

УДК 615.074

DOI: 10.36305/0513-1634-2021-138-85-91

ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ СИНЮХИ ГОЛУБОЙ

Галина Юрьевна Шестакова, Алевтина Алексеевна Гудкова, Анна Сергеевна
Чистякова, Владимир Александрович Агафонов

ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет
394018, Россия, г. Воронеж, Университетская пл., 1
E-mail: wwwshestakova@mail.ru

Не смотря на высокий интерес исследователей к изучению органических кислот в различных растительных объектах, для многих официальных видов растений отсутствует информация о составе органических кислот. К подобным видам относится давно известное в медицинской практике растение – синюха голубая (*Polemonium caeruleum* L.), относящееся к семейству синюховые (*Polemoniaceae*).

Объектами исследования являлись образцы травы и корневища с корнями синюхи голубой, заготовленные в Алтайском крае и приобретенные у частного поставщика. Трава синюхи была собрана во время цветения, подземные органы – в осенний период первого года жизни растения. Суммарное содержание двухосновных предельных кислот (в пересчете на яблочную) проводили титриметрическим методом по ФС.2.5.0093.18 ГФ РФ XIV изд. «Рябины обыкновенной плоды». Изучение качественного состава профиля органических кислот и оценку их количественного содержания в траве изучаемых объектов проводили методом капиллярного электрофореза (Капель, СПб, Россия).

Фармакопейным методом установлено высокое содержание органических кислот в траве и корневищах с корнями синюхи голубой. Методом капиллярного электрофореза впервые изучен профиль и количественное содержание органических кислот синюхи голубой, проведен сравнительный анализ их содержания в траве и корневищах с корнями. Показано различие между надземными и подземными органами изучаемого растения, как по качественному, так и количественному составу органических кислот.

Ключевые слова: синюха голубая; синюховые; органические кислоты; титриметрия; капиллярный электрофорез

Введение

Растительный организм представляет собой уникальную сбалансированную систему. Каждый вид имеет присущий ему, индивидуальный набор биологически активных соединений, представленных разными группами метаболома. Для полного понимания ценности растения, необходимо иметь комплексное представление о его химическом составе, что обеспечивается изучением не только биологически активных соединений (БАС), оказывающих основной фармакологический эффект, но и сопутствующих веществ. К подобным соединениям относятся органические кислоты (ОК), которые чаще всего принадлежат к группе двухосновных предельных кислот. В растительных организмах они представлены в виде разных форм, например, солей с веществами основного характера (алкалоидами), эфиров и т. д., могут встречаться в нативном виде и являются буферобразователями в клеточном соке растений [6, 13]. Ценность и необходимость ОК для организма человека и животных очевидна и несомненна. ОК в организме человека являются активными метаболитами, усиливают работу слюнных желез, проявляют противовоспалительный, желчегонный эффекты, являются природными антиоксидантами [3, 7, 13]. Актуальность изучения ОК растительных объектов подтверждается наличием большого количества научных работ, посвященных количественной оценке ОК в растительном сырье, для чего авторы используют несколько способов – алкалометрическое титрование (фармакопейный метод) [3, 4, 12], высокоэффективная жидкостная хроматография [7], газо-жидкостная хроматография [2, 8], хромато-масс-спектрометрия [1], капиллярный электрофорез [4,

9, 11]. Не смотря на высокий интерес исследователей к данной группе соединений, для многих официальных видов растений отсутствует информация о составе ОК. К подобным видам относится давно известное в медицинской практике растение – синюха голубая (*Polemonium caeruleum* L.), относящееся к семейству синюховые (*Polemoniaceae*).

Целью работы являлось сравнительный анализ количественного содержания и состава профиля органических кислот синюхи голубой.

Объекты и методы исследования

В качестве исследуемого растительного сырья выступали образцы травы и корневища с корнями синюхи голубой (*Polemonium caeruleum*), которые были собраны на территории Алтайского края и приобретенные у частного лица. Надземная часть растения заготавливалась во время цветения, подземные органы – в осенний период в первый год вегетации растения. Все образцы подвергались воздушно – теневой сушке.

Определение суммы органических кислот в пересчете на яблочную кислоту (СОК) проводили согласно титриметрической методики ФС.2.5.0093.18 ГФ РФ XIV изд. «Рябины обыкновенной плоды» [3, 4], анализ выполнен в пяти повторностях (n). Изучение качественного состава профиля ОК и оценку их количественного содержания в траве изучаемых объектов проводили методом капиллярного электрофореза (КЭ) (Капель, СПб, РФ). Условия проведения исследования: в работе использовался фосфатный буфер в качестве основного электролита, капилляр: Лэфф/Лобщ = 40/50 см, ID = 50 мкм. Ввод пробы: 300 мбар·с. Напряжение: –17 кВ. Температура: +20 °С. Детектирование косвенное: использовали УФ-детектор, при длине волны 190 нм ($\pm 1,0$ нм) [5]. Расчет всех количественных характеристик проводился в пересчете на абсолютно сухой сырье.

Результаты и обсуждение

В действующей нормативной документации стандартизация по содержанию СОК, предусмотрена для трех объектов, что отражено в соответствующих фармакопейных статьях: «Калины плоды свежие», где изучаемый показатель должен составлять не менее 6%, «Рябины обыкновенной плоды» – не менее 3,2%, также оценка качества по содержанию суммы ОК в пересчете на яблочную проводится для гомеопатической настойки матричной «Берберис вульгарис е фруктибус настойка гомеопатическая матричная», где данный показатель должен быть не менее 2,9% [3].

Анализируя данные рисунка 1 видно, что в траве содержание СОК, определенное фармакопейным методом, превосходит их количество в корневищах с корнями, и составляет – у травы $4,66 \pm 0,15\%$, а в подземных органах – $3,79 \pm 0,15\%$. Сравнение полученных значений с фармакопейными нормативами, установленными для плодов, заведомо являющихся источниками данной группы соединений, свидетельствует о высоком содержании суммы ОК в изучаемом растении.

Фармакопейный метод определения ОК не позволяет установить качественный состав ОК, а также оценить полное их содержание, так как ОК могут встречаться в растительном сырье не только в свободном виде, но и в виде солей. Для подробного изучения состава ОК в растительном сырье синюхи голубой был использован метод КЭ.

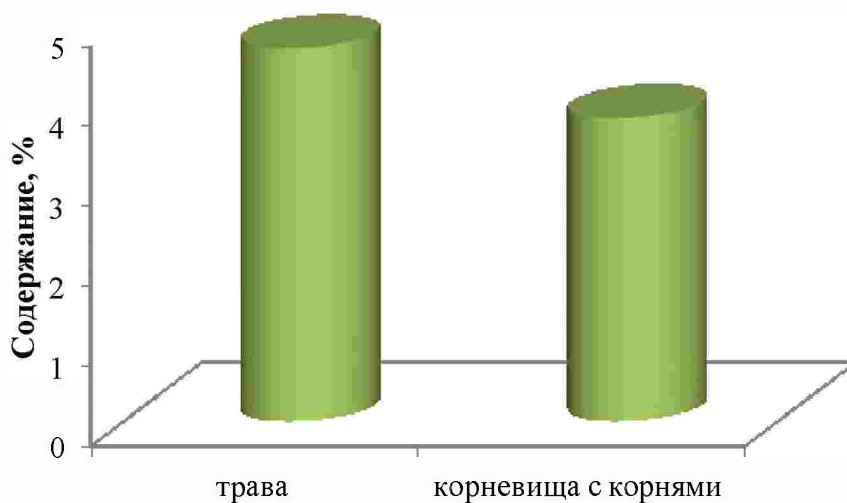


Рис.1 Содержание суммы органических кислот в растительном сырье синюхи голубой в пересчете на яблочную кислоту (n=5, P>95%)

Данным методом в траве и корневищах с корнями синюхи голубой выявлено присутствие десяти основных ОК (таблица).

В результате изучения компонентного состава суммы ОК синюхи голубой, было выявлено, что трава и корневища с корнями синюхи имеют разный набор и количество ОК. Трава синюхи голубой содержит в три раза больше ОК (3,39%), чем корневища с корнями (1,02%). Растение является источником яблочной кислоты, которой в траве содержится 54,55%, а в подземных органах 34,18% от суммы ОК.

Подземная часть содержит лимонную кислоту в следовых количествах (0,03%), которая не обнаружена в надземной части растения. Сорбиновая кислота в малых количествах определена в траве синюхи голубой (0,05%), но не выявлена в корневищах с корнями. Подземные органы содержат бензойную и пропионовую кислоты в количествах больших, чем в траве (0,13% и 0,22% соответственно).

Необходимо отметить, что трава синюхи является перспективным источником янтарной кислоты (25,74% от суммы всех ОК) и имеет довольно высокое содержание молочной кислоты (0,19%, что соответствует 5,10% от суммы ОК).

Таблица

Состав профиля органических кислот травы и корневище корнями сишохи голубой

Органические кислоты	Содержание, %			
	Корневища с корнями		Трава	
	В сырье	% от суммы	В сырье	% от суммы
Щавелевая	0,11	9,77	0,14	3,80
Фумаровая	0,01	0,94	0,01	0,44
Янтарная	0,10	9,57	0,98	25,74
Яблочная	0,38	34,18	2,07	54,55
Лимонная	0,03	3,41	-	-
Уксусная	0,06	6,15	0,10	2,74
Пропионовая	0,22	19,53	0,12	3,15
Молочная	0,05	4,59	0,19	5,10
Бензойная	0,13	11,81	0,11	2,94
Сорбиновая	-	-	0,05	1,50
Сумма	1,02	-	3,39	-

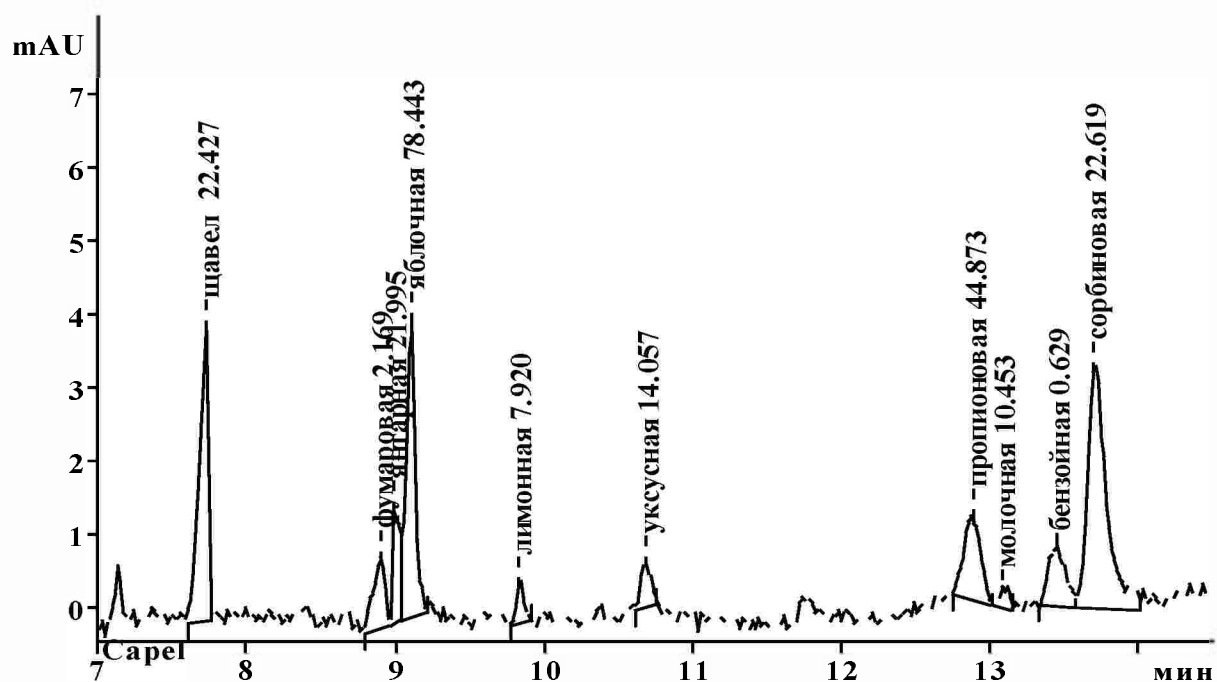


Рис. 2 Вид электрофореграммы органических кислот корневищ с корнями сишохи голубой

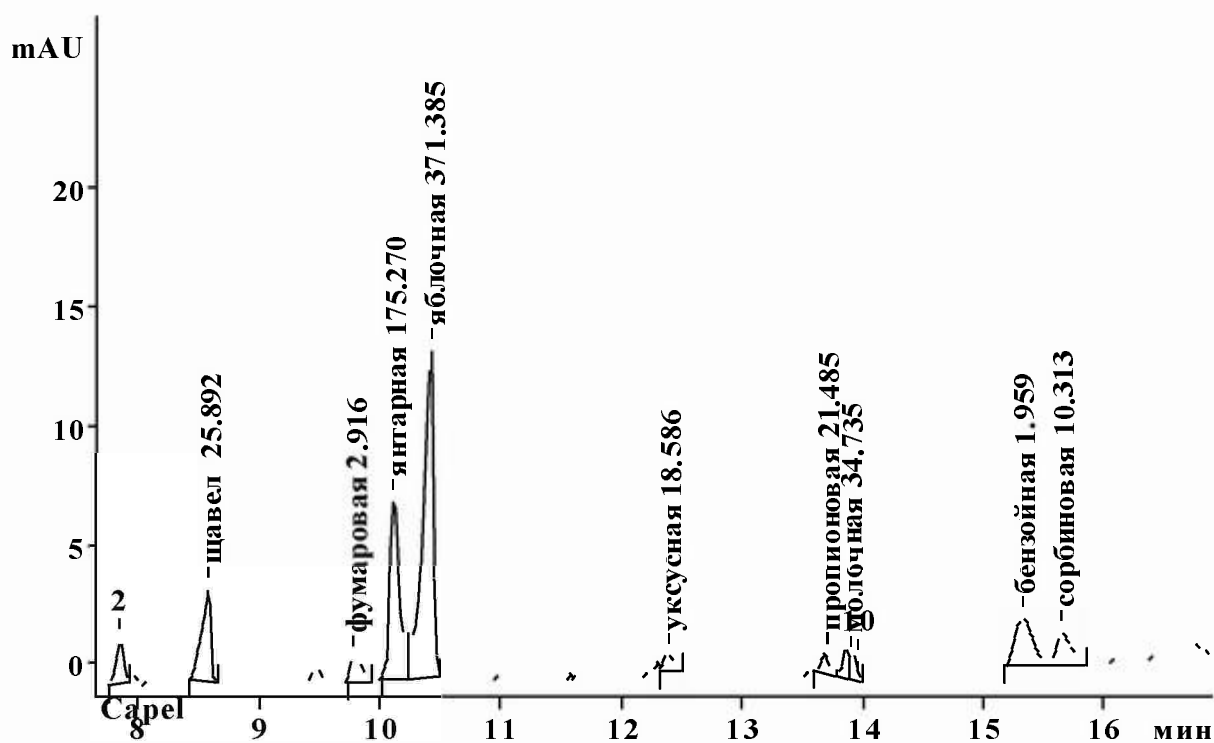


Рис. 3 Вид электрофореграммы органических кислот травы синюхи голубой

Выводы

Фармакопейным методом установлено высокое содержание оксикоричных кислот в траве и корневищах с корнями синюхи голубой (4,66% и 3,79% соответственно).

Методом капиллярного электрофореза впервые изучен профиль и количественное содержание органических кислот синюхи голубой, проведен сравнительный анализ их содержания в траве и корневищах с корнями. Показано различие между надземными и подземными органами изучаемого растения, как по качественному, так и количественному составу ОК. Данным методом установлено, что в траве синюхи голубой содержание суммы ОК в три раза выше, чем в корневищах с корнями (3,39% и 1,02% соответственно). Выявлено, что трава синюхи голубой является перспективным источником янтарной кислоты (0,98%).

Учитывая, что в растительном сырье синюхи голубой высокое содержание органических кислот, изучаемое растение можно рассматривать как перспективный источник данной группы соединений, и, кроме того, учитывая, что синюха голубая используется в форме настоя, необходим контроль содержания органических кислот в сырье, что позволит избежать проявления нежелательных явлений (нарушение кислотно-щелочного баланса организма).

Список литературы

1. Бубенчикова В.Н. Карбоновые кислоты травы тимьяна маршалла (*Thymus marchallanus* Wild.) / В.Н. Бубенчикова, Ю.А. Старчак, А.А. Безъязычная // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2-15. – С. 3316-3318.
2. Бубенчикова В.Н. Карбоновые кислоты травы тимьяна мелового (*Thymus cretaceous* Klok. et Schost.) / В.Н. Бубенчикова, Ю.А. Старчак // *Фармация и фармакология*. – 2014. – № 5 (6). – С. 4-7.

3. Государственная фармакопея Российской Федерации: в 4 т. – 14-е изд. – Москва, 2018. – [Электронный ресурс]. – <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>
4. *Гудкова А.А.* Фармакогностическое изучение представителей рода горец (*persicaria mill.*) Как перспективного источника получения лекарственных препаратов : автореф. дис.... д-ра Фармацевтических наук: 14.04.02 / Гудкова Алевтина Алексеевна; ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет). – М., 2020. – 220 с. – Библиогр.: с.202-213. - 04200201565. / Москва 2020 – 49 с.
5. *Комарова Н.В.* Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза Капель / Н. В. Комарова, Я. С. Каменцев. – Санкт-Петербург: Веда, 2006. – 213 с.
6. *Кусова Р.Д.* Определение органических кислот в растениях: *rubus caesius L., cirsium arvense L.*, территории РСО-Алания / Р.Д. Кусова, Е.С. Гатчиева, О.Ю. Трофименко // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – 2017. – [Электронный ресурс]. – <http://scienceforum.ru/2017/article/2017040359>
7. Определение органических кислот в пищевых продуктах и лекарственном растительном сырье: Сборник материалов школы молодых ученых «Основы здорового питания и пути профилактики алиментарно-зависимых заболеваний» Москва, 23-25 ноября 2016 г. / Ред. совет С.А. Хотимченко, В. А. Шипелин, В.А. Саркисян – Москва. : ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», 2016. – С. 29-34. – [Электронный ресурс]. – https://www.researchgate.net/publication/326096805_Opredelenie_organiceskih_kislot_v_pis_evyh_produkta_h_i_lekarstvennom_rastitelnom_syre
8. *Позднякова Т.А.* Изучение жирных и органических кислот травы астрагала белостебельного / Т.А. Позднякова, Р.А. Бубенчикова // Вестн. ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация – 2017. – № 3. – С. 106-109.
9. *Сампиев А.М.* Фитохимическое изучение семян чернушки посевной / А.М. Сампиев, Н.К. Рудь, Н.А. Давитаян // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5-1. – С. 114-117. – [Электронный ресурс]. – <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33797>
10. *Санькова М.В.* Фитохимическое определение суммы органических кислот в листьях крыжовника отклоненного / М.В. Санькова, О.В. Нестерова // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2020. – Т. 22. - № 3. – С. 72-76. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-3-72-76.
11. *Тринеева О.В.* Исследование профиля биологически активных веществ плодов облепихи крушиновидной различных сортов методом капиллярного электрофореза/ О.В. Тринеева, М.А. Рудая, А.И. Сливкин // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2019. – Т. 8. – № 1. – С. 38-42.
12. *Тринеева О.В.* Определение органических кислот в листьях крапивы двудомной О.В. Тринеева, А.И. Сливкин, С.С. Воропаева// Вестн. ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация – 2013. – № 2. – С. 215-219.
13. *Федотова В.В.* Изучение органических кислот золотарника кавказского (*Solidagocaucasica Kem.-Nath.*) и черноголовника многобрачного (*Poterium polygamum Waldst. & Kit.*) / В.В. Федотова, А.В. Охремчук, В.А. Челомбитько // Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. – 2012. – № 16(135). – Вып. 19. – С. 173-175.
14. *Шемелинина Т.В.* Содержание аскорбиновой и органических кислот в траве донника лекарственного/ Т.В. Шемелинина, А.А. Сорокина.// Фармация. 2015. – № 2. – С. 22-24.

Статья поступила в редакцию 13.01.2021 г.

Shestakova G.Yu., Gudkova A.A., Chistyakova A.S., Agafonov V.A. Organic acids of Blue Jacob's Ladder // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2021. – № 138. – P. 85-91.

Despite the high interest of researchers in the study of organic acids in various plant objects, there is no information on the composition of organic acids for many officinal plant species. Such species include a plant known for a long time in medical practice - Blue Jacob's Ladder (*Polemonium caeruleum* L.), belonging to the family of Polemoniaceae.

Samples of grass and rhizomes with roots Blue Jacob's Ladder were used as the studied plant material and were harvested in the Altai Territory and purchased from a private supplier. Blue Jacob's Ladder grass was collected during flowering, underground organs - in autumn, in the first year of the plant's life. The quantitative total organic acid content in terms of malic acid was carried out by the titrimetric method according to pharmacopoeial monograph.2.5.0093.18 State Pharmacopoeia of the RF XIV ed. "Rowan ordinary fruit". The experimental study of the qualitative composition of organic acids and the assessment of their quantitative content in the grass of the studied objects was carried out using the electrophoretic method (Kapel, St. Petersburg, Russia). A high content of organic acids in grass and rhizomes with roots Blue Jacob's Ladder was established by the pharmacopoeial method. By the electrophoretic method the profile and quantitative content of organic acids of Blue Jacob's Ladder was studied for the first time, a comparative research of their content in grass and rhizomes with roots was carried out. The difference between grass and root-peel with roots of the studied plant is shown, both in component and quantitative composition of organic acids.

Key words: *Polemonium caeruleum; Polemoniaceae; organic acids; titrimetry; capillary electrophoresis*