

УДК 547.918:543.42:615.074

ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ К ПИЩЕ «СИРОП ПЛЮЩА» БРОНХОЛОР

Яковишин Л. А.¹, Гришковец В. И.²

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, Россия

²Институт биохимических технологий, экологии и фармации (структурное подразделение)

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия

E-mail: chemsevntu@rambler.ru

Проведен ТСХ-анализ биологически активной добавки к пище «Сироп плюща» Бронхолор®. При этом идентифицирован основной тритерпеновый гликозид, представляющий собой хедерасапонин С (3-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→2)-*O*- α -*L*-арабинопиранозил-28-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→4)-*O*- β -*D*-глюкопиранозил-(1→6)-*O*- β -*D*-глюкопиранозиловый эфир хедерагенина). В ИК-спектре сиропа плюща самая интенсивная полоса поглощения отнесена к валентным колебаниям ассоциированных связей О–Н.

Ключевые слова: биологически активная добавка к пище «Сироп плюща» Бронхолор®, плющ обыкновенный, тритерпеновые сапонины, хедерасапонин С, ТСХ, ИК-Фурье-спектроскопия.

ВВЕДЕНИЕ

Тритерпеновые гликозиды обладают разнообразной биологической активностью [1]. Они обнаружены во многих лекарственных растениях [1]. В частности, найдены они и в представителях рода плющ *Hedera* L. (Araliaceae Juss.) [1–6]. Плющ традиционно используется в народной и официальной медицине в качестве средства для лечения кашля [1, 4, 7–9]. Листья плюща обыкновенного *Hedera helix* L. содержат тритерпеновые гликозиды [1, 2, 4, 6]. Наличие данных биологически активных веществ объясняет фармакологическую активность препаратов плюща [4, 10, 11]. На основе листьев плюща обыкновенного разработаны лекарственные препараты [1, 4, 7–9, 12, 13] и биологически активные добавки [14–17].

Недавно на российском рынке появилась отечественная биологически активная добавка к пище «Сироп плюща» Бронхолор® (аптечная марка Vitateka®), компоненты которой способствуют разжижению и отхождению мокроты [16]. В состав данного сиропа входят: вода, сорбит (подсластитель), глицерин (загуститель), экстракт плюща (0,7 г экстракта в 100 мл), аскорбиновая кислота (0,6 г в 100 мл), сорбат калия (консервант) и ароматизатор натуральный «Вишня» [16].

Ранее было проведено исследование тритерпеновых сапонинов ряда лекарственных средств [12, 13, 18] и пищевых добавок на основе листьев плюща [14, 17]. Настоящая статья посвящена выделению и ТСХ-анализу суммы тритерпеновых сапонинов из «Сиропа плюща» Бронхолор®, а также его ИК-Фурье-спектроскопическому исследованию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использовали образец биологически активной добавки к пище «Сироп плюща» Бронхолор® (аптечная марка Vitateka®, производитель: ООО «Полярис», Российская Федерация; СГР № KZ.16.01.95.003.E.000534.07.17 от 14. 07. 2017 г.).

Выделение и ТСХ-анализ суммы тритерпеновых сапонинов. Для получения суммы тритерпеновых сапонинов к 1 мл средства приливали 1 мл *n*-бутанола, предварительно насыщенного водой. Смесь перемешивали в течение 15 мин и оставляли для расслоения жидкостей. Экстракцию проводили при 40 °С. Верхний (водно-спиртовой) слой отделяли и далее анализировали на наличие сапонинов методом восходящей ТСХ.

Вещества в полученном извлечении сравнивали с заведомыми образцами тритерпеновых гликозидов известного строения, выделенных нами ранее из листьев плющей канарского *Hedera canariensis* Willd. [3], крымского *Hedera taurica* Carr. [5] и обыкновенного *Hedera helix* L. [2]: 3-*O*- α -*L*-арабинопиранозидом олеаноловой кислоты, 3-*O*- α -*L*-арабинопиранозидом хедерагенина, 3-*O*-сульфатом олеаноловой кислоты, 3-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→2)-*O*- α -*L*-арабинопиранозидом олеаноловой кислоты, 3-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→2)-*O*- α -*L*-арабинопиранозидом хедерагенина (α -хедерином), 3-*O*-сульфат-28-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→4)-*O*- β -*D*-глюкопиранозил-(1→6)-*O*- β -*D*-глюкопиранозидом олеаноловой кислоты, 3-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→2)-*O*- α -*L*-арабинопиранозил-28-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→4)-*O*- β -*D*-глюкопиранозил-(1→6)-*O*- β -*D*-глюкопиранозидом олеаноловой кислоты и 3-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→2)-*O*- α -*L*-арабинопиранозил-28-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1→4)-*O*- β -*D*-глюкопиранозил-(1→6)-*O*- β -*D*-глюкопиранозидом хедерагенина (хедерасапонином С).

ТСХ проводили на высокоэффективных пластинках «Sorbfil» марки ПТСХ-П-В-УФ-254 с размером частиц силикагеля 8–12 мкм, тип сорбента СТХ-1ВЭ («Сорбполимер», Россия). Длина пластинок 10 см. На пластинки наносили по 0,02 мл водно-бутанольного экстракта. Сумму гликозидов добавки и образцы гликозидов известного строения наносили на одну и ту же пластинку для ТСХ. Для элюирования использовали систему растворителей CHCl_3 – CH_3OH –25 % водный NH_3 (100:40:4 по объему). Элюировали одно- и двукратно.

Детектирование тритерпеновых гликозидов на пластинках осуществляли 0,2 % раствором *пара*-оксибензальдегида в 1 М растворе серной кислоты [19]. Хроматограммы после обработки реагентом нагревали до 100 °С при помощи нагревательного устройства для сушки пластин УСП-1М («Имид», Россия). Величины R_f хедерасапонины С составляют 0,08 (при однократном элюировании) и 0,12 (при двукратном элюировании). Для трех параллельных экспериментов погрешность определения R_f составляет $\pm 0,01$ – $0,03$.

ИК-Фурье-спектроскопия. Для съемки спектра использовали сироп плюща без предварительной подготовки. ИК-спектр получен на ИК-Фурье-спектрометре ФТ-801 (СИМЕКС, Россия). Съемку спектра осуществляли в специальной жидкостной кювете с регулируемой толщиной слоя исследуемой жидкости (СИМЕКС, Россия). Спектры получены в области 4000–550 cm^{-1} (спектральное разрешение 4 cm^{-1} ; 50

сканов). Для работы с ИК-спектрометром ФТ-801 использовали программу ZaIR 3.5 (СИМЕКС, Россия).

ИК-спектр «Сиропа плюща» Бронхолол® (ν , см^{-1}): 3404 (ОН), 2946 (СН), 2892 (СН), 1652 (Н–О–Н, С=О, С=C), 1557 (COO^-), 1493 ($\text{C}=\text{C}_{\text{Ar}}$), 1427 (СН, COO^-), 1337 (СН), 1084 (С–О–С, С–ОН), 1045 (С–О–С, С–ОН), 925 (моносахаридное кольцо), 859 (СН), 700 (Н–О–Н, ОН), 599 (CH_{Ar}).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Хроматографический анализ. Сапонины из сиропа плюща выделяли *n*-бутанолом, насыщенным водой. Хроматографический анализ показал, что в водно-бутанольном извлечении в основном содержится тритерпеновый сапонин 3-*o*- α -L-рамнопиранозил-(1→2)-*o*- α -L-арабинопиранозил-28-*o*- α -L-рамнопиранозил-(1→4)-*o*- β -D-глюкопиранозил-(1→6)-*o*- β -D-глюкопиранозид хедерагенина (хедерасапонин С; рис. 1). Гликозид был идентичен по своей хроматографической подвижности и сине-фиолетовому цвету зоны после обработки пластин детектирующим реагентом соответствующему заведомому образцу хедерасапонина С. При этом один из главных гликозидов плющей α -хедерин (3-*o*- α -L-рамнопиранозил-(1→2)-*o*- α -L-арабинопиранозид хедерагенина; рис. 2) [1–3, 5, 6] не удалось идентифицировать по тсх в данных условиях эксперимента.

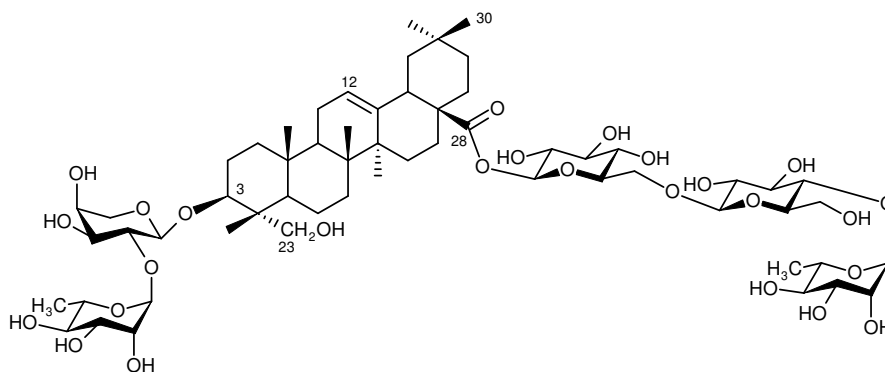


Рис. 1. Хедерасапонин С.

ИК-спектроскопический анализ. Наличие в составе сиропа воды, многоатомных спиртов и прочих компонентов объясняет характерный вид его ИК-спектра (рис. 3). При 3404 см^{-1} наблюдается широкая интенсивная полоса поглощения валентных колебаний связей О–Н, участвующих в образовании водородных связей. Полосы поглощения валентных колебаний связей С–Н найдены при 2946 и 2892 см^{-1} . Полосы поглощения деформационных колебаний СН-связей обнаружены при 1427 и 1337 см^{-1} .

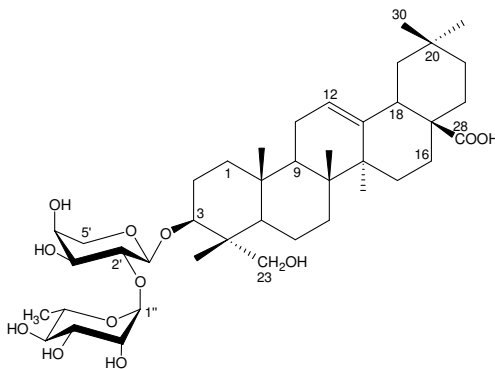


Рис. 2. α -Хедерин.

Полоса поглощения при 1652 см^{-1} вызвана деформационными колебаниями молекул воды и валентными колебаниями связей $\text{C}=\text{O}$ и $\text{C}=\text{C}$. Карбоксилат-анион сорбата калия поглощает при 1557 см^{-1} (асимметричные валентные колебания) и 1427 см^{-1} (симметричные валентные колебания).

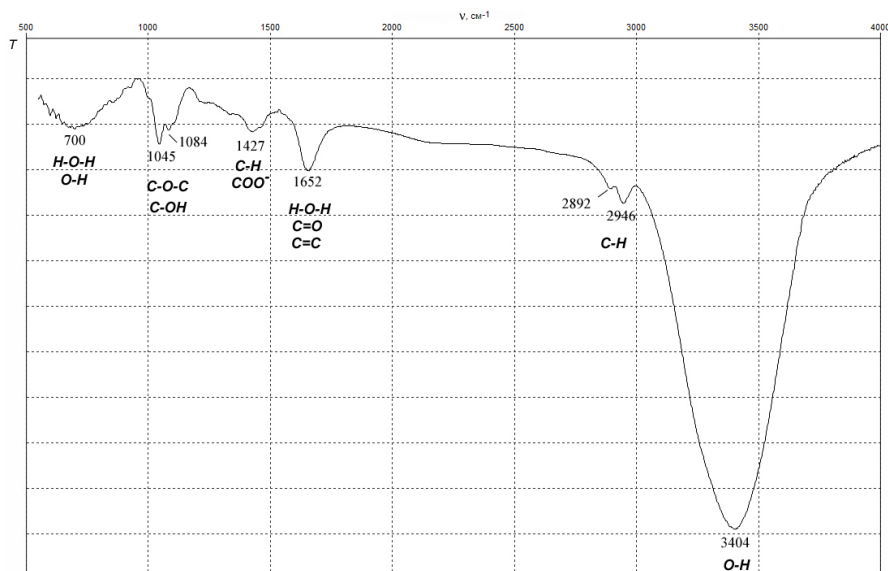


Рис. 3. ИК-спектр «Сиропа плюща» Бронхолор®.

Полосы поглощения валентных колебаний связей $\text{C}-\text{O}$ в группах $\text{C}-\text{OH}$ и $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ обнаружены при 1084 и 1045 см^{-1} . При этом полоса поглощения 1044 см^{-1} имеет большую интенсивность, что ранее уже отмечалось для ИК-спектров лекарственных препаратов на основе плюща (Геделикс, Пектолван плющ, Гедерин, Гербион сироп плюща и Бронхипрет) [18, 20].

Полоса поглощения колебаний моносахаридных колец гликозидов наблюдается при 925 см^{-1} . Широкий пик поглощения в области 700 см^{-1} связан с неплоскими деформационными колебаниями ассоциированных связей О–Н органических составляющих и вращательными колебаниями воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Из биологически активной добавки к пище «Сироп плюща» Бронхолор® выделена сумма тритерпеновых сапонинов. Методом ТСХ идентифицирован ее основной компонент – тритерпеновый гликозид хедерасапонин С (3-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1 \rightarrow 2)-*O*- α -*L*-арабинопиранозил-28-*O*- α -*L*-рамнопиранозил-(1 \rightarrow 4)-*O*- β -*D*-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 6)-*O*- β -*D*-глюкопиранозильный эфир хедерагенина).
2. В ИК-спектре сиропа плюща самой интенсивной является полоса поглощения валентных колебаний ассоциированных связей О–Н (3404 см^{-1}). Менее интенсивные полосы поглощения вызваны колебаниями связей Н–О–Н, С=О и С=C (при 1652 см^{-1}), С–О–С и С–ОН (при 1084 и 1045 см^{-1}), а также Н–О–Н и О–Н (при 700 см^{-1}).

Работа выполнена на оборудовании Севастопольского государственного университета (проект ПР/807-42/2017).

Список литературы

1. Hostettmann K. Saponins / K. Hostettmann, A. Marston. – Cambridge: Cambridge University Press, 1995. – 548 p.
2. Тритерпеновые гликозиды *Hedera helix* L. Строение гликозидов L-1, L-2a, L-2b, L-3, L-4a, L-4b, L-6a, L-6b, L-6c, L-7a и L-7b из листьев плюща обыкновенного / В. И. Гришкова, А. Е. Кондратенко, Н. В. Толкачева [и др.] // Химия природ. соедин. – 1994. – № 6. – С. 742–746.
3. Тритерпеновые гликозиды *Hedera canariensis* L. Строение гликозидов L-A, L-B₁, L-B₂, L-C, L-D, L-E₁, L-G₁, L-G₂, L-G₃, L-G₄, L-H₁, L-H₂ и L-I₁ из листьев *Hedera canariensis* / В. И. Гришкова, Д. Ю. Сидоров, Л. А. Яковишин [и др.] // Химия природ. соедин. – 1996. – № 3. – С. 377–383.
4. Зузук Б. М. Плющ вьющийся *Hedera helix* L. (аналитический обзор) / Б. М. Зузук, Р. В. Куцик, Л. И. Зузук // Провизор. – 2003. – № 12. – С. 13–14.
5. Тритерпеновые гликозиды *Hedera taurica* L. Строение таурозида E из листьев *Hedera taurica* / А. С. Шашков, В. И. Гришкова, А. А. Лолойко [и др.] // Химия природ. соедин. – 1987. – № 3. – С. 363–366.
6. Triterpenoid saponins from the leaves of *Hedera helix* / R. Elias, A. M. Diaz Lanza, E. Vidal-Ollivier [et al.] // J. Nat. Prod. – 1991. – Vol. 54, № 1. – P. 98–103.
7. Прожерина Ю. Ключевые тренды рынка мукоактивных средств / Ю. Прожерина // Ремедиум. – 2019. – № 10. – С. 42–45.
8. Прожерина Ю. Место современных фитопрепаратов в терапии кашля / Ю. Прожерина // Ремедиум. – 2018. – № 10. – С. 17–19.
9. Розничный рынок препаратов для устранения симптомов простуды и кашля (R05) в России и странах СНГ // Ремедиум. – 2007. – № 8. – С. 62–64.
10. Boltshauser V. Wirkmechanismus von efeu entschlüsselt. Efeusaponine entfalten eine β -adrenerge Wirkung in den Atemwegen / V. Boltshauser // Phytotherapie. – 2006. – № 4. – S. 20–22.
11. α -Hederin, but not hederacoside C and hederagenin from *Hedera helix*, affects the binding behavior, dynamics, and regulation of β_2 -adrenergic receptors / A. Sieben, L. Prenner, T. Sorkalla [et al.] // Biochemistry. – 2009. – Vol. 48, № 15. – P. 3477–3482.

12. Исследование тритерпеновых гликозидов лекарственного препарата проспан® / Л. А. Яковишин, М. А. Вожжова, А. Л. Кузнецова, В. И. Гришконец // Журн. орг. и фарм. химии. – 2005. – Т. 3, вып. 1 (9). – С. 57–59.
13. Яковишин Л. А. Комплекс тритерпеновых гликозидов лекарственного препарата Hedelix® / Л. А. Яковишин, В. И. Гришконец // Химия природ. соедин. – 2003. – № 5. – С. 417–418.
14. Яковишин Л. А. Сапонины фитокомплекса «Хедерикс+» / Л. А. Яковишин, В. И. Гришконец, Е. Н. Корж // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2015. – Т. 1 (67), № 4. – С. 163–169.
15. Плющ при кашле Эвалар сироп [Электронный ресурс]. URL: <https://shop.evalar.ru/catalog/item/ivy-sough-syugup-vitamins/> (дата обращения: 30.11.2019).
16. Инструкция по применению. Биологически активная добавка к пище «Сироп плюща» (производитель: ООО «Полярис», Российская Федерация; СГР № KZ.16.01.95.003.E.000534.07.17 от 14.07.2017 г.).
17. Тритерпеновые сапонины биологически активной добавки к пище на основе плюща / Л. А. Яковишин, П. И. Бажан, В. Д. Ратников, В. И. Гришконец // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2019. – Т. 5 (71), № 4 – С. 296–304.
18. Тритерпеновые сапонины лекарственных препаратов Бронхипрет® сироп и Гербион® сироп плюща / Л. А. Яковишин, В. Д. Ратников, П. И. Бажан, В. И. Гришконец // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2020. – Т. 6 (72), № 1 – С. 299–307.
19. Яковишин Л. А. Детектирующие реагенты для ТСХ тритерпеновых гликозидов / Л. А. Яковишин // Химия природ. соедин. – 2003. – № 5. – С. 419–420.
20. Лекарственные препараты на основе плюща: ИК-Фурье-спектроскопический анализ / Л. А. Яковишин, П. И. Бажан, В. Д. Ратников, В. И. Гришконец // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2019. – Т. 5 (71), № 3. – С. 259–267.

CHEMICAL PHARMACEUTICAL ANALYSIS OF BIOLOGICALLY ACTIVE FOOD ADDITIVE “IVY SYRUP” BRONCHOLOR

Yakovishin L. A.¹, Grishkovets V. I.²

¹*Sevastopol State University, Sevastopol, Russia*

²*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia*

E-mail: chemseventu@rambler.ru

Ivy leaves *Hedera helix* L. (Araliaceae Juss.) contain triterpene glycosides. Drugs and biologically active additives have been developed on the basis of common ivy leaves. Triterpene glycosides explain the pharmacological effect of ivy and drugs based on its.

Recently, the biologically active food additive “Ivy syrup” Broncholor® (pharmacy brand Vitateka®) appeared on the Russian market, the components of which contribute to liquefaction and expectoration of sputum. The composition of this syrup includes: water, sorbitol (sweetener), glycerin (thickener), ivy extract, ascorbic acid, potassium sorbate (preservative) and flavor natural “Cherry”.

Triterpene saponins extracted from ivy syrup with water-saturated *n*-butanol. The *n*-butanol extract was analyzed by TLC. The saponins were identified using authentic

specimens of triterpene glycosides of known structure that we isolated from leaves of Canary ivy *Hedera canariensis* Willd., common ivy *Hedera helix* L. and Crimean ivy *Hedera taurica* Carr. It was shown by TLC that 3-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-*O*- α -*L*-arabinopyranosyl-28-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-*O*- β -*D*-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-*O*- β -*D*-glucopyranosyl ester of hederagenin (hederasaponin C) is predominant among saponins. At the same time, one of the main ivy glycosides α -hederin (3-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-*O*- α -*L*-arabinopyranoside hederagenin) does not identified by TLC under these experimental conditions.

In the IR spectrum of ivy syrup, the most intense is the absorption band of stretching vibrations of associated O–H bonds (3404 cm⁻¹). Less intense absorption bands are caused by vibrations of the H–O–H, C=O and C=C bonds (at 1652 cm⁻¹), C–O–C and C–OH bonds (at 1084 and 1045 cm⁻¹), and also H–O–H and O–H bonds (at 700 cm⁻¹).

The absorption bands of stretching vibrations of C–H bonds were found at 2946 and 2892 cm⁻¹. Absorption bands of bending vibrations of C–H bonds were found at 1427 and 1337 cm⁻¹.

Keywords: biologically active food additive “Ivy syrup” Broncholor[®], common ivy, triterpene saponins, hederasaponin C, TLC, FT-IR spectroscopy.

References

1. Hostettmann K., Marston A., *Saponins*, 548 p. (Cambridge University Press, Cambridge, 1995).
2. Grishkovets V. I., Kondratenko A. E., Tolkacheva N. V., Shashkov A. S., Chirva V. Ya., Triterpene glycosides of *Hedera helix* I. The structures of glycosides L-1, L-2a, L-2b, L-3, L-4a, L-4b, L-6a, L-6b, L-6c, L-7a, and L-7b from the leaves of common ivy, *Khim. Prirod. Soedin.*, 6, 742 (1994). (in Russ.).
3. Grishkovets V. I., Sidorov D. Yu., Yakovishin L. A., Arnautov N. N., Shashkov A. S., Chirva V. Ya., Triterpene glycosides of *Hedera canariensis* I. Structures of glycosides L-A, L-B₁, L-B₂, L-C, L-D, L-E₁, L-G₁, L-G₂, L-G₃, L-G₄, L-H₁, L-H₂, and L-I₁ from the leaves of *Hedera canariensis*, *Khim. Prirod. Soedin.*, 3, 377 (1996). (in Russ.).
4. Zuzuk B. M., Kutsik R. V., Zuzuk L. I., Ivy creeping *Hedera helix* L. (analytical review), *Provizor*, 12, 13 (2003). (in Russ.).
5. Shashkov A. S., Grishkovets V. I., Loloyko A. A., Chirva V. Ya., Triterpene glycosides of *Hedera taurica* I. Structure of tauroside E from the leaves of *Hedera taurica*, *Khim. Prirod. Soedin.*, 3, 363 (1987). (in Russ.).
6. Elias R., Diaz Lanza A. M., Vidal-Ollivier E., Balansard G., Faure R., Babadjamian A., Triterpenoid saponins from the leaves of *Hedera helix*, *J. Nat. Prod.*, 54 (1), 98 (1991).
7. Prozherina Yu., Key trends in the mucoactive drugs market, *Remedium*, 10, 42 (2019). (In Russ.).
8. Prozherina J., The role of modern herbal remedies in the management of cough, *Remedium*, 10, 17 (2018). (in Russ.).
9. The retail market for drugs to eliminate the symptoms of colds and cough (R05) in Russia and CIS countries, *Remedium*, 8, 62 (2007). (in Russ.).
10. Boltshauser V., Wirkmechanismus von efeu entschlüsselt. Efeusaponine entfalten eine β -adrenerge Wirkung in den Atemwegen, *Phytotheraphie*, 4, 20 (2006).
11. Sieben A., Prenner L., Sorkalla T., Wolf A., Jakobs D., Runkel F., Häberlein H., α -Hederin, but not hederacoside C and hederagenin from *Hedera helix*, affects the binding behavior, dynamics, and regulation of β_2 -adrenergic receptors, *Biochemistry*, 48 (15), 3477 (2009).
12. Yakovishin L. A., Vozhzhova M. A., Kuznetsova A. L., Grishkovets V. I., Study of triterpene glycosides of the drug prospan[®], *Zhurn. Org. Farm. Khim.*, 3 (1), 57 (2005). (in Russ.).
13. Yakovishin L. A., Grishkovets V. I., Triterpene glycosides of the medicinal preparation Hedelix[®], *Khim. Prirod. Soedin.*, 5, 417 (2003). (in Russ.).

14. Yakovishin L. A., Grishkovets V. I., Korzh E. N., Saponins of the phytocomplex Hederix+, *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **1** (4) 163 (2015). (in Russ.).
15. *Ivy at cough Evalar syrup*, <https://shop.evalar.ru/catalog/item/ivy-cough-syrup-vitamins/> (Accessed November 30, 2019). (in Russ.).
16. *Instructions for use. Biologically active food additive "Ivy syrup"*, Manufacturer: Polyaris LLC, Russian Federation, certificate of state registration № KZ.16.01.95.003.E.000534.07.17 on 14.07.2017.
17. Yakovishin L. A., Bazhan P. I., Ratnikov V. D., Grishkovets V. I., Triterpene saponins of biologically active food additive based on ivy, *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **5** (4) 296 (2019). (in Russ.).
18. Yakovishin L. A., Ratnikov V. D., Bazhan P. I., Grishkovets V. I., Triterpene saponins of drugs Bronchipret® syrup and Herbion® Hedera syrup, *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **6** (1) 299 (2020). (in Russ.).
19. Yakovishin L. A., Developers for TLC of triterpene glycosides, *Khim. Prirod. Soedin.*, **5**, 419 (2003). (in Russ.).
20. Yakovishin L. A., Bazhan P. I., Ratnikov V. D., Grishkovets V. I., Ivy-containing drugs: FT-IR spectroscopy analysis, *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **5** (3) 259 (2019). (in Russ.).