UDC 582.936.1:615.451.1:547.587.5 https://doi.org/10.24959/nphj.18.2213

I. L. Shynkovenko[1], T. V. Ilyina[1], A. M. Kovalyova[1], O. V. Goryacha[1], O. I. Golembiovska[2,3], N. S. Shemchuk[1], A. M. Komissarenko[1]

[1]National University of Pharmacy
[2]SI "Institute of Pharmacology and Toxicology at the NAMS of Ukraine"
[3]Institute of Organic Chemistry of NAS of Ukraine

Phenolic compounds of the liquid extract from cleavers herb (*Galium aparine* L.)

Aim. To study the qualitative composition and the quantitative content of phenolic compounds of the liquid extract obtained from cleavers (*Galium aparine* L.) herb.

Materials and methods. The extract of cleavers herb was obtained by triple extraction of the raw material with 60 % ethanol when heating, followed by the concentration of the combined extracts to the ratio of the raw material : finished product of 1 : 1. The content of extractives was determined by the gravimetric method. Phenolic compounds were studied by the methods of high-performance liquid chromatography (HPLC) and UV-spectrophotometry.

Results and discussion. In the chromatographic study of the extract from cleavers herb 11 compounds of phenolic nature were reliably identified, including 5 hydroxycinnamic acids – caffeic, chlorogenic, neochlorogenic, 3,5- and 4,5-dicaffeoylquinic acids; and 6 flavonoids – catechin, quercetin, quercitrin, isoquercitrin, rutin and hyperoside. Rutin (1.89 mg/ml) and chlorogenic acid (0.78 mg/ml) were predominant compounds. In the spectrophotometric determination of total content of phenolic compounds it was found that the amount for hydroxycinnamic acids calculated with reference to chlorogenic acid was 1.9 %, for flavonoids calculated with reference to rutin – 0.25 %, for polyphenolic compounds calculated with reference to gallic acid – 1.35 %. The dry residue was 24.63 %.

Conclusions. The significant content of extractive substances, flavonoids and hydroxycinnamic acids with predominance of rutin and chlorogenic acid in the alcohol-water extract from cleavers herb indicate the feasibility of its further pharmacological study.

Key words: *Galium aparine L.; liquid extract; phenolic compounds*

І. Л. Шинковенко, Т. В. Ільїна, А. М. Ковальова, О. В. Горяча, О. І. Голембіовська, Н. С. Шемчук, А. М. Комісаренко

Фенольні сполуки рідкого екстракту з трави підмаренника чіпкого (*Galium aparine* L.)

Мета роботи – дослідження якісного складу та кількісного вмісту фенольних сполук рідкого екстракту, одержаного із трави підмаренника чіпкого.

Матеріали та методи. Екстракт трави підмаренника чіпкого отримували шляхом триразової екстракції сировини 60 % етанолом при нагріванні з подальшим концентруванням об'єднаних витяжок до співвідношення сировина : готовий продукт 1 : 1. Вміст екстрактивних речовин визначали гравіметричним методом. Фенольні сполуки досліджували методами високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) та УФ-спектрофотометрії.

Результати та їх обговорення. При хроматографічному дослідженні екстракту трави підмаренника чіпкого достовірно ідентифіковано 11 сполук фенольної природи, з яких 5 гідроксикоричних кислот – кофейна, хлорогенова, неохлорогенова, 3,5- та 4,5-дикофеїлхінні і 6 флавоноїдів – катехін, кверцетин, кверцитрин, ізокверцитрин, рутин та гіперозид. Домінуючими сполуками є рутин (1,89 мг/мл) та хлорогенова кислота (0,78 мг/мл). При спектрофотометричному визначенні сумарного вмісту фенольних сполук встановлено, що сума гідроксикоричних кислот у перерахунку на хлорогенову кислоту складає 1,9 %, флавоноїдів у перерахунку на рутин – 0,25 %, поліфенольних сполук у перерахунку на галову кислоту – 1,35 %. Сухий залишок становить 24,63 %.

Висновки. Значний вміст у рідкому спирто-водному екстракті з трави підмаренника чіпкого екстрактивних речовин, флавоноїдів і гідроксикоричних кислот з переважанням рутину і хлорогенової кислоти вказує на доцільність його подальшого фармакологічного дослідження.

Ключові слова: *підмаренник чіпкий; екстракт рідкий; фенольні сполуки*

И. Л. Шинковенко, Т. В. Ильина, А. М. Ковалева, О. В. Горячая, Е. И. Голембиовская, Н. С. Шемчук, А. Н. Комиссаренко

Фенольные соединения жидкого экстракта из травы подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.)

Цель работы – получение жидкого экстракта из травы подмаренника цепкого, изучение качественного состава и количественного содержания фенольных соединений жидкого экстракта травы подмаренника цепкого.

Материалы и методы. Экстракт травы подмаренника цепкого получали путем троекратной экстракции сырья 60 % этанолом при нагревании с последующим концентрированием объединенных извлечений до соотношения сырье : готовый пролукт 1 : 1. Содержание экстрактивных веществ определяли гравиметрическим методом. Фенольные соединения исследовали методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и УФ-спектрофотометрии.

Результаты и их обсуждение. При хроматографическом изучении экстракта травы подмаренника цепкого достоверно идентифицированы 11 соединений фенольной природы, из которых 5 гидроксикоричных кислот – хлорогеновая, кофейная, неохлорогеновая, 3,5- и 4,5-дикофеилхинные и 6 флавоноидов – рутин, гиперозид, кверцетин, кверцитрин, изокверцитрин и катехин. Доминирующими соединениями являются рутин (1,89 мг/мл) и хлорогеновая кислота (0,78 мг/мл). При спектрофотометрическом изучении суммарного содержания фенольных соединений установлено, что сумма гидроксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту составляет 1,9 %, флавоноидов в пересчете на рутин – 0,25 %, полифенольных соединений в пересчете на галловую кислоту – 1,35 %. Выход экстрактивных веществ составляет 24,63 %.

Выводы. Значительное содержание в жидком спирто-водном экстракте из травы подмаренника цепкого экстрактивных веществ, флавоноидов и гироксикоричных кислот, среди которых доминируют рутин и хлорогеновая кислота, свидетельствует о целесообразности его дальнейшего фармакологического изучения.

Ключевые слова: *Подмаренник цепкий; экстракт жидкий; фенольные соединения*

Cleavers (*Galium aparine* L.) herb of *Rubiaceae* Juss. family belongs to the cosmopolitan plants distributed in the temperate zone of Europe, Asia and North America.

Cleavers herb is part of the homeopathic product Galium-Hel; it is also used in alternative medicine in many countries as a diuretic, choleretic drug in the treatment of skin diseases, epilepsy and gout [1].

As a result of numerous foreign studies it has been found that cleavers herb contains iridoids: asperulosidic acid and 10-deacetylasperulosidic acid [2], monotropein, asperuloside, acumine, aucubin; alkaloids: protopine, harmine, (±)-vasicinone, (-)-l-hydroxypeganine, (-)-8-hydroxy-2,3-dihydrodesoxypeganine [3]; *n*-hydroxybenzoic, chlorogenic, caffeic, *n*-coumaric acids; flavonoids, anthraquinones, cholesterol, campesterol, stigmasterol, sitosterol, **Δ**-[5]-avenasterol, **Δ**-[7]-stigmasterol, **Δ**-[7]-avenasterol [4]; polyphenolic compounds [5, 6]; phytosterols [7], saponins [8] and silicic acid. According to our previous studies sesquiterpenoids, squalene, aromatic compounds, higher alkanes and their derivatives, fatty acids, chlorophylls, and carotenoids were identified in cleavers herb [9].

The aim of our work was to study the content of phenolic compounds in the liquid extract obtained from cleavers herb.

Materials and methods

Cleavers herb was collected at the flowering stage in the Botanical garden of the National University of Pharmacy (NUPh, Kharkiv, Ukraine) in June, 2017. The herbarium sample is stored in the Herbarum (No. 53/2017) at the Department of Pharmacognosy of the NUPh.

To obtain the liquid extract, 100.0 g of the air-dry crushed of cleavers herb was placed in a flask, 1000 ml of 60 % ethanol was added and heated with a reflux condenser on a boiling water bath for 30 min. After cooling the content of the flask was filtered, and the volume of the resulting solution was measured. The procedure was repeated twice under the same conditions. The filtrates were combined and concentrated under vacuum in a rotary vacuum evaporator to the ratio of the raw material – finished product of 1:1; thus, 100 ml of the liquid extract was obtained.

The content of extractives in the extract was determined by the gravimetric method [10]. Determination of the total content of different groups of phenolic compounds was carried out on an Evolution 60 S UV-Visible spectrophotometer (Thermo scientific): hydroxycinnamic acids – at $\lambda = 327$ nm calculated with reference to chlorogenic acid [11, 12], flavonoids – using the method of differential spectrophotometry with aluminum chloride at $\lambda = 410$ nm calculated with reference to rutin [13], the amount of polyphenolic compounds – at $\lambda = 270$ nm calculated with reference to gallic acid [14, 15].

The content of phenolic compounds was studied by the method of high-performance liquid chromatography (HPLC) on a Shimadzu LC20 Prominence liquid chromatograph in the modular system equipped with the 4-channel pump LC20AD, the column thermostat CTO20A, the automatic sampler SIL20A, the diode array detector SPDM20A and ChemStation LC20. The chromatographic conditions were as follows: the Phenomenex Luna C18(2) chromatographic column with the size of 250 мм × 4.6 mm and the particle size of 5 μm; the column temperature – 35 °C; the detection wavelength – 330 nm (for hydroxycinnamic acids, glycosides of flavonoids), 370 nm (for aglycones of flavonoids), 280 nm (for tannins); the flow rate of the mobile phase – 1 ml/min; the injection volume – 5 μl.

The mobile phase was eluent A – 0.1 % solution of trifluoroacetic acid in water, eluent B – 0.1 % solution of trifluoroacetic acid in acetonitrile in a gradient mode (Tab. 1).

Identification of the components was carried out by the retention time and compliance of UV spectra with reference substances [16-18].

The content of substances in the liquid extract was calculated by the formula:

$$\text{X, mg/ml} = \frac{A_{pr} \times C_{st} \times P}{A_{st} \times 100},$$

where: A_{pr} – is the peak area of the substance on the chromatogram of the test solution; A_{st} – is the peak area of the substance on the chromatogram of the reference solution; P – is the activity of the reference standard, %;

Table 1

The chromatographic mode

The time of chromatography (min)	Eluent A, %	Eluent B, %
0-5	95	5
5-35	95 → 75	5 → 25
35-40	75	25
40-60	75 → 50	25 → 50
60-65	50 → 20	50 → 80
65-70	20	80
70-85	95	5

C_{st} – is the concentration of substance in the reference solution, mg/ml.

Results and discussion

The liquid extract obtained is a thick liquid of a brown-green color with a specific odor.

Table 2

The content of phenolic compounds in the liquid extract from *Galium aparine* herb

The BAS group	Content, %
The amount of hydroxycinnamic acids	1.90
The amount of flavonoids	0.25
The amount of polyphenolic compounds	1.35
The content of extractives	24.63

As a result of the studies conducted the content of the main groups of BAS of phenolic character in the liquid extract of cleavers herb was determined (Tab. 2).

Using HPLC 11 compounds of phenolic nature were reliably identified, including 5 hydroxycinnamic acids and 6 flavonoids, in the extract obtained (Fig., Tab. 3).

In addition to the phenolic compounds reliably identified the presence of derivatives of chlorogenic acid was also determined by the characteristic UV spectra.

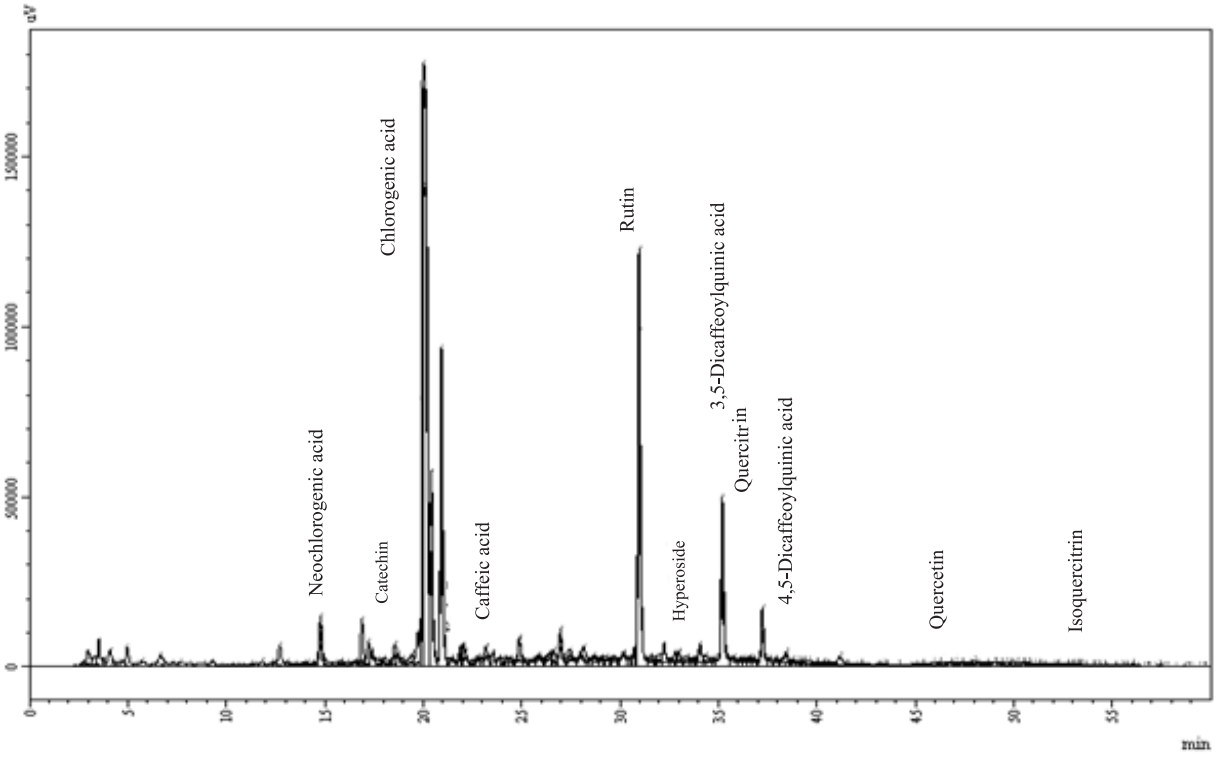
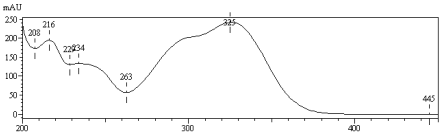


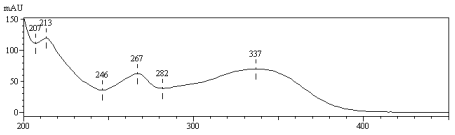
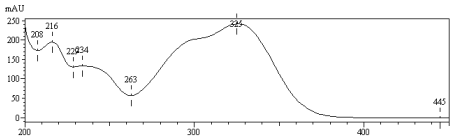
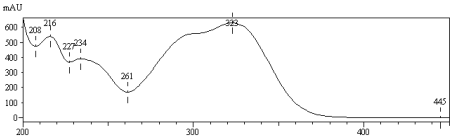
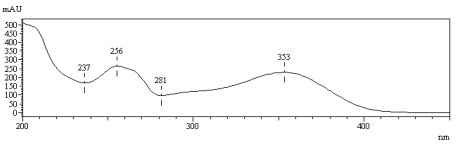
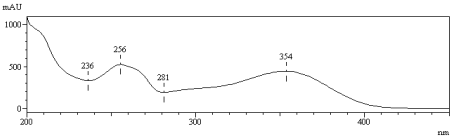
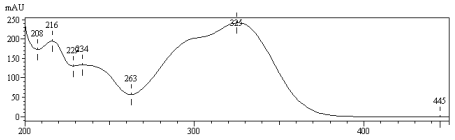
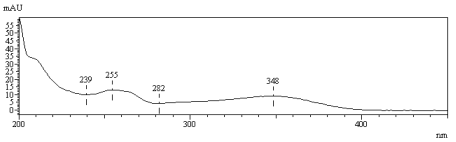
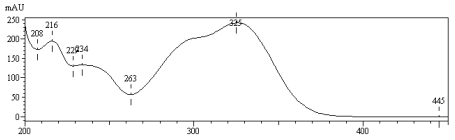
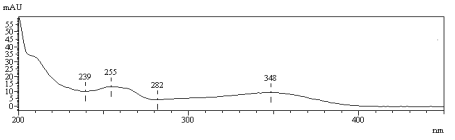
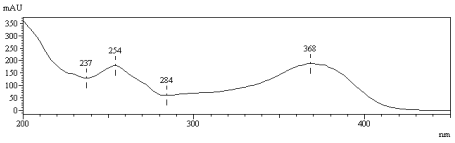
Fig. The typical chromatogram of phenolic compounds of the liquid alcohol extract from cleavers herb

Table 3

Phenolic compounds of the liquid alcohol extract from *Galium aparine* herb

Compound	Retention time, min	The content in the extract, mg/ml	UV-spectrum
1	2	3	4
Neochlorogenic acid*	14.8-15.0	0.11	

Continuation of Table 3

1	2	3	4
Catechin	19.4	0.13	
Chlorogenic acid	20.0-20.4	0.78	
Caffeic acid	21.8-22.0	0.03	
Rutin	39.9-31.0	1.89	
Hyperoside	31.8-32.4	0.31	
3,5-Dicaffeoylquinic acid *	35.0	0.48	
Quercitrin	35.5-35.9	0.02	
4,5-Dicaffeoylquinic acid *	37.0	0.13	
Quercetin	46.6-47.2	0.03	
Isoquercitrin	54.0	0.002	

Note. * – determined and calculated with reference to chlorogenic acid due to the absence of reference standards.

For the first time quercitrin, neochlorogenic acid, 3,5-dicaffeoylquinic and 4,5-dicaffeoylquinic acids were identified in the raw material of cleavers herb.

In the chromatographic study of the extract from *Galium aparine* herb apigenin and kaempferol were not detected. It confirms the data of previous researchers of the plant raw material of *Galium aparine* [6].

Therefore, it has been found by HPLC that the dominant phenolic compounds are rutin and chlorogenic acid (1.89 and 0.78 mg/ml, respectively). Flavonoids are pre-

dominantly presented by glycosides of quercetin and catechin.

CONCLUSIONS

1. The liquid extract from *Galium aparine* herb with the content of extractives of 24.63 % has been obtained.

2. Using HPLC in the liquid extract from *Galium aparine* herb 5 hydroxycinnamic acids – caffeic acid, chlorogenic acid, neochlorogenic acid, 3,5- and 4,5-dicaffeoylquinic acids; 6 flavonoids – catechin, quercetin, quercitrin, isoquercitrin, hyperoside and rutin have been identified, and their content has been determined.

3. The content of hydroxycinnamic acids has been determined by the method of spectrophotometry, it is 1.90 %, for flavonoids – 0.25 %, and the amount of polyphenolic compounds – 1.35 %.

Conflict of Interests: authors have no conflict of interests to declare.

REFERENCES

1. The Western herbal tradition : 2000 years of medicinal plant knowledge / G. Tobyn, A. Denham, M. Whitelegg, M. Rowling. – Singing Dragon, 2016. – 379 p.
2. Deliorman, D. Iridoids from Galium aparine / D. Deliorman, I. Çalıs, F. Ergun // Pharmac. Biol. – 2001. – Vol. 39, Issue 3. – P. 234–235. doi: 10.1076/phbi.39.3.234.5928
3. Sener, B. Isolation and structural studies on the alkaloids of Galium aparine L. / B. Sener, F. Ergun // Guede J. Fac. Pharm. Gazi. – 1988. – Vol. 5. – P. 33–40.
4. Tzakou, O. Fatty acids and sterols in spring and winter samples of Galium aparine / O. Tzakou, M. M. Couladi, S. Philianos // Fitoterapia. – 1990. – Vol. 61. – 93 p.
5. Chemotaxonomic significance of flavonoids in some species of Galium (Rubiaceae) from Libya / H. Moubasher, M. Abd El–Ghani, S. Al–Wakeel, A. Bahoor // Austin J. Plant Biol. – 2016. – Vol. 2. – P. 1014–1021.
6. Comparative study of polyphenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of four Galium species (Rubiaceae) / L. Vlase, A. Mocan, D. Hanganu et al. // Dig. J. Nanomater. Biostructures. – 2014. – Vol. 9. – P. 1085–1094.
7. Phytochemical investigations on four Galium species (Rubiaceae) from Romania / A. Mocan, G. Crişan, L. Vlase et al. // Farmacia. – 2016. – Vol. 64. – P. 95–99.
8. Active Phytochemical Detecting, Antioxidant, Cytotoxic, Apoptotic Activities of Ethyl Acetate and Methanol Extracts of Galium aparine L. / Ö. Aslantürk, T. Çelik, B. Karabey, F. Karabey // Br. J. Pharm. Res. – 2017. – Vol. 15, Issue 6. – P. 1–16. doi: 10.9734/bjpr/2017/32762
9. Phytochemical research of Galium aparine L. lipophilic complex and study of its antibacterial activity / O. V. Goryacha, T. V. Ilyina, A. M. Kovalyova, N. V. Kashpur // Pharma Innov. J. – 2014. – Vol. 3. – P. 7–10.
10. Державна фармакопея України / Державне підприємство «Науково–експертний фармакопейний центр». – 1–е вид., 1 доп. – Х. : РІРЕГ, 2004. – 494 с.
11. Yezerska, O. Quantitative determination of hydroxycinnamic acids in Chicory root / O. Yezerska, T. Kalynyuk, L. Vronska // Chemistry and Chemical Technol. – 2013. – Vol. 7, Issue 3. – P. 247–250.
12. Validation of Caffeic Acid in Emulsion by UV–Spectrophotometric Method / C. M. Spagnol, Th. S. Oliveira, V. I. Lucia Borges et al. // Physical Chem. – 2015. – Vol. 5, Issue 1. – P. 16–22.
13. Державна фармакопея України / Державне підприємство «Науково–експертний фармакопейний центр». – 1–е вид., 2 доп. – Х. : Науково–експертний фармакопейний центр, 2008. – 620 с.
14. Розробка методів стандартизації нового лікарського засобу піфламін / А. М. Ковальова, Г. В. Георгієвський, В. М. Ковальов та ін. // Фармаком. – 2002. – № 2. – С. 92–97.
15. Фитохимическое изучение сухого экстракта из листьев черники обыкновенной / О. Н. Кошевой, А. Л. Загайко, И. А. Колычев и др. // Azərbaycan əczaçiliq və farmakoterapiya jurnali. – 2016. – № 1. – P. 18–23.
16. Golembiovska, O. I. Simultaneous determination of flavonoids and phenolic acids in different parts of Prunella vulgaris L. by high–performance liquid chromatography with photodiode array detection / O. I. Golembiovska // Int. J. Pharmacog. Phytochem. – 2014. – Vol. 29, Issue 1. – P. 1248–1255.
17. Голембіовська, О. І. Розділення та ідентифікація поліфенолів суцвіть Prunella vulgaris L. методом ВЕРХ / О. І. Голембіовська // Вісник стоматол. – 2012. – № 7 (80). – С. 26–27.
18. Gudzenko, A. Development and Validation of a RP–HPLC Method for The Simultaneous Determination of Luteolin and Apigenin in Herb of Achillea millefolium L. / A. Gudzenko // Pharma Innov. J. – 2013. – Vol. 2, Issue 7. – P. 7–14.

REFERENCES

1. Tobyn, G., Denham, A., Whitelegg, M., Rowling, M. (2016). *The Western herbal tradition : 2000 years of medicinal plant knowledge*. Singing Dragon, 379.
2. Deliorman, D., Çalis, I., Ergun, F. (2001). Iridoids from *Galium aparine*. *Pharmaceutical Biology, 39 (3)*, 234–235. doi: 10.1076/phbi.39.3.234.5928
3. Sener, B., Ergun, F. (1988). Isolation and structural studies on the alkaloids of *Galium aparine* L.. *Guede J. Fac. Pharm. Gazi, 5*, 33–40.
4. Tzakou, O., Couladi, M. M., Philianos, S. (1990). Fatty acids and sterols in spring and winter samples of *Galium aparine*. *Fitoterapia*, *61*, 93.
5. Moubasher, H., Abd El–Ghani, M., Al–Wakeel, S., Bahoor, A. (2016). Chemotaxonomic significance of flavonoids in some species of *Galium* (*Rubiaceae*) from Libya. *Austin J. Plant Biol., 2*, 1014–1021.
6. Vlase, L., Mocan, A., Hanganu, D. et al. (2014). Comparative study of polyphenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of four *Galium* species (*Rubiaceae*). *Dig. J. Nanomater. Biostructures, 9*, 1085–1094.

7. Mocan, A., Crişan, G., Vlase, L. et al. (2016). Phytochemical investigations on four *Galium* species (*Rubiaceae*) from Romania. *Farmacia, 64*, 95–99.
8. Aslantürk, Ö., Çelik, T., Karabey, B., Karabey, F. (2017). Active Phytochemical Detecting, Antioxidant, Cytotoxic, Apoptotic Activities of Ethyl Acetate and Methanol Extracts of *Galium aparine* L. *British Journal of Pharmaceutical Research, 15 (6)*, 1–16. doi: 10.9734/bjpr/2017/32762
9. Goryacha, O. V., Ilyina, T. V., Kovalyova, A. M., Kashpur, N. V. (2014). Phytochemical research of *Galium aparine* L. lipophilic complex and study of its antibacterial activity. *Pharma Innov. J., 3*, 7–10.
10. *Derzhavna Farmakopeia Ukrainy, 1–e vyd., 1–e dop.* (2004). Kharkiv: RIREG, 494.
11. Yezerska, O., Kalynyuk, T., Vronska, L. (2013). Quantitative determination of hydroxycinnamic acids in Chicory root. *Chemistry and chemical technology, 7 (3)*, 247–250.
12. Spagnol, C. M., Oliveira, Th. S., Lucia Borges, V. I. et al. (2015). Validation of Caffeic Acid in Emulsion by UV–Spectrophotometric Method. *Physical Chemistry, 5 (1)*, 16–22.
13. *Derzhavna Farmakopeia Ukrainy, 1–e vyd., 2–e dop.* (2008). Kharkiv: Ukrainskyi naukovyi farmakopeinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv, 620.
14. Kovalova, A. M., Heorhievskii, H. V., Kovalov, V. M. et al. (2002). *Farmakom, 2*, 92–97.
15. Koshevoi, O. N., Zagayko, A. L., Kolychev, I. A. et al. (2016). *Azərbaycan əczaçiliq və farmakoterapiya jurnali, 1*, 18–23.
16. Golembiovska, O. I. (2014). Simultaneous determination of flavonoids and phenolic acids in different parts of Prunella vulgaris L. by high–performance liquid chromatography with photodiode array detection. *Int. J. Pharmacog. Phytochem., 29 (1)*, 1248–1255.
17. Holembiovska, O. I. (2012). *Visnyk stomatolohii, 7 (80*), 26–27.
18. Gudzenko, A. (2013). Development and Validation of a RP–HPLC Method for The Simultaneous Determination of Luteolin and Apigenin in Herb of Achillea millefolium L.. *Pharma Innov. J., 2 (7)*, 7–14.

Information about authors:
Shynkovenko I. L., postgraduate student of the Pharmacognosy Department, National University of Pharmacy
Ilyina T. V., Doctor of Pharmacy (Dr. habil.), professor of the Pharmacognosy Department, National University of Pharmacy. E-mail: ilyinatany86@gmail.com. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3728-9752
Goryacha O. V., Candidate of Pharmacy (Ph.D.), teaching assistant of the Pharmacognosy Department, National University of Pharmacy. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9877-7392
Kovalyova A. M., Doctor of Pharmacy (Dr. habil.), professor of the Pharmacognosy Department, National University of Pharmacy. E-mail: allapharm@yahoo.com. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1758-1222
Komissarenko A. M., Doctor of Pharmacy (Dr. habil.), professor of the Chemistry of Natural Compounds Department, National University of Pharmacy
Shemchuk N. S., Candidate of Pharmacy (Ph.D.), teaching assistant of the Pharmacognosy Department, National University of Pharmacy
Golembiovska O. I., Candidate of Pharmacy (Ph.D.), chief of the State Laboratory of Quality Control of Drugs, State Institution "Institute of Pharmacology and Toxicology at the National Academy of Medical Sciences of Ukraine"; engineer of the Organic Sulfur Chemistry Department, Laboratory of Condensed Heterocyclic Systems, Institute of Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine. E-mail: golembiki@yahoo.fr. ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-5531-5374.
Інформація про авторів:
Шинковенко І. Л., аспірант кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет
Ільїна Т. В., д-р фарм. наук, професор кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет. E-mail: ilyinatany86@gmail.com. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3728-9752
Горяча О. В., канд. фарм. наук, асистент кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9877-7392
Ковальова А. М., д-р фарм. наук, професор кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет. E-mail: allapharm@yahoo.com. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1758-1222
Комісаренко А. М., д-р фарм. наук, професор кафедри хімії природних сполук, Національний фармацевтичний університет
Шемчук Н. С., канд. фарм. наук, асистент кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет
Голембіовська О. І., канд. фарм. наук, завідувач Державної лабораторії з контролю якості лікарських засобів ДУ «Інститут фармакології та токсикології Національної академії медичних наук України»; інженер відділу хімії органічних сполук сірки, лабораторія конденсованих гетероциклічних систем, Інститут органічної хімії Національної академії наук України. E-mail: golembiki@yahoo.fr. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5531-5374
Информация об авторах:
Шинковенко И. Л., аспирант кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет
Ильина Т. В., д-р фарм. наук, профессор кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет. E-mail: ilyinatany86@gmail.com. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3728-97
Горячая О. В., канд. фарм. наук, ассистент кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9877-7392
Ковалева А. М., д-р фарм. наук, профессор кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет. E-mail: allapharm@yahoo.com. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1758-1222
Комиссаренко А. Н., д-р фарм. наук, профессор кафедры химии природных соединений, Национальный фармацевтический университет
Шемчук Н. С., канд. фарм. наук, ассистент кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет
Голембиовская Е. И., канд. фарм. наук, заведующая Государственной лабораторией по контролю качества лекарственных средств, ГУ «Институт фармакологии и токсикологии Национальной академии медицинских наук Украины»; инженер отдела химии органических соединений серы, лаборатория конденсированных гетероциклических систем, Институт органической химии Национальной академии наук Украины. E-mail: golembiki@yahoo.fr. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5531-5374

Надійшла до редакції 25.04.2018 р.