



УДК 615.322:582.933:581.192](477)

CONTENT OF FLAVANIDES AND HYDROXYCIC ACIDS IN PLANTAGO MEDIA L. PLANTAGO PLANT AND PLANTAGO ALTISSIMA L. UKRAINE FLORA**СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ И ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ PLANTAGO MEDIA L. И PLANTAGO ALTISSIMA L. ФЛОРЫ УКРАИНЫ****Khortetskaya T.V. / Хортецкая Т.В.***s.pharmacy.s., senior lecturer / к.фарм.н., старший преподаватель*
ORCID: 0000-0001-7344-5295**Smojlovskaja G. P./ Смойловская Г.П.***s.pharmacy.s., as.prof. / к.фарм.н., доцент*
ORCID: 0000-0002-6272-2012*Zaporozhye State Medical University,
Zaporozhye, Mayakovsky 6,**Запорожский государственный медицинский университет,
Запорожье, просп. Маяковского, 69035*

Аннотация. В статье представлены методы качественного и количественного определения флавоноидов и гидроксикоричных кислот в листьях подорожника среднего (*Plantago media* L.) и подорожника высочайшего (*Plantago altissima* L.) флоры Украины. Наибольшее количественное содержание исследуемых веществ определено в листьях *Plantago altissima* L.: флавоноидов до $0,442 \pm 0,037\%$ и гидроксикоричных кислот до $2,041 \pm 0,200\%$. Впервые идентифицированы: галловая, протокатеховая, 3-п-кумароилхинна, феруловая, цинамоновая и п-кумаровая кислоты. Анализ полученных данных свидетельствует о возможности использования данных методик для определения содержания гидроксикоричных кислот и флавоноидов в лекарственном сырье видов рода подорожник.

Ключевые слова: *Plantago media* L., *Plantago altissima* L., флавоноиды, гидроксикоричные кислоты.

Вступление.

Растительное сырье видов рода подорожник *Plantago* (L.) семейства Plantaginaceae известно как перспективный источник биологически активных веществ: флавоноидов, гидроксикоричных кислот, полисахаридов, витамина К₁, С, терпеноидов, аукубина и др. [2, 3, 4].

Исследование состава флавоноидов и гидроксикоричных кислот растительного сырья *Plantago media* L. и *Plantago altissima* L. имеет существенное теоретическое и практическое значение для определения биологического действия фитопрепаратов, изготовленных на основе листьев растений.

Флавоноиды, содержащиеся в сырье видов рода *Plantago* L., проявляют выраженное противовоспалительное, гепатопротекторное, антиоксидантное, антитоксическое, спазмолитическое, гипогликемическое, противомикробное, мочегонное, Р-витаминное и др. действие [1, 2, 4].

Следует отметить, что виды рода *Plantago* L. содержат разнообразные по структуре биологически активные флавоноидные агликоны и гликозиды производные лютеолина (байкалеин, байкалин, лютеолин-7-О-гликозид),



апигенина (витексин, апигенин-7-О-гликозид), кверцетина (гиперозид, квецитин-3-О-гликозид), кемпферола (кемпферол-3-О-гликозид) и др. [3].

Целью нашего исследования было изучение состава флавоноидов и гидроксикоричных кислот в листьях подорожника среднего (*Plantago media* L.) и подорожника высочайшего (*Plantago altissima* L.) флоры Украины.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали листья подорожника среднего (*Plantago media* L.) и подорожника высочайшего (*Plantago altissima* L.), собранные в период цветения (июнь-июль) в разных регионах Украины. Сбор растительного сырья проводили согласно общепринятым методикам. Процесс сушки осуществляли в сушильном шкафе при температуре 50°C и толщине слоя не более 1 см.

Для идентификации соединений использовали качественные реакции и тонкослойную хроматографию на пластинках Sorbfil АФ-А. При анализе использовали системы растворителей кислота уксусная 15% (система № 1) и бензол-этилацетат-кислота уксусная-формамид (70:30:2:1) (система № 2). Вещества идентифицировали по окраске продуктов реакции в видимом свете под воздействием УФ-излучения, а также по величине R_f по сравнению с стандартами. В качестве стандартов использовали кислоту хлорогеновую (Aldrich SLBF3987V содержание >95 %), неохлорогенову (Sigma BCBK2340V содержание >98 %), лютеолин (Sigma L9283 содержание >98 %).

Содержание индивидуальных соединений флавоноидов и гидроксикоричных кислот устанавливали методом ВЭЖХ на хроматографе Agilent Technologies (1100).

Результаты. Обсуждение и анализ.

При проведении качественных реакций наблюдали сине-зеленую окраску различной интенсивности, что свидетельствует о присутствии полифенольных соединений.

При тонкослойной хроматографии обнаружено на хроматограммах наличие 5 веществ, которые проявляют под действием УФ-излучения светлоголубую или голубую флюоресценцию. После обработки хроматограмм диазореактивом пятна приобретали окраску от желто-коричневой до коричневой. Лучшие результаты были получены при использовании системы № 2. По характеру флюоресценции в УФ-свете, величинах R_f и окраски пятен, а также по результатам сравнения со стандартными образцами кислот хлорогеновой, неохлорогеновой и лютеолина в исследуемых образцах достоверно обнаружено присутствие данных соединений. На основе литературных данных, по величине R_f установлено присутствие актеозида и плантамайозида.

Результаты количественного определения содержания индивидуальных флавоноидов и гидроксикоричных кислот в листьях *Plantago media* L. и *Plantago altissima* L. методом ВЭЖХ приведены на **рис. 1, 2** и **табл. 1**.

Проведенные экспериментальные исследования показывают, что листья *Plantago media* L. и *Plantago altissima* L. во время цветения накапливают, идентичны по химическому составу биологически активные флавоноиды и



гидроксикоричные кислоты. Наибольшее количественное содержание исследуемых веществ в целом определено в листьях *Plantago altissima* L. (соответственно флавоноидов до $0,442 \pm 0,037\%$ и гидроксикоричных кислот до $2,041 \pm 0,200\%$). Для листьев *Plantago media* L. эти значения составляли соответственно $0,228 \pm 0,020\%$ и $1,128 \pm 0,110\%$.

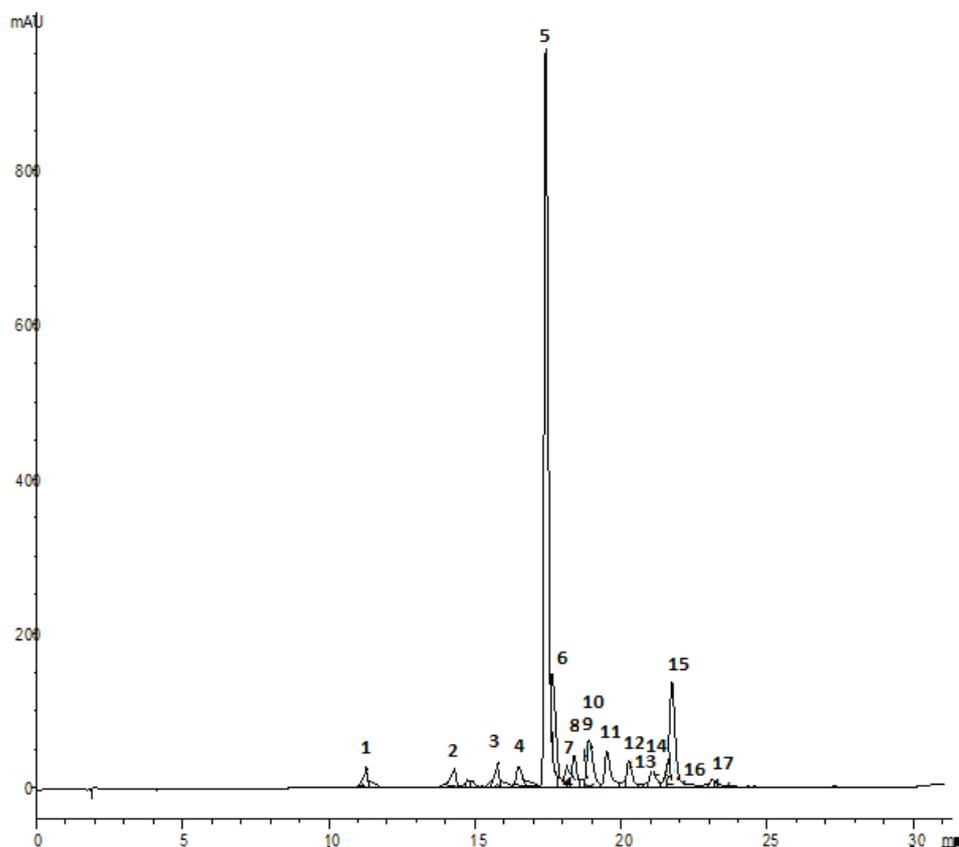


Рис. 1 Хроматограмма, полученная при ВЭЖХ листьев *Plantago media* L.:
 1 - галловая кислота, 2 - протокатеховая кислота, 3 – актеозид, 4 - плантамайозид; 5 - хлорогеновая кислота 6 - неохлорогеновая кислота, 7 - изохлорогеновая кислота, 8 - 3-*n*-кумароилхинная кислота, 9 - лютеолин-7-*O*- β -*D*-глюкопиранозид, 10 - феруловая кислота, 11 - апигенин-7-*O*- β -*D*-глюкопиранозид, 12 - цинамоновая кислота, 14 – лютеолин, 15 – апигенин, 16 - *n*-кумаровая кислота, 17 - кемпферол

В обоих видах было идентифицировано и установлено присутствие 5 веществ из класса флавоноидов: лютеолин-7-*O*- β -*D*-глюкопиранозид (до $0,154 \pm 0,010\%$), лютеолин (до $0,142 \pm 0,011\%$), кемпферол (до $0,137 \pm 0,014\%$) и апигенин (до $0,133 \pm 0,012\%$), апигенин-7-*O*- β -*D*-глюкопиранозид (до $0,044 \pm 0,003$).

Из класса гидроксикоричных кислот в листьях *Plantago altissima* L. установлено 11 веществ (до $2,041 \pm 0,200\%$); *Plantago media* L. - до 10 веществ (до $1,128 \pm 0,110\%$). В высоких концентрациях присутствуют: актеозид (до $0,485 \pm 0,032\%$), плантамайозид (до $0,485 \pm 0,032\%$), хлорогеновая (до $0,358 \pm 0,033\%$) и феруловая кислота (до $0,356 \pm 0,031\%$).

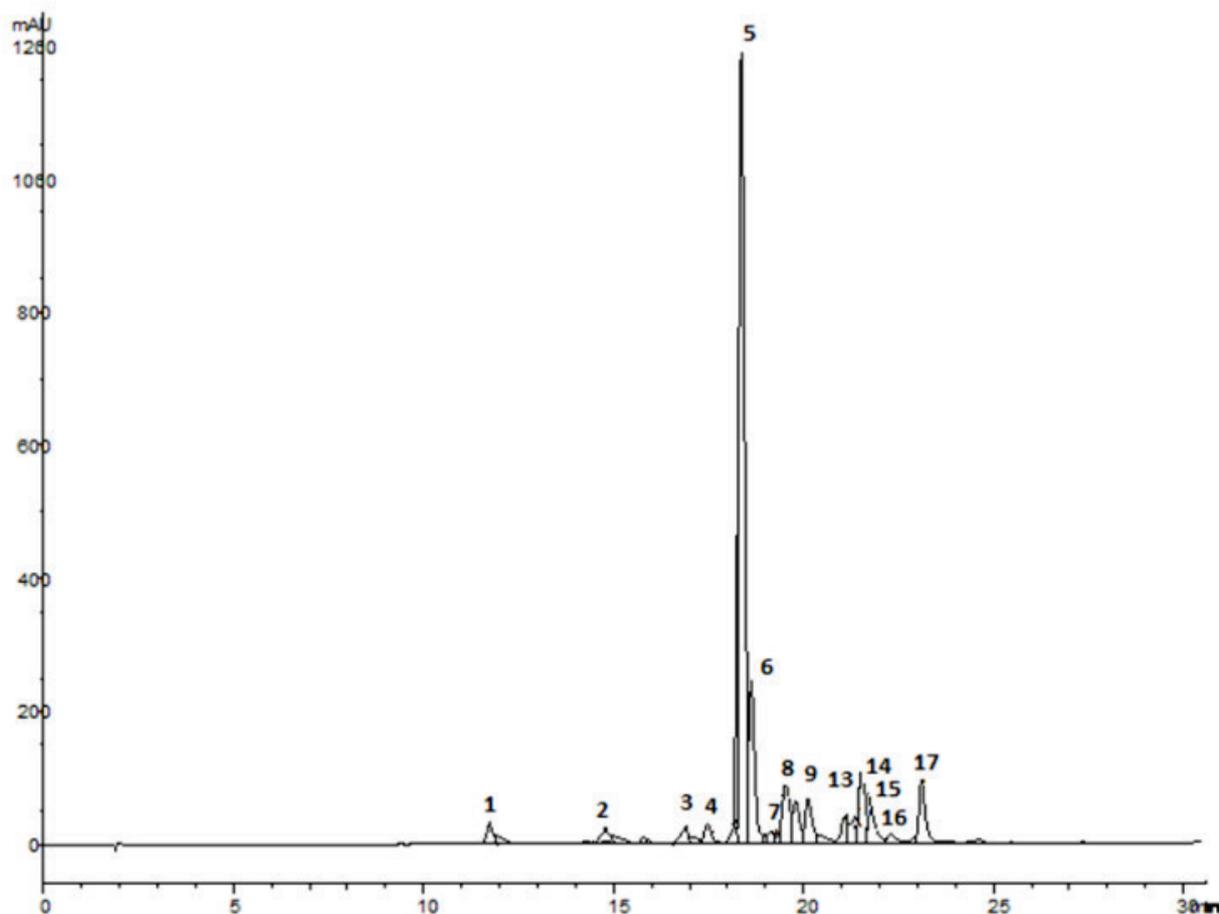


Рис. 2. Хроматограмма, полученная при ВЕРХ листьев *Plantago altissima* L:

1 – галловая кислота, 2 – протокатеховая кислота; 3 – актеозид, 4 – плантамайозид, 5 – хлорогеновая кислота, 6 – неохлорогеновая кислота, 7 – изохлорогеновая кислота, 8 – 3-*p*-кумароилхинная кислота, 9 – лютеолин-7-*O*- β -*D*-глюкопиранозид, 10 – феруловая кислота, 11 – апигенин-7-*O*- β -*D*-глюкопиранозид, 12 – цинамоновая кислота, 14 – лютеолин, 15 – апигенин, 17 – кемпферол

Впервые в исследуемых видах идентифицированы: галловая, протокатеховая, 3-*p*-кумароилхинна, феруловая, цинамоновая и *p*-кумаровая кислоты.

Заключение и выводы.

Были рассмотрены два вида подорожника (высочайший и средний), повсеместно произрастающие на территории Украины. Наибольшее количественное содержание флавоноидов и гидроксикоричных кислот в целом определено в листьях *Plantago altissima* L. Результаты исследования свидетельствуют, что растительное сырье (листья) подорожника среднего и подорожника высочайшего накапливают высокие концентрации фенольных соединений и могут быть рекомендованы для получения фитопрепаратов.



Таблица 1

Данные исследования количественного содержания флавоноидов и гидроксикоричных кислот в сырье *Plantago media* L. и *Plantago altissima* L.
($\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$), n=6

Название вещества	Количественное содержание, %	
	<i>Plantago media</i> L.	<i>Plantago altissima</i> L.
Галловая кислота	0,022 ± 0,002	0,040 ± 0,004
Протокатеховая кислота	0,013 ± 0,001	0,033 ± 0,003
Плантамайозид	0,210 ± 0,021	0,470 ± 0,042
Хлорогеновая кислота	0,300 ± 0,020	0,358 ± 0,033
Неохлорогеновая кислота	0,015 ± 0,001	0,038 ± 0,003
Изохлорогеновая кислота	0,012 ± 0,001	0,040 ± 0,002
3-п-Кумароилхинная кислота	0,014 ± 0,001	0,044 ± 0,003
Лютеолин-7-О-β-D- глюкопиранозид	0,154 ± 0,010	0,128 ± 0,011
Феруловая кислота	0,308 ± 0,032	0,356 ± 0,031
Цинамоновая кислота	0,020 ± 0,002	0,029 ± 0,002
Неидентифицированная соединение	0,009 ± 0,001	0,016 ± 0,002
Лютеолин	0,022 ± 0,010	0,142 ± 0,011
Апигенин	0,020 ± 0,002	0,133 ± 0,012
п-кумаровая кислота	-	0,006 ± 0,003
Актеозид	0,214 ± 0,021	0,485 ± 0,032
Кемпферол	0,018 ± 0,002	0,137 ± 0,014
Апигенин-7-О-β-D- глюкопиранозид	0,014 ± 0,001	0,044 ± 0,003
Всего флавоноидов	0,228 ± 0,020	0,442 ± 0,037
Всего гидроксикоричных кислот	1,128 ± 0,110	2,041 ± 0,200

Литература:

1. Немерешина О.Н. Изучение биологически активных веществ и антимикробной активности листьев подорожника ланцетного *Plantago lanceolata* / О. Н. Немерешина, Н. Ф. Гусев, Т. Л. Малкова // Башкирский химический журнал. – 2014. – № 4, Т. 21. – С. 133 – 142.

2. Фитохимический и микробиологический анализ настоев листьев различных видов рода *Plantago* L. / С.А. Соснина, В.Ф. Левинова, Т.Ф. Одегова и [др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9297> (дата обращения: 13.03.2018).

3. Comparative analysis of phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activity of two closely-related Plantain species: *Plantago altissima* L. and *Plantago lanceolata* L. / Ivana N. Beara, Marija M. Lesjak, Dejan Z. Orčić et al. // LWT - Food Science and Technology. - 2012. - 47. - P. 64 – 70.



4. Kazhal Haddadian A review of Plantago plant / Kazhal Haddadian, Katayoon Haddadian, Mohsen Zahmatkash // Indian Journal of Traditional Knowledge. - 2014. - № 13 (4). - P. 681-685.

Abstract.

Plant raw material of species Plantago (L.) family Plantaginaceae is known as a promising source of biologically active substances: flavonoids, hydroxycinnamic acids, polysaccharides, vitamin K₁, C, terpenoids, aucubin, etc.

The aim of our research was study the composition of flavonoids and hydroxycinnamic acids in the leaves of Plantago media L. and Plantago altissima L. of the flora of Ukraine.

Qualitative reactions and thin layer chromatography on Sorbfil AF-A plates were used to identify the compounds. The content of individual compounds of flavonoids and hydroxycinnamic acids was determined by HPLC.

The presence of chlorogenic and non-chlorogenic acids and luteolin was reliably detected in the researched samples in result of comparison with standard samples. By the means of R_f, the presence of acteoside and plantamoyoside was established. In HPLC analyzes, it was determined that the leaves of Plantago media L. and Plantago altissima L. accumulated identical biologically active flavonoids and hydroxycinnamic acids during flowering. In both species are presence 5 substances from the class of flavonoids (luteolin-7-O-β-D-glucopyranoside, luteolin, kaempferol, apigenin, apigenin-7-O-β-D-glucopyranoside) and up to 11 substances from the class of hydroxycinnamic acids.

The results of our research show that plant raw materials (leaves) of Plantago media L. and Plantago altissima L. accumulate high concentrations of flavonoids and hydroxycinnamic acids and can be recommended to do of phytopreparations.

Key words: *Plantago media L., Plantago altissima L., flavonoids, hydroxycinnamic acids.*

References:

1. Kirillova Ye.V. (2015). Analiticheskiy obzor i kriticheskiy analiz klassifikatsiy transportno-tehnologicheskikh system [Analytical review and critical analysis of the classifications of transport technology systems] in *Naučnye trudy SWorld* [Scientific works SWorld], issue 39, vol.1, pp. 11-20

DOI: 10.21893/2410-6720-2016-44-1-111

1. Nemereshina O.N., Husev N.F., Malkova T.L. (2014). Izuchenie biolohicheskii aktivnikh veshchestv i antimikrobnou aktivnosti listev podorozhnika lancetnoho Plantago lanceolata [A study of biologically active substances and the antimicrobial activity of Plantago lanceolata leaf] in *Bashkirskiy khimicheskii zhurnal*, № 4, pp. 133–142.

2. Sosnina S.A., Levinova V.F., Odegova T.F., Boyarshinov V.D., Sharov A.V. (2013)/ Fitokhimicheskii i mikrobiologicheskii analiz nastoev listev razlichnikh vidov roda Plantago L. [Phytochemical and microbiological analysis of infusions of Plantago sp.] in *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9297>.

3. Ivana N. Bearaa, Marija M. Lesjaka, Dejan Z. Orčića, Nataša Đ. Simina, Dragana D. Četojević-Siminb, Biljana N. Božinc, Neda M. Mimica-Dukića (2012). Comparative analysis of phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activity of two closely-related Plantain species: Plantago altissima L. and Plantago lanceolata L. in *LWT-Food Science and Technology*, Volume 47, Issue 1, pp. 64–70.

4. Kazhal Haddadian, Katayoon Haddadian, Mohsen Zahmatkash (2014). A review of Plantago plant in *Indian Journal of Traditional Knowledge*, № 13 (4), pp. 681-685.

Научный руководитель: д.фарм.н., проф. Мазулин А. В.

Статья отправлена: 14.03.2018 г.

© Хортецкая Т.В., Смойловская Г. П.