений второго года жизни [8, 9].

С целью изучения полипренолов алтея армянского проводилось исследование, в ходе которого печень крыс поражали гелиотрином, парацетамолом, этанолом и тетрахлорметаном. Установлено, что оральное введение фракции полипренолов из алтея армянского крысам с пораженной печенью способствовало уменьшению выраженности процессов цитолиза гепатоцитов, восстановлению антиоксидантной, монооксигеназной и NO-эргической систем клеток печени, а также положительно влияло на биохимические показатели желчи [10].

Исследования химического состава нескольких видов алтея методами высокоэффективной жидкостной и бумажной хроматографий показали, что цветки и листья алтея армянского содержат скополетин, относящийся к группе кумаринов, и фенолокислоты (протокатеховая, п-гидроксибензойная, ванилиновая и некоторые другие), преобладающие в цветках по сравнению с листьями [11]. При хроматографическом исследовании надземной части и корней алтея армянского и алтея лекарственного было установлено наличие 9 соединений из группы кумаринов в обоих растениях [12].

При изучении флавоноидного состава некоторых видов рода *Althaea* методом высокоэффективной жидкостной хроматографии у алтея армянского было выявлено наибольшее сходство флавоноидов с таковым у алтея лекарственного [13].

Изучение химического состава корней алтея армянского показало наличие водо-

растворимых полисахаридов, представленных крахмалом, пектиновых веществ, стериннов, триацилглицериннов, свободных жирных кислот [14]. Представляет интерес доказательство гипотезы о том, что надземная часть алтея армянского может являться потенциальным источником полисахаридов.

Заготовка травы алтея армянского как ЛРС позволит расширить сырьевую базу и уменьшить потери биомассы при культивировании вида, поскольку в настоящее время используются только корни растения, при заготовке которых надземная фитомасса отбрасывается. В связи с чем актуальным остается изучение химического состава надземной части алтея армянского и совершенствование методов идентификации сырья.

В существующей нормативной документации, фармакопейной статье «Алтея корни» в разделе «Подлинность» (идентификация) представлена только одна реакция с раствором аммиака разведенным или раствором натрия гидроксида разведенным (желтое окрашивание) [2].

Вместе с тем данная структурная часть фармакопейной статьи может быть дополнена разделом «Тонкослойная хроматография», который включен практически во все частные фармакопейные статьи (73,4%) Государственной фармакопеи Республики Беларусь как наиболее распространенный, доступный и точный лабораторный метод идентификации ЛРС. При анализе частных фармакопейных статей на ЛРС было выявлено отсутствие методики обнаружения полисахаридов с помощью метода тонкослойной хроматографии.

Цель исследования – изучить полисахаридный состав надземной части *Althaea armeniaca* Ten. методами качественного химического и хроматографического анализов и совершенствовать методы идентификации сырья с помощью тонкослойной хроматографии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – алтей армянский. Культивирование и заготовку сырья осуществляли на территории Витебской области Республики Беларусь. Заготовку производили в период цветения. Исследовали траву, листья, стебли и цветки растения.

Обнаружение полисахаридов проводили качественным химическим и хроматографическим методами. Использовали ТСХ на пластинках Cellulose (Merck KGaA, Germany).

Условия хроматографического определения разрабатывали на основе имеющихся литературных данных [2, 15, 16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обнаружение полисахаридов.

В ходе исследования проводили качественные химические реакции, характерные для полисахаридов. Готовили водные извлечения из травы, листьев, цветков, а также стеблей алтея армянского в соотношении сырье-экстрагент 1 : 20, экстрагировали в течение 30 минут на кипящей водяной бане с обратным холодильником, а затем процеживали через вату. Следует отметить, что все полученные извлечения имели вязкую консистенцию, что косвенно свидетельствует о наличии полисахаридов.

Для обнаружения полисахаридов проводили реакцию с 96%-м спиртом этиловым: 2 мл извлечения из сырья переносили в пробирку, добавляли трехкратный объем спирта и нагревали на водяной бане в течение 5 минут. Помутнение раствора и образование хлопьевидных сгустков, выпада-

ющих в осадок, оценивается как положительный аналитический эффект реакции.

Для доказательства наличия веществ углеводной кислотной природы также используется реакция Дюбуа (фенол-серная реакция): содержимое пробирки, полученное при проведении реакции со спиртом этиловым, фильтровали через стеклянный фильтр, осадок на фильтре растворяли в 0,2 мл 0,1 н раствора NaOH. К полученному раствору добавляли 0,2 мл 5%-го водного раствора фенола и 2 мл H₂SO₄ концентрированной и нагревали на водяной бане 10 минут, после чего оценивали результаты. Появление оранжево-красной окраски оценивается как положительный эффект реакции.

Для подтверждения наличия слизей проводили реакцию с 5%-м раствором гидроксида натрия на поверхности сырья, поместив на предметное стекло измельченное сырье и добавив к нему несколько капель реактива, после чего оценивали аналитический эффект (положительным считается появление желтой окраски).

Результаты качественного химического анализа свидетельствуют о наличии полисахаридов (слизей) в надземной части *Althaea armeniaca* Ten. При этом положительный аналитический эффект реакций наблюдался для всех анализируемых частей (таблица 1).

Таблица 1. – Результаты качественных химических реакций на полисахариды (слизи)

№	Используемые реактивы	Аналитический эффект	Результаты реакции			
			трава	листья	стебли	цветки
1	5%-й раствор гидроксида натрия	желтое окрашивание	+	+	+	+
2	96%-й спирт этиловый	осадок, муть	+	+	+	+
3	5%-й раствор фенола, серная кислота (конц.)	оранжево-красное окрашивание	+	+	+	+

Анализ моносахаридного состава проводили с помощью метода ТСХ.

Предварительно проводили кислотный гидролиз при нагревании извлечений из травы, листьев, цветков и стеблей алтея армянского на кипящей водяной бане в течение 1 часа с использованием раствора 1М H₂SO₄ в соотношении сырье – экстрагент 1:20. Полученные извлечения процеживали через вату и использовали для хроматографического анализа. Анализируемые пробы объемом 5 мкл наносили на пластинки Cellulose (Merck KGaA, Germany) в виде полос длиной около 1 см. В качестве растворов сравнения использова-

ли 0,5% водные растворы стандартных образцов – галактозы и арабинозы в объеме 1 мкл.

С целью проведения сравнительного анализа компонентного состава подземной и надземной частей готовили испытуемые растворы из корней алтея армянского способом, описанным выше для надземных частей растения.

Для выбора оптимальной подвижной фазы (ПФ) изучали следующие системы растворителей:

1. Бутанол – ацетон – вода (16 : 1 : 3).
2. Этилацетат – изопропанол – муравьиная кислота (4 : 1 : 1).

3. Бутанол – уксусная кислота – вода (4 : 1 : 2).

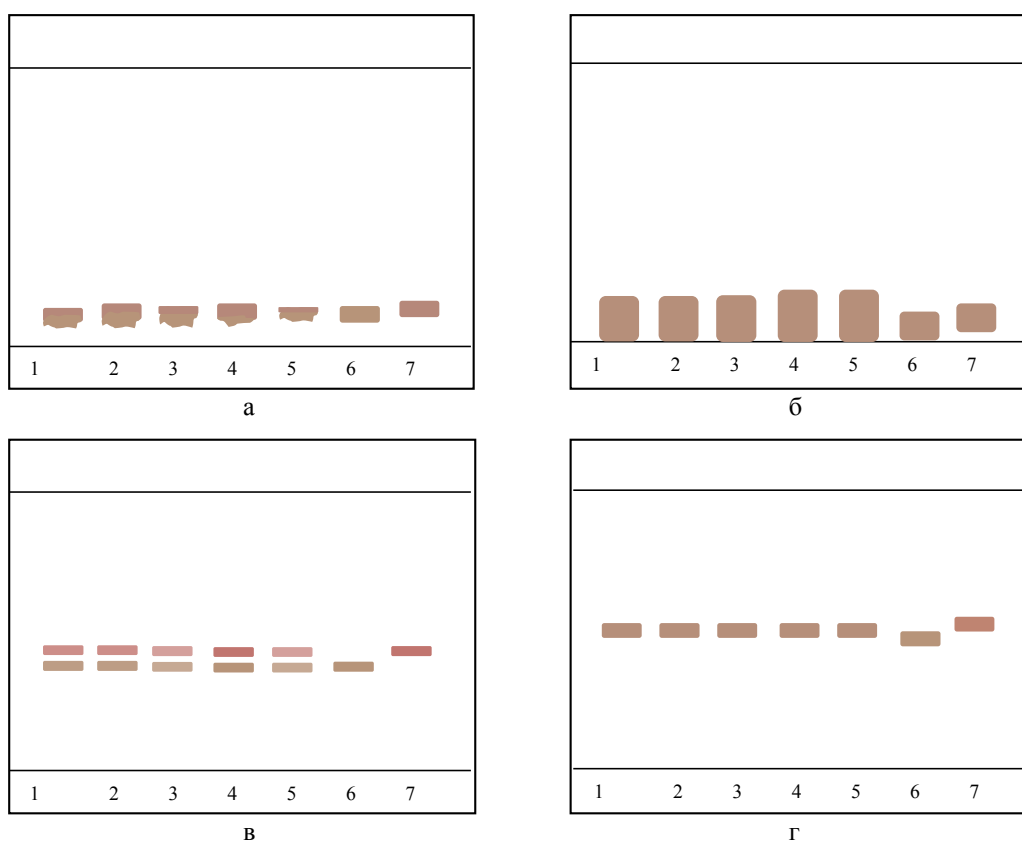
4. Этиловый спирт – аммиак – вода (16 : 1 : 3).

Систему растворителей готовили и помещали в камеру заранее, время насыщения камеры – 30 минут.

После хроматографирования восходящим способом пластинку высушивали на воздухе в вытяжном шкафу, обрабатывали анилинфталатным реактивом (смесь 1,5 мл анилина, 100 мл бутанола и 1,5 г фталевой кислоты нагревали на водяной бане до пол-

ного растворения) и нагревали в сушильном шкафу при 105 °С в течение 10 минут. Компоненты полисахаридов (продукты гидролиза) проявляются на хроматограммах в виде красно-коричневых пятен.

На хроматограммах, полученных в условиях использования ПФ № 1 и № 2, хроматографические зоны моносахаридов размыты и располагаются вблизи линии старта (рисунок 1 а, б). При использовании ПФ № 4 хроматографические зоны моносахаридов не разделяются вследствие близких величин R_f (рисунок 1 г).

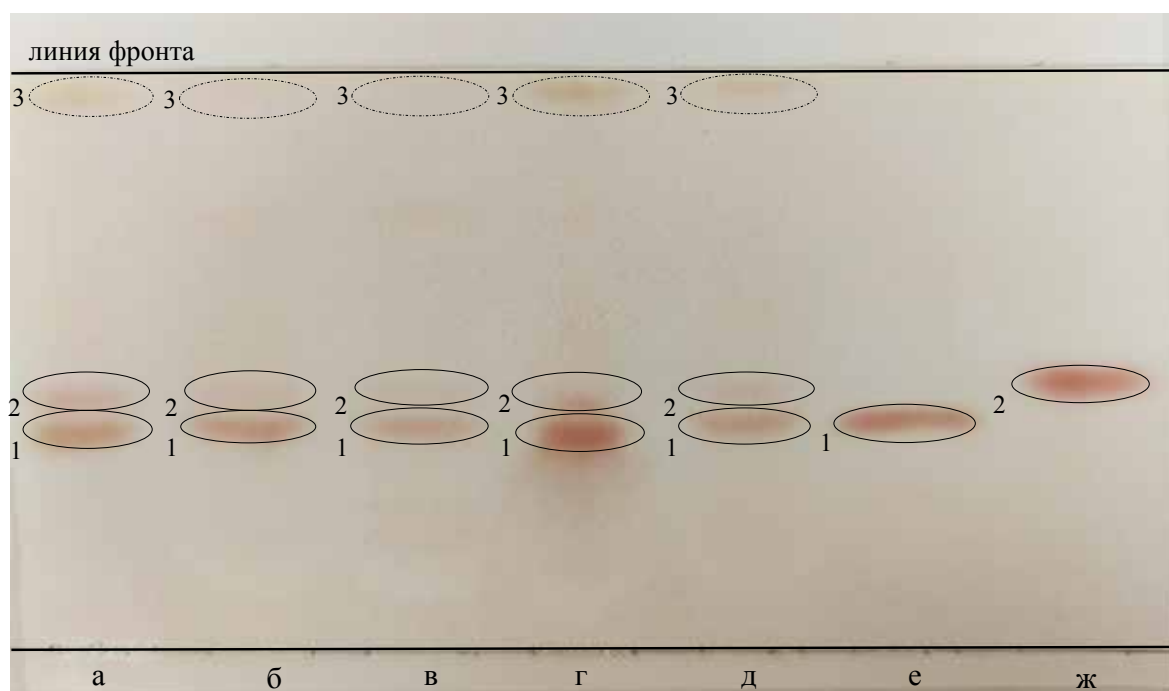


ПФ: а – бутанол – ацетон – вода (16 : 1 : 3); б – этилацетат – изопропанол – муравьиная кислота (4 : 1 : 1); в – бутанол – уксусная кислота – вода (4 : 1 : 2); г – этиловый спирт – аммиак – вода (16 : 1 : 3); исследуемые объекты – извлечения из: 1 – корней; 2 – травы; 3 – листьев; 4 – цветков; 5 – стеблей; стандартные образцы: 6 – галактоза; 7 – арабиноза

Рисунок 1. – Влияние состава ПФ на хроматографическое поведение полисахаридных компонентов в исследуемых извлечениях

Наиболее оптимальной системой для ТСХ-анализа компонентов полисахаридов нами определена система № 3 (бутанол – уксусная кислота – вода (4 : 1 : 2)), поскольку в ней наблюдалось наилучшее разделение моносахаридных остатков во всех исследуемых извлечениях (рисунок 1 в, № 1–5) и идентификация стандартных образцов (рисунок 1 в, № 6, 7).

После обработки хроматограммы реактивом и просматривания ее при дневном свете во всех исследуемых частях алтея армянского, в том числе в корнях, выявлены идентичные зоны красного и коричневого цветов. Стандартный образец галактоза обнаруживается в виде зоны коричневого цвета, стандартный образец арабиноза – в виде красного пятна (рисунок 2).



Испытуемые растворы из: а – корней; б – травы; в – листьев; г – цветков; д – стеблей; стандартные образцы: е – галактоза; ж – арабиноза; 1, 2, 3 – хроматографические зоны моносахаридов

Рисунок 2. – Хроматограмма моносахаридных компонентов алтея армянского в системе бутанол – уксусная кислота – вода (4 : 1 : 2)

Полученная хроматограмма позволяет сравнить моносахаридный состав наземной и подземной частей. Все исследуемые части алтея армянского имеют сходный моносахаридный состав: коричневые пятна с $R_f = 0,38 \pm 0,01$ (хроматографическая зона 1), пятна красного цвета с $R_f = 0,43 \pm 0,01$ (хроматографическая зона 2). При этом R_f пятен стандартных веществ галактозы ($0,38 \pm 0,01$) и арабинозы ($0,43 \pm 0,01$)

аналогичны значениям, полученным для исследуемых объектов. Следовательно, окрашенные зоны, обнаруженные во всех исследуемых объектах, соответствуют зонам стандартных образцов по цвету и показателю R_f (таблица 2). Кроме того, для всех анализируемых извлечений выявлено неидентифицированное пятно светло-оранжевого цвета с $R_f = 0,96 \pm 0,01$ (хроматографическая зона 3).

Таблица 2. – Результаты анализа хроматограммы, полученной с использованием ПФ № 3

№ пятна и его параметры	Объекты		
	Анализируемые части алтея армянского (корни, трава, листья, цветки, стебли)	Стандартный образец галактоза	Стандартный образец арабиноза
Зона № 1 – обнаружение – цвет – величина R_f	+ коричневый $0,38 \pm 0,01$	+ коричневый $0,38 \pm 0,01$	- - -
Зона № 2 – обнаружение – цвет – величина R_f	+ красный $0,43 \pm 0,01$	- - -	+ красный $0,43 \pm 0,01$
Зона № 3 – обнаружение – цвет – величина R_f	+ оранжевый $0,96 \pm 0,01$	- - -	- - -

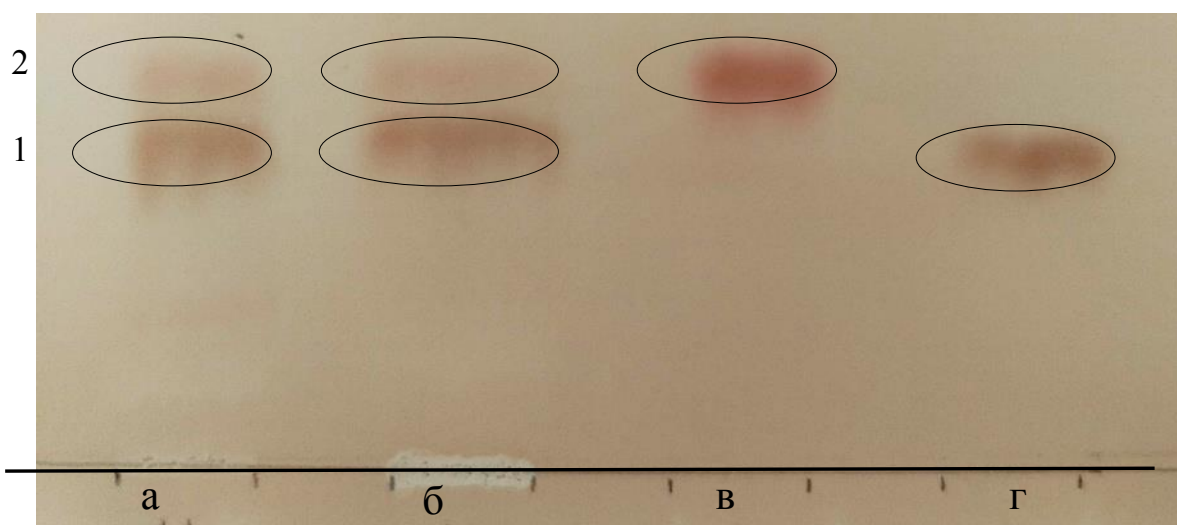
Сходство моносахаридного состава корней с надземными частями алтея армянского позволяет предположить подобный фармакологический эффект, обусловленный наличием полисахаридов, что создает предпосылки для дальнейших исследований.

В случае нанесения на хроматограмму и анализа равных количеств анализируемых образцов, различная интенсивность окраски пятен может служить косвенной характеристикой, позволяющей провести сравнительный анализ количественного содержания данных веществ в исследуемых образцах.

Поскольку ЛРС «*Althaeae radix*» включает корни двух видов – алтея лекарственного и алтея армянского, для подтверждения возможности включения ТСХ-методики идентификации моносахаридных компонентов данного ЛРС в нормативную документацию проводили обнаружение моносахаридов в корнях двух

видов алтея после предварительного кислотного гидролиза полисахаридов, содержащихся в корнях алтея лекарственного, с помощью 1М H_2SO_4 (сырье – экстрагент 1 : 20). На хроматографическую пластинку наносили извлечения из корней алтея лекарственного и корней алтея армянского, а также стандартные образцы галактозы и арабинозы. Пластинку помещали в хроматографическую камеру с подвижной фазой бутанол – уксусная кислота – вода (4 : 1 : 2), хроматографировали, затем обрабатывали анилинфталатным реактивом, нагревали в сушильном шкафу при 105 °С в течение 10 минут и оценивали результаты.

На полученной хроматограмме в корнях алтея лекарственного обнаружены моносахаридные компоненты, идентичные составу корней алтея армянского и соответствующие стандартным образцам галактозы и арабинозы по цвету и показателю R_f (рисунок 3).



Испытуемые растворы из: а – корней алтея лекарственного; б – алтея армянского; стандартные образцы: в – галактоза; г – арабиноза; 1, 2 – хроматографические зоны моносахаридов.

Рисунок 3. – Хроматограмма моносахаридных компонентов корней алтея лекарственного и алтея армянского в системе бутанол – уксусная кислота – вода (4 : 1 : 2)

Предложенная методика ТСХ может быть включена в раздел «Подлинность» частной фармакопейной статьи «*Althaeae radix*» для идентификации ЛРС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны методики обнаружения полисахаридов в надземных частях алтея армянского методом ТСХ. Установлены

оптимальные условия для хроматографического определения. Для идентификации моносахаридов в надземной части алтея армянского, в ЛРС «*Althaeae radix*» методом ТСХ определены следующие условия проведения анализа:

- гидролиз полисахаридов исследуемых объектов в течение 1 часа с использованием 1М H_2SO_4 ;
- растворы сравнения – 0,5% водные

растворы стандартных образцов галактозы и арабинозы;

– объем проб: анализируемые растворы – 5 мкл, растворы сравнения – 1 мкл;

– неподвижная фаза – пластинки Cel-lulose (Merck KGaA, Germany);

– подвижная фаза – бутанол – уксусная кислота – вода (4 : 1 : 2);

– проявление – обработка анилинфталатным реактивом с последующим высушиванием пластинки в сушильном шкафу при 105 °С в течение 10 минут.

В результате качественного химического анализа во всех анализируемых частях алтея армянского (трава, листья, стебли, цветки) установлено наличие полисахаридов (слизей). В результате хроматографического изучения надземной части алтея армянского выявлено, что основными компонентами полисахаридов являются моносахариды галактоза (группа гексоз) и арабиноза (группа пентоз). При ТСХ-анализе полисахаридов на хроматограммах также выявлено неидентифицированное вещество, содержащееся как в подземной, так и в надземной частях исследуемого объекта. Надземная часть растения имеет моносахаридный состав, аналогичный подземной части. Методика ТСХ также подтверждает аналогичный моносахаридный состав корней алтея армянского и корней алтея лекарственного и может быть включена в раздел «Подлинность» частной фармакопейной статьи «*Althaeae radix*» для идентификации ЛРС. Все вышеизложенное создаёт предпосылки для дальнейшего изучения надземной части алтея армянского как возможного источника биологически активных веществ и перспективного лекарственного растения. Результаты исследования в дальнейшем могут быть использованы при разработке нормативной документации на новый вид ЛРС и внесении дополнений в существующую нормативную документацию.

SUMMARY

A. A. Osipova, A. A. Pahotskaya
PHYTOCHEMICAL ANALYSIS
OF MARSHMALLOW (*ALTHAEA
ARMENIACA* TEN.) AS A PROMISING
SOURCE OF POLYSACCHARIDES

The roots of *Althaea armeniaca* Ten. are currently used in medicine and pharmacy as an expectorant and anti-inflammatory agent

for the treatment of upper respiratory tract diseases. Studying chemical composition of the aboveground part of the plant is of interest since literature data about the content of groups of biologically active substances in *Althaea armeniaca* Ten. are insufficient to develop the methods for standardizing the *Althaea armeniaca* Ten. herb as a potential source of medicinal plant raw materials. In this work the aboveground part of *Althaea armeniaca* Ten. is considered as a possible source of polysaccharides. During research qualitative phytochemical analysis including qualitative chemical reactions characteristic of polysaccharides as well as chromatographic analysis of the polysaccharide composition of the aboveground part of *Althaea armeniaca* Ten. was carried out. The plant, leaves, flowers and stems of the plant were examined. As a result of the phytochemical analysis conducted, methods for detecting polysaccharides in the aboveground parts of *Althaea armeniaca* Ten. have been developed using thin-layer chromatography. The results of qualitative chemical reactions indicate the presence of polysaccharides (mucilages) in all analyzed parts, monosaccharide components of which (galactose, arabinose) have been determined as a result of the chromatographic analysis. The conditions for conducting TLC analysis to identify monosaccharides in the aboveground part of *Althaea armeniaca* Ten. and in the medicinal plant raw material “*Althaeae radix*” are proposed. The results obtained are necessary for further research and can be used in the development of regulatory documentation for new medicinal plant material and making additions to the existing regulatory documentation.

Keywords: *Althaea armeniaca* Ten., polysaccharides, flavonoids, aboveground part, qualitative chemical analysis, thin-layer chromatography.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карачевская, Е. В. Экономическая эффективность выращивания лекарственных трав в условиях экономики Республики Беларусь / Е. В. Карачевская // Экономика и парадигма нового времени. – 2019. – № 3. – С. 12–17.

2. Государственная фармакопея Республики Беларусь (ГФ РБ II) : разработ. на основе Европ. Фармакопеи : в 2 т. : введ. в действие с 1 июля 2016 г. приказом М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 31.03.2016 г. № 270. – Т. 2:

Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении ; [под общ. ред. С. И. Марченко]. – Молодечно : Победа, 2016. – 1368 с.

3. Большой энциклопедический словарь лекарственных растений: учеб. пособие / Г. А. Белодубровская, М. Ю. Гончаров, Е. В. Жохова [и др.] ; под ред. Г. П. Яковлева. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2015. – 757 с.

4. Uzunhisarcikli, M. E. The taxonomic revision of *Alcea* and *Althaea* (Malvaceae) in Turkey / M. E. Uzunhisarcikli, M. Vural // Turkish journal of Botany. – 2012. – Vol. 36, N 6. – P. 603–636. – DOI: 10.3906/bot-1108-11.

5. Химические элементы надземной части *Althaea officinalis* L., и *Althaea armeniaca* Ten. / М. Г. Лежнина, М. В. Белоусов, М. А. Ханина [и др.] // Известия ГГТУ. Медицина, фармация. – 2023. – № 4. – С. 44–53. – DOI: 10.51620/2687-1521-2023-4-16-44-53.

6. Мухаметова, Ю. Р. Характеристика действующих начал и возможных механизмов влияния полипренолов на обменные процессы / Ю. Р. Мухаметова // Пища. Экология. Качество : труды XIV междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 8–10 ноября 2017 г.) / отв. за вып.: О. К. Мотовилов [и др.]. – Новосибирск : Новосибирский гос. аграрный ун-т, 2017. – Т. 2 (М-Я). – С. 70–72.

7. Полипренолы как перспективные нейрорфармакологические средства / Е. Б. Шустов, В. А. Кашуро, Е. Г. Батоцыренова [и др.] // Биомедицина. – 2020. – Т. 16, № 3 – С. 125–129. – DOI: 10.33647/2074-5982-16-3-125-129.

8. Polyisoprenoids from the leaves of *Althaea armeniaca* / N. K. Khidyrova, E. V. Van, R. Kh. Shakhidoyatov [et al.] // Chemistry of natural compounds. – 2007. – Vol. 43, N 4. – P. 470–471. – DOI: 10.1007/s10600-007-0165-3.

9. Polyprrenols from *Althaea armeniaca* leaves / E. V. Van, R. Kh. Shakhidoyatov, N. K. Khidyrova [et al.] // Chemistry of natural compounds. – 2009. – Vol. 45, N 6. – P. 775–778. – DOI: 10.1007/s10600-010-9508-6.

10. Растительные полипренолы как перспективный класс соединений, стимулирующих регенераторные процессы / Н. В. Турсунова, М. Г. Клиникова, Ю. В. Торнуев, Е. Л. Лушникова // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28977> (дата обращения: 15.10.2025).

11. Gudej, J. Chromatographic investigations of phenolic acids and coumarins in the leaves and flowers of some species of the genus *Althaea* / J. Gudej, M. L. Bieganowska // Journal of liquid chromatography. – 1990. – Vol. 13, N 20. – P. 4081–4092. – DOI: 10.1080/01483919008049590.

12. Komissarenko, S. N. Coumarins of *Althaea officinalis* and *A. armeniaca*. / S. N. Komissarenko, V. N. Kovalev // Chemistry of natural compounds. – 1992. – Vol. 28, N 2. – P. 243–244. – DOI: 10.1007/bf00630189.

13. Gudej, J. Chromatographic investigations of flavonoid compounds in the leaves and flowers of some species of the genus *Althaea* / J. Gudej, M. L. Bieganowska // Chromatographia. – 1990. – Vol. 30, N 5/6. – P. 333–336.

14. Lipids and carbohydrates from *Althaea nudiflora* and *A. armeniaca* roots / B. T. Sagdullaev, R. Kh. Shakhidoyatov, M. A. Khodzhaeva [et al.] // Chemistry of natural compounds. – 2001. – Vol. 37, N 3. – P. 208–212. – DOI: 10.1023/A:1012597419237.

15. Тринеева, О. В. Определения простых сахаров в лекарственном растительном сырье методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии (на примере плодов облепихи крушиновидной и листьев крапивы двудомной) / О. В. Тринеева, А. И. Сливкин // Химия растительного сырья. – 2020. – № 1. – С. 215–222. – DOI: 10.14258/jcprm.2020015122.

16. Корожан, Н. В. Полисахариды некоторых видов череды флоры Республики Беларусь / Н. В. Корожан // Аспирантские чтения – 2015 : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием «Молодые учёные XXI века – от идеи к практике», посвященной 85-летию Клиник СамГМУ / редкол.: Г. П. Котельников [и др.]. – Самара : Аэропринт, 2015. – С. 171–172.

REFERENCES

1. Karachevskaja EV. Economic efficiency of growing medicinal herbs in the economic conditions of the Republic of Belarus. *Ekonomika i paradigma novogo vremeni*. 2019;(3):12–7. (In Russ.)

2. Ministerstvo zdravookhraneniia Respubliki Belarus', Tsentr ekspertiz i ispytaniia v zdravookhraneniia. State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus: v 2 t. T. 2, Quality control of substances for pharmaceutical use and medicinal herbal raw materials. Marchenko SI, redactor. Molodechno, RB: Pobeda; 2016. 1368 s. (In Russ.)

3. Belodubrovskaja GA, Goncharov MIu, Zhokhova EV, Krupkina LI, Mistrova AA, Nadel' NN, i dr. The Great Encyclopedic Dictionary of Medicinal Plants : uchebnoe posobie. 3-e izd, ispr i dop. Iakovlev GP, redaktor. Sankt-Peterburg, RF: SpetsLit; 2015. 757 s. (In Russ.)

4. Uzunhisarcikli ME, Vural M. The taxonomic revision of *Alcea* and *Althaea* (Malvaceae) in Turkey. *Turk J Botany*. 2012;36(6):603–36. doi: 10.3906/bot-1108-11

5. Lezhnina MG, Belousov MV, Khanina MA, Smirnova LV, Podolina EA, Rodin AP, i dr. Chemical elements of the aboveground parts of *Althaea officinalis* L., and *Althaea armeniaca*

Ten. Izvestiia GGTU. Meditsina, farmatsiia. 2023;(4):44–53. doi: 10.51620/2687-1521-2023-4-16-44-53. (In Russ.)

6. Mukhametova IuR. Characteristics of the active principles and possible mechanisms of influence of polyphenols on metabolic processes. V: Motovilov OK, Denisov AS, Rudoi EV, Nitsievskaia KN, redaktery. Pishcha. Ekologiya. Kachestvo: trudy XIV mezhdunar nauch-prakt konf (Novosibirsk, 8–10 noiabria 2017 g). Novosibirsk, RF: Novosibirskii gos agrarnyi un-t; 2017. T. 2 (M-Ia). s.70–2. (In Russ.)

7. Shustov EB, Kashuro VA, Batotsyrenova EG, Zolotoverkhaia EA, Kim AE, Kostorova TA. Polyphenols as promising neuropharmacological agents. Biomeditsina. 2020;16(3):125–9. doi: 10.33647/2074-5982-16-3-125-129. (In Russ.)

8. Khidyrova NK, Van EV, Shakhidoyatov RKh, Mamatkulova NM, Shakhidoyatov KhM. Polyisoprenoids from the leaves of *Althaea armeniaca*. Chem Nat Compd. 2007;43(4):470–1. doi: 10.1007/s10600-007-0165-3

9. Van EV, Shakhidoyatov RKh, Khidyrova NK, Mukarramov NI, Shakhidoyatov KM. Polyphenols from *Althaea armeniaca* leaves. Chem Nat Compd. 2009;45(6):775–8. doi: 10.1007/s10600-010-9508-6

10. Tursunova NV, Klinnikova MG, Tornuev IuV, Lushnikova EL. Plant polyphenols as a promising class of compounds stimulating regenerative processes. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia. 2019;(4). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28977> (data obrashcheniia: 15.10.2025). (In Russ.)

11. Gudej J, Bieganowska ML. Chromatographic investigations of phenolic acids and coumarins in the leaves and flowers of some species of the genus *Althaea*. J Liq Chromatogr. 1990;13(20):4081–92. doi: 10.1080/01483919008049590

12. Komissarenko SN, Kovalev VN. Coumarins of *Althaea officinalis* and *A. armeniaca*. Chemistry of natural compounds. 1992;28(2):243–4. doi: 10.1007/bf00630189

13. Gudej J, Bieganowska ML. Chromatographic investigations of flavonoid compounds in the leaves and flowers of some species of the genus *Althaea*. Chromatographia; 1990;30(5-6):333–6

14. Sagdullaev BT, Shakhidoyatov RKh, Khodzhaeva MA, Chernenko TV, Turakhozhaev MT, Abduazimova MA. Lipids and carbohydrates from *Althaea nudiflora* and *A. armeniaca* roots. Chem Nat Compd. 2001;37(3):208–12. doi: 10.1023/A:1012597419237

15. Trineeva OV, Slivkin AI. Determination of simple sugars in medicinal plant materials by high-performance thin-layer chromatography (using sea buckthorn fruits and stinging nettle leaves as an example). Khimiia rastitel'nogo syr'ia. 2020;(1):215–22. doi: 10.14258/jcpm.2020015122. (In Russ.)

16. Korozhan NV. Polysaccharides of some species of succession of flora of the Republic of Belarus. V: Kotel'nikov GP, Shchukin IuV, Davydkin IL, Fedorina TA, Kuvshinova NIu, Kalinin VA, redaktery. Aspirantskie chteniia – 2015: materialy nauch-prakt konf s mezhdunar uchastiem «Molodye uchenye XXI veka – ot idei k praktike», posviashchennoi 85-letiiu Klinik SamGMU. Samara, RF: Aeroprint; 2015. s. 171–2. (In Russ.)

Адрес для корреспонденции:

210009, Республика Беларусь,
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,
УО «Витебский государственный ордена
Дружбы народов медицинский университет»,
кафедра фармакогнозии и ботаники,
e-mail: gnozia20vgmu@mail.ru,
Осипова А. А.

Поступила 18.12.2025 г.

УДК 633.88:631.42

DOI: <https://doi.org/10.52540/2074-9457.2025.4.42>

Г. Н. Бузук

МНОГОЧАСТОТНЫЙ ИМПЕДАНСНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ: МЕТОДОЛОГИЯ

г. Витебск, Республика Беларусь

В статье предложена новая электрофизическая методика оценки гранулометрического состава и минералогической активности почв. В основу метода положен анализ комплексного сопротивления (импеданса) почв и почвенных экстрактов в диапазоне частот 1–100 кГц с предварительной ультразвуковой обработкой пробы. Введены и обоснованы расчетные индексы: коэффициент частотной дисперсии (k_{fd}), отражающий