

УДК 534.544.943; 581.192.2; 582.949.2

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ТРАВЕ КОТОВНИКА КОШАЧЬЕГО (*NEPETA CATARIA* L.)

И.И. Тернинко¹, Т.Х.И. Нгуен^{1*}

Резюме. Проведено изучение качественного состава фенольных соединений травы котовника кошачьего (*Nepeta cataria* L.) флоры Северо-Западного региона России методами тонкослойной и бумажной хроматографии. Идентифицировано 11 соединений фенольной природы, из которых 6 веществ флавоноидного характера (рутин, лютеолин, цинарозид, гиперозид, кверцетин и апигенин), 3 гидроксикоричные кислоты (кофейная, хлорогеновая и розмариновая) и 2 фенолкарбоновых кислоты (галловая и ванилиновая). Результаты исследования создают предпосылки для дальнейшего изучения количественного содержания веществ фенольной природы, установления маркеров и последующей стандартизации лекарственного растительного сырья.

Ключевые слова: тонкослойная и бумажная хроматография, котовник кошачий, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, фенолкарбоновые кислоты.

IDENTIFICATION OF THE PHENOLIC COMPOUNDS OF CATNIP HERBS (*NEPETA CATARIA* L.)

I.I. Terninko¹, T.H.Y. Nguyen^{1*}

Abstract. Investigation of the phenolic compounds of catnip herbs (*Nepeta cataria* L.) the flora of the North-West region of Russia by thin-layer and paper chromatography was carried out. Have been identified 11 compounds of the phenolic nature from which 6 substances of flavonoid nature (rutin, luteolin, cynaroside, hyperoside, quercetin and apigenin), 3 hydroxycinnamic acids (caffeic, chlorogenic and rosmarinic) and 2 phenolcarboxylic acids (gallic and vanillic). The results of the study create the preconditions for further study of quantitative content of phenolic substances, establishing markers and subsequent standardization of medicinal plant raw materials.

Keywords: thin-layer and paper chromatography, catnip, flavonoids, hydroxycinnamic acids, phenol carbonic acids.

1 – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 19737, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 14, лит. А

1 – Saint-Petersburg State Chemical-Pharmaceutical Academy, Ministry of Healthcare, 14 A, Professor Popov str., Saint-Petersburg, 197376, Russia

* адресат для переписки:

E-mail: nguyenhaiyen20190@gmail.com

Тел.: +7 (950) 006 31 23

ВВЕДЕНИЕ

Nepeta cataria L. (котовник кошачий) – травянистое многолетнее растение высотой 30–100 см из семейства яснотковых (*Lamiaceae*), широко распространенное в различных климатогеографических зонах, в том числе на территории РФ. Культивируется в странах Западной Европы, США, СНГ как эфиромасличное растение и имеет значительные сырьевые запасы. Растет как сорное растение вблизи жилья, на полях, в садах, встречается также по лесным опушкам и на лугах от среднего до субальпийского пояса [1].

Трава котовника в эксперименте оказывает спазмолитическое, антидепрессивное и седативное действие. Антимикробную активность по отношению к 11 видам бактерий и 12 видам грибов связывают с наличием эфирного масла [2]. Экстракт *Nepeta cataria* L. обладает высокими антиоксидантными свойствами [2, 3]. Гидроксикоричные кислоты (ГКК) (в частности, производные кофейной кислоты) в извлечениях из травы котовника проявляют выраженную иммуностимулирующую активность [4]. В народной медицине трава котовника кошачьего используется для лечения хронических бронхитов, катара желудка, заболе-

ваний гепатобилиарной и женской репродуктивной системы.

Согласно данным зарубежной литературы [5] химический состав надземной части *Nepeta cataria* L. представлен танинами, флавоноидами, терпеноидами, в том числе сапонинами. Основной группой БАВ считают эфирное масло [6], содержание которого составляет 0,35%, а основными компонентами являются непеталактон, 1,8-цинеол, α-пинен, α-гумулен и другие терпены [7, 8]. Однако в РФ трава котовника не является официальной, так как в связи с отсутствием комплексного изучения не выделены основные группы биологически активных веществ, не определены маркерные соединения и, как следствие, не представлены подходы к стандартизации данного лекарственного растительного сырья (ЛРС). Поэтому системное фитохимическое изучение травы котовника кошачьего с целью дальнейшей стандартизации является перспективной задачей, которая направлена на решение проблемы использования отечественных растительных ресурсов для целей фармацевтической промышленности.

Целью данной работы была идентификация фенольных соединений в траве котовника кошачьего (*Nepeta cataria* L.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом настоящего исследования служили образцы травы котовника кошачьего, заготовленные на территории питомника лекарственных растений ФГБОУ ВО СПбХФА (пос. Лемболово Всеволожского района Ленинградской области) в августе 2016 г. Заготовку надземной части (травы) проводили в сухую погоду на расстоянии 10 см от поверхности земли, избегая попадания грубых (одревесневших) частей растения. Сушку проводили воздушно-теневым способом.

Методика получения извлечений. Для приготовления водных экстрактов измельченное сырье (диаметр частиц около 7–10 мм) в количестве 10,0 г помещали в колбу вместимостью 250 мл, прибавляли 40 мл воды очищенной. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане в течение часа. Полученную вытяжку фильтровали через складчатый фильтр. Экстракцию проводили дважды новыми порциями воды очищенной. Объединенный экстракт концентрировали в вакууме до 10 мл. Водно-спиртовые экстракты получали аналогичным образом, в качестве экстрагента использовали 70% и 40% спирт этиловый.

Очистка полученного извлечения. Полученные извлечения подвергали очистке методом жидкость-жидкостной экстракции с использованием различных растворителей и получением отдельных фракций. Схема очистки представлена на рисунке 1 (серым цветом выделены конечные фракции, которые использовали для анализа).

Для анализа фенольных соединений использовали методы тонкослойной (ТСХ) и бумажной (БХ) хроматографии. В качестве сорбента в БХ использовали бумагу Filtrak №12, в ТСХ-анализе – пластинки Sorbfil UV₂₅₄ (ПТСХ-П-В-УФ) (ЗАО «Сорбполимер», Россия) и Silufol UV₂₅₄ (Kavalier, Чехия). Детектирование проводили путем оценки хроматограмм в видимом и УФ-свете (254 нм и 365 нм) до и после обработки их специфическими хромогенными реактивами в сравнении со значениями факторов удерживания (Rf) соответствующих референс-образцов (таблица 4). Сводные данные об условиях хроматографирования приведены ниже.

Системы растворителей: **А:** н-бутанол (ч.) – уксусная кислота ледяная (х.ч.) – вода (БУВ) (4:1:2); **Б:** БУВ (4:1:5); **В:** уксусная кислота 2%; **Г:** уксусная кислота 15%; **Д:** пропанол (х.ч.) – хлороформ (х.ч.) – муравьиная кислота (ч.) (10:4:1); **Ж:** бензол (ч.д.а.) – метанол (х.ч.) – уксусная кислота ледяная (х.ч.) (90:16:8). Все растворители производства ЗАО «Вектон», Россия.

Референс-образцы: 0,1% спиртовые растворы стандартных образцов (СО) (USP или EP) флавоноидов (рутин, цинарозид, лютеолин, кверцетин, апигенин, кемпферол, гиперозид); гидроксикоричных (кофейная, хлорогеновая, феруловая, п-кумаровая, синаповая и



Рисунок 1. Схема получения и очистки извлечений из травы котовника

розмариновая) и фенолкарбоновых (ФКК) (сиреневая, вератровая, салициловая, ванилиновая, протокатеховая, галловая) кислот.

Оптимальный объем наносимых проб для извлечений и СО: 1 мкл / 2 мкл (ТСХ) и 5 мкл / 10 мкл (БХ) при анализе флавоноидов и ФКК; 2 мкл / 5 мкл (ТСХ) и 5 мкл / 10 мкл (БХ) при анализе ГКК.

Детектирование: **1** – пары аммиака (ч.д.а., ООО «НеваРеактив», Россия); **2** – 2% раствор алюминия хлорида (ч.д.а., ЗАО «Вектон», Россия); **3** – 3% раствор железа (III) хлорида (ч., ООО «НеваРеактив», Россия); **4** – диазотированная сульфаниловая кислота (диазореактив). Растворы для детектирования приготовлены в соответствии с требованиями ГФ РФ XIII, ОФС 1.3.0001.15 «Реактивы. Индикаторы».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Флавоноиды. Идентификацию флавоноидов проводили в водно-спиртовом извлечении (экстрагент – 70% спирт этиловый). Развитие хроматограмм осуществляли в системах **А** и **Б**. Детектирование зон флавоноидов проводили как по собственной флюоресценции веществ в УФ-свете, так и после обработки реактивами **1** и **2**.

Результаты хроматографического изучения флавоноидов травы котовника кошачьего методом ТСХ и БХ представлены в таблице 1.

По данным ТСХ-анализа (таблица 1) в исследуемом извлечении из травы котовника установлено наличие 5 пятен. В УФ-свете большинство зон адсорбции имело коричневую окраску, которая приобретала жел-

Таблица 1.

Хроматографическая оценка флавоноидных соединений травы котовника кошачьего
(Данные об используемых стандартных образцах приведены в таблице № 4)

Исследуемый раствор / пятна	Окраска зон адсорбции							Значение Rf		
	Видимый свет		УФ-свет		Реактив 1		Реактив 2			
	ТСХ	БХ	ТСХ	БХ	ТСХ	БХ	ТСХ	БХ	ТСХ	БХ
Рутин	желтая		желто-коричневая	коричневая	темно-желтая	коричневая	желтая	желто-зеленая	0,62	0,61 А 0,50 Б
Кверцетин	желтая		желто-коричневая	желтая	желто-зеленая	желтая	желто-зеленая	зеленая	0,81	0,79 А 0,69 Б
Лютеолин	бледно-желтая		коричневая		желто-коричневая	коричневая	желто-зеленая		0,78	0,89 А 0,80 Б
Цинарозид	бледно-желтая		коричневая		желто-зеленая	коричневая	желто-зеленая		0,73	0,41 А 0,40 Б
Апигенин	желтая		коричневая		желто-коричневая	коричневая	желтая		0,83	0,91 А 0,79 Б
Кемпферол	бледно-желтая		голубая		голубая	фиолетовая	голубая	фиолетовая	0,85	0,74 А 0,65 Б
Гиперозид	желтая		желто-коричневая	коричневая	темно-желтая	коричневая	желтая	желто-зеленая	0,68	0,71 А 0,59 Б
<i>Извлечение (по данным ТСХ-анализа)</i>										
1 пятно	желтая		желто-коричневая		темно-желтая		желтая		0,62	
2 пятно	желтая		желто-коричневая		Темно-желтая		желтая		0,68	
3 пятно	бледно-желтая		коричневая		желто-зеленая		желто-зеленая		0,73	
4 пятно	бледно-желтая		коричневая		желто-коричневая		желто-зеленая		0,78	
5 пятно	желтая		желто-коричневая		желто-зеленая		желто-зеленая		0,81	
<i>Извлечение (по данным БХ-анализа)</i>										
Исследуемые пятна	Видимый свет	УФ-свет		Реактив 1		Реактив 2		Значение Rf		
1 пятно	бледно-желтая	коричневая		коричневая		желто-зеленая		0,41 А 0,40 Б		
2 пятно	желтая	коричневая		коричневая		желто-зеленая		0,61 А 0,50 Б		
3 пятно	желтая	коричневая		коричневая		желто-зеленая		0,71 А 0,59 Б		
4 пятно	желтая	желтая		желтая		зеленая		0,79 А 0,69 Б		
5 пятно	бледно-желтая	коричневая		коричневая		желто-зеленая		0,89 А 0,80 Б		
6 пятно	желто-коричневая	коричневая		коричневая		желтая		0,91 А 0,79 Б		

Примечание: исследование флавоноидов методом ТСХ в системе Б неинформативно, так как пластинка поглощала воду, что негативно образом сказывалось на значениях Rf.

тую или желто-коричневую флюоресценцию после обработки пластинки парами аммиака, что характерно для флавонов, флавононов, флавонол-3-О-гликозидов и халконов. Одно вещество имело желтую окраску, характерную для флавонолов и их 7-О-гликозидов [9].

Сопоставление данных величин Rf и характера флюоресценции пятен (по данным ТСХ-анализа) позволило идентифицировать в траве котовника кошачьего наличие рутина, кверцетина, лютеолина, цинарозида и гиперозида. БХ-анализ, кроме вышеназванных соединений, позволил также идентифицировать апигенин.

ГКК. Исследование проводили в водных, водно-спиртовых (экстрагент – 40% спирт этиловый) извлечениях (как нативных, так и очищенных) и в этилацетатной фракции.

В процессе анализа нами была подобрана оптимальная хроматографическая система для ТСХ-анализа. Так, при предварительном сравнительном изучении параметров ТСХ-идентификации (разделение пятен, значения Rf в диапазоне 0,2–0,8) в системах **А** и **В** лучшие характеристики продемонстрировала система **А**, поэтому в ТСХ-анализе она была выбрана для идентификации ГКК.

Результаты хроматографического изучения ГКК в извлечениях котовника представлены в таблице 2.

Установлено, что пятна ГКК лучше выражены (имеют определенную описываемую форму и более высокую степень флюоресценции) в водно-спиртовых извлечениях.

Таблица 2.

Хроматографическая оценка ГКК травы котовника кошачьего

Исследуемый раствор / пятна	Окраска зон адсорбции						Значение Rf	
	УФ-свет		Реактив 1		Реактив 3		ТСХ	БХ
	ТСХ	БХ	ТСХ	БХ	ТСХ	БХ		
Кофейная кислота	ярко-голубая		ярко-голубая		сине-зеленая		0,84	0,82А; 0,24В
Хлорогеновая кислота	коричневая	бледно-голубая	коричневая	бледно-зеленая	бледно-зеленая		0,58; 0,32	0,62А; 0,49В
Феруловая кислота	коричневая	голубая	коричневая	темно-голубая	коричневая	оранжевая	0,80	0,89А; 0,28В
п-Кумаровая кислота	бледно-коричневая	–	бледно-коричневая	–	бледно-коричневая		0,90	0,92А; 0,53В
Синаповая кислота	ярко-голубая		ярко-голубая		розовая		0,87	0,83А; 0,47В
Розмариновая кислота	коричневая	голубая	коричневая	голубо-вато-зеленая	серо-зеленая		0,74	0,86А; 0,44В
<i>Извлечение (по данным ТСХ-анализа)</i>								
1 пятно	коричневая		коричневая		бледно-зеленая		0,57	
2 пятно	коричневая		коричневая		серо-зеленая		0,74	
<i>Извлечение (по данным БХ-анализа)</i>								
1 пятно	бледно-голубая		ярко-голубая		сине-зеленая		0,81А; 0,24В	
2 пятно	голубая		голубовато-зеленая		серо-зеленая		0,86А; 0,43В	
3 пятно	бледно-голубая		бледно-зеленая		бледно-зеленая		0,63А; 0,48В	

По результатам БХ в извлечениях из травы котовника было установлено наличие трех контрастных зон адсорбции, которые по значениям параметров удерживания и окраске в сравнении со СО идентифицированы нами как кофейная, хлорогеновая и розмариновая кислоты. В результате ТСХ-анализа в извлечениях из травы котовника нами были идентифицированы хлорогеновая и розмариновая кислоты. Розмариновая кислота является маркерным соединением представителей семейства яснотковых, и ее идентификация является важным фактом для дальнейшей фитохимической оценки ЛРС котовника кошачьего.

Следует отметить, что при анализе методом ТСХ СО хлорогеновой кислоты имел 2 четкие зоны адсорбции, что свидетельствует о присутствии ее изомерной формы – неохлорогеновой кислоты. Учитывая, что, помимо пятен ГКК, в извлечениях из травы котовника было отмечено наличие еще 5 пятен фенольной природы, которые имели желтую флюоресценцию (предположительно флавоноиды) со значениями Rf 0,2–0,6, идентифицировать неохлорогеновую кислоту в данном диапазоне значений параметров удерживания невозможно.

ФКК. Исследование ФКК проводили в водно-спиртовых извлечениях (экстракт – 70% спирт этиловый) с использованием метода ТСХ в системах Д [10] и Ж [11] и метода БХ в системах А, Б и Г. Однако лучшие результаты (интенсивность окраски и более четкие контуры зон адсорбции) были получены при использовании метода БХ. Результаты хроматографического изучения ФКК методом БХ представлены в таблице 3.

По результатам БХ-анализа в траве котовника кошачьего идентифицированы 2 пятна с показателями Rf и окраски, характерными для галловой и ванилиновой кислот.

Таблица 3.

Хроматографическая оценка ФКК травы котовника кошачьего

Исследуемый раствор	Окраска зон адсорбции		Значение Rf
	Реактив 3	Реактив 4	
Сиреневая кислота	светло-серая	малиново-красная	0,70А; 0,83Б; 0,80Г
Вератровая кислота	желто-оранжевая	–	0,86А; 0,90Б; 0,84Г
Салициловая кислота	фиолетовая	–	0,72А; 0,94Б; 0,90Г
Ванилиновая кислота	светло-коричневая	светло-оранжевая	0,75А; 0,88Б; 0,82Г
Протокатеховая кислота	изумрудно-зеленая	серо-коричневая	0,59А; 0,80Б; 0,78Г
Галловая кислота	темно-серая	серая	0,50А; 0,57Б; 0,55Г
Извлечение	светло-коричневая	светло-оранжевая	0,75А; 0,88Б; 0,82Г
	темно-серая	серая	0,50А; 0,57Б; 0,55Г

Примечание: «–» – окраска отсутствует.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методами бумажной и тонкослойной хроматографии в водных и водно-спиртовых извлечениях из травы котовника кошачьего (*Nepeta cataria* L.) установлено наличие флавоноидов (рутин, лютеолин, цинарозид, гиперозид, кверцетин и апигенин), гидроксико-

ричных (кофейная, хлорогеновая и розмариновая) и фенолкарбоновых (галловая и ванилиновая) кислот.

Таким образом, результаты изучения качественного состава фенольных соединений продемонстрировали перспективность дальнейших исследований и стандартизации котовника кошачьего в качестве нового ЛРС.

Таблица 4.

Стандартные образцы	
Флавоноиды	
рутин	Рутин, стандартный образец-порошок, содержание рутина 98,5%, ООО «Фитопанацея», Россия, CAS № 153-18-4, серия 061210, годен до 28/01/18
цинарозид	Цинарозид, стандартный образец-порошок, содержание цинарозида 98,5%, ООО «Фитопанацея», Россия, CAS № 5373-11-5, серия 250810, годен до 12/12/17
лютеолин	Лютеолин, стандартный образец-порошок, содержание лютеолина 98,5%, ООО «Фитопанацея», Россия, CAS № 491-70-3, серия 250810, годен до 28/01/18
кверцетин	Кверцетин, стандартный образец-порошок, содержание кверцетина 99,5%, ООО «Фитопанацея», Россия, CAS № 117-39-5, серия 250810, годен до 28/01/18
апигенин	Апигенин, стандартный образец-порошок, содержание апигенина 99%, Sigma Aldrich, США, CAS № 520-36-5, каталожный № 42251, годен до 18/12/17
кемпферол	Кемпферол, стандартный образец-порошок, содержание кемпферола 98%, Sigma Aldrich, США, CAS № 520-18-3, каталожный № 96353, годен до 23/02/18
гиперозид	Гиперозид, стандартный образец-порошок, содержание гиперозида 98,5%, ООО «Фитопанацея», Россия, CAS № 482-36-0, серия 061210, годен до 15/07/17

Гидроксикоричные кислоты

кофейная кислота	Кофейная кислота, стандартный образец-порошок, содержание кофейной кислоты 98%, Sigma Aldrich, США, CAS № 331-39-5, каталожный № C0625, годен до 22/12/17
хлорогеновая кислота	Хлорогеновая кислота, первичный фармацевтический стандартный образец-порошок, содержание хлорогеновой кислоты 100%, Sigma Aldrich, США, CAS № 327-97-9, каталожный № 00500590, годен до 09/01/18
феруловая кислота	Феруловая кислота, стандартный образец-порошок, содержание феруловой кислоты 98%, Sigma Aldrich, США, CAS № 537-98-4, каталожный № 52229, годен до 09/01/18
п-кумаровая кислота	п-кумаровая кислота, стандартный образец-порошок, содержание п-кумаровой кислоты 98%, Sigma Aldrich, США, CAS № 501-98-4, каталожный № 55823, годен до 27/11/17
синаповая кислота	Синаповая кислота, стандартный образец-порошок, содержание синаповой кислоты 99%, Sigma Aldrich, США, CAS № 7362-37-0, каталожный № 93878, годен до 13/06/18
розмариновая кислота	Розмариновая кислота, первичный фармацевтический стандартный образец-порошок, содержание розмариновой кислоты 100%, Sigma Aldrich, США, CAS № 20283-92-5, каталожный № 00390580, годен до 10/12/18

Фенолкарбоновые кислоты

сиреневая кислота	Сиреневая кислота, первичный фармацевтический стандартный образец-порошок, содержание сиреневой кислоты 100%, Sigma Aldrich, США, CAS № 20283-92-5, каталожный № 00390580, годен до 03/12/18
вератровая кислота	Вератровая кислота, субстанция-порошок, содержание вератровой кислоты 99%, Sigma Aldrich, США, CAS № 93-07-2, каталожный № D131806, годен до 18/11/18
салициловая кислота	Салициловая кислота, стандартный образец-порошок, содержание салициловой кислоты 99,5%, Sigma Aldrich, США, CAS № 69-72-7, каталожный № 27301, годен до 10/10/18
ванилиновая кислота	Ванилиновая кислота, натуральная субстанция-порошок, содержание ванилиновой кислоты 97%, Sigma Aldrich, США, CAS № 121-34-6, каталожный № W398802, годен до 03/12/18
протокатеховая кислота	Протокатеховая кислота, первичный фармацевтический стандартный образец-порошок, содержание протокатеховой кислоты 100%, Sigma Aldrich, США, CAS № 99-50-3, каталожный № 03930590, годен до 10/12/18
галловая кислота	Галловая кислота, субстанция-порошок, содержание галловой кислоты 97,5–102,5%, Sigma Aldrich, США, CAS № 149-91-7, каталожный № G7384, годен до 17/08/18

ЛИТЕРАТУРА

1. Р.К. Аскерова. Котовники (род *Nepeta* L.) Кавказа: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Ленинград, 1954. 18 с.
2. A. Adiguzel et al. Antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil and methanol extract of *Nepeta cataria* // Polish Journal of Microbiology. 2009. V. 58(1). P. 69–76.
3. S.C. Duda et al. Changes in major bioactive compounds with antioxidant activity of *Agastache foeniculum*, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis* and *Nepeta cataria*: Effect of harvest time and plant species // Industrial Crops and Products. 2015. V. 77. P. 499–507.
4. T.A.K. Prescott et al. Direct inhibition of calcineurin by caffeoyl phenylethanoid glycosides from *Teucrium chamaedrys* and *Nepeta cataria* // Journal of ethnopharmacology. 2011. V. 137(3). P. 1306–1310.
5. A.M.M. Naguib et al. Phytochemical screening of *Nepeta cataria* extracts and their in vitro inhibitory effects on free radicals and carbohydrate-metabolising enzymes // Natural product research. 2011. V. 26(23). P. 2196–2198.
6. Н.М. Кузнецова. Биоморфологические особенности и сырьевая продуктивность видов рода котовник (*Nepeta* L.) в условиях Ленинградской области // Известия. 2013. № 30. С. 19–23.
7. A.H. Gilani et al. Chemical composition and mechanisms underlying the spasmolytic and bronchodilatory properties of the essential oil of *Nepeta cataria* L. // Journal of ethnopharmacology. 2009. V. 121(3). P. 405–411.
8. Z. Kamiar et al. Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil of *Nepeta cataria* L. Against common causes of oral infections // Journal of dentistry (Tehran, Iran). 2013. V. 10(4). P. 329.
9. Н.И. Гринкевич, Л.Н. Сафронич. Химический анализ лекарственных растений. – М.: Высшая школа. 1983. 176 с.
10. О.А. Горошко и др. Сорбенты для тонкослойной хроматографии в фармацевтическом анализе // Химико-фармацевтический журнал. 2009. № 9(44). С. 53–56.
11. М.А. Сысоева, В.Р. Хабибрахманова, В.С. Гамаюрова. Исследование золь водных извлечений чаги. XIII. Биологически активные вещества коллоидной системы, формируемой после удаления дисперсной фазы из водного извлечения чаги хлористоводородной кислотой // Химия растительного сырья. 2009. № 3. С. 151–156.