

УДК 543.64:54.062:582.47

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ХВОЙНОГО СЫРЬЯ

© Т.В. Хуришкainen^{1*}, В.И. Терентьев², Н.Н. Скрипова¹, Н.Н. Никонова¹, А.А. Королева¹

¹ Институт химии Коми НЦ УрО РАН, ул. Первомайская, 48, Сыктывкар, 167982 (Россия), e-mail: hurshkainen@chemi.komisc.ru

² ООО «Эковит+», ул. Мате Залки, 9, Красноярск, 660127 (Россия)

Разработка природных биопрепаратов – актуальная задача рационального и экономного использования лесных биоресурсов, которыми богата Россия. Хвойное сырье является источником биологически активных экстрактивных веществ, обладающих иммуностимулирующей, фунгицидной, бактерицидной активностью.

Компания «Эковит» производит пищевую и косметическую продукцию из древесной зелени сосны *Pinus Silvestris* L., пихты *Abies sibirica*, кедра *Pinus sibirica* R. Maur. В данной статье представлены результаты исследования химического состава побочных продуктов, образующихся при производстве хвойных эфирных масел: кубового остатка от гидродистилляции древесной зелени и флорентинной воды. Определен количественный состав экстрактивных веществ, извлекаемых из вышеперечисленных продуктов последовательно петролейным эфиром, диэтиловым эфиром, этилацетатом. В исследованных образцах проведен анализ содержания микро- и макроэлементов.

Охарактеризован групповой химический состав экстрактивных веществ с использованием физико-химических методов анализа. В кубовых остатках пихты и сосны идентифицированы каротиноиды, природные фенольные соединения, карбоновые кислоты. Спиртовые экстракты отработанного сырья сосны и кедра содержат сескви- и дитерпеноиды, полипренолы, каротиноиды, жирные кислоты и фенольные компоненты. В спиртовом экстракте пихты идентифицированы мальтол и тритерпеноиды. Основными компонентами флорентинной воды сосны являются монотерпеноиды.

Полученные результаты обуславливают практическое применение отходов переработки хвойного сырья для получения биологически активных добавок, препаратов для сельского хозяйства, фармакологии, парфюмерно-косметической продукции.

Ключевые слова: гидродистилляция, хвойная древесная зелень, экстракт, флорентинная вода, терпеноиды, микро- и макроэлементы.

Введение

Хвойная древесная зелень (ДЗ) является уникальным сырьем для извлечения ценных природных соединений. Экстрактивные вещества хвойных обладают широким спектром биологической активности. Это позволяет использовать данное сырье в получении лечебных и парфюмерно-косметических препаратов, пищевых и кормовых добавок, регуляторов роста растений и т.д. [1–6].

Компания «Эковит» с 1998 года производит пищевую и косметическую продукцию из ДЗ хвойных деревьев, растущих в экологически чистых районах Сибири. Ранее нами был исследован химический состав

Хуришкainen Татьяна Владимировна – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории органического синтеза и химии природных соединений, e-mail: hurshkainen@chemi.komisc.ru

Терентьев Владимир Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: ecovit@bk.ru

Скрипова Наталья Николаевна – ведущий технолог, e-mail: skripova-nn@chemi.komisc.ru

Никонова Наталья Николаевна – аспирант, e-mail: lifedream123456789@gmail.com

Королева Алла Альбертовна – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail: kor.al@inbox.ru

кубового остатка и флорентинной воды, полученных при переработке ДЗ кедра сибирского *Pinus sibirica* R. Maur. [7].

Цель данной работы состояла в изучении химического состава отходов производства эфирных масел ДЗ сосны обыкновенной *Pinus silvestris*, пихты сибирской *Abies sibirica* – кубового остатка от перегонки эфирных масел, флорентинной воды, а также экстракта, выделенного этиловым спиртом из переработанного сырья, в том числе из кедра сибирского.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Экспериментальная часть

ИК-спектры записывали на ИК-Фурье-спектрометре «Shimadzu IR Prestige 21» в тонком слое или в таблетках KBr. Спектры ^1H и ^{13}C ЯМР регистрировали на спектрометре «Bruker Avance II 300» (300 и 75 МГц соответственно) в CDCl_3 , CD_3OD . Химические сдвиги соотносили с остаточными сигналами CHCl_3 (δ_{H} 7.26, δ_{C} 77.00 м.д.). Отнесение сигналов выполняли с использованием спектров ^{13}C -ЯМР в режиме J -модуляции и методик COSY, HSQC и NOESY.

УФ-спектры записывали на приборе UF-1700 Series. Анализ методом ГЖХ выполняли на хроматографе Shimadzu GC-2010AF, содержание микро- и макроэлементов определяли на рентгенофлуоресцентном анализаторе MESA 500W фирмы Horiba. Хромато-масс-спектры регистрировали на приборе Thermo DSQ (Direct Probe System) при ионизации электронным ударом, энергия электронов 70 эВ. Интерпретацию масс-спектров проводили с использованием программного обеспечения Xcalibur Data System (ver. 1.4) и библиотеки масс-спектров NIST 05 (ver. 2.0, 220000 соединений). Идентификацию соединений проводили по спектральным характеристикам, литературным данным, в сравнении со спектрами стандартных образцов.

В качестве объектов исследования использовали отходы гидродистилляции ДЗ сосны обыкновенной *Pinus Silvestris* L. пихты сибирской *Abies sibirica*, кедр сибирского *Pinus sibirica* R. Маур.: кубовые остатки после отгонки эфирных масел и флорентинную воду сосны (ФВС). Для анализа кубовых остатков провели фильтрование, получили водные экстракты (ВЭП, ВЭС) и твердый остаток – шрот. Шрот экстрагировали этиловым спиртом методом настаивания, получили спиртовые экстракты (СЭП, СЭС, СЭК). Вышеперечисленные продукты последовательно экстрагировали петролейным эфиром, диэтиловым эфиром, этилацетатом (водные экстракты предварительно разбавляли водой в соотношении 1 : 1). Растворители упаривали на ротонном испарителе Laborota 4000 efficient.

Разделение образцов на фракции проводили методом колоночной хроматографии на силикагеле Alfa Aesar 70-230 mesh. Фракции, выделенные петролейным эфиром, разделяли системой растворителей петролейный эфир-диэтиловый эфир с возрастающим содержанием последнего. Фракции, выделенные диэтиловым эфиром, разделяли системой растворителей хлороформ-этилацетат с возрастающим содержанием этилацетата. Фракции, выделенные этилацетатом, делили системой хлороформ-метанол с возрастающим содержанием метанола. Контроль за разделением веществ осуществляли методом ТСХ на пластинках Silufol, элюент – петролейный эфир-диэтиловый эфир, хлороформ-метанол; компоненты обнаруживали раствором KMnO_4 (15 г KMnO_4 , 300 мл H_2O и 0.5 мл конц. H_2SO_4) или раствором ванилина (1 г ванилина, 5 мл конц. H_2SO_4 , 100 мл 95%-ного EtOH) с последующим нагреванием до 100–150 °С.

Содержание флавоноидов в пересчете на рутин (Alfa Aesar) проводили по методике [8].

Содержание каротиноидов определяли по данным УФ-спектроскопии [9].

Для анализа на содержание микро- и макроэлементов водные и спиртовые экстракты упаривали на водяной бане, затем досушивали в сушильном шкафу и озоляли в муфельной печи при температуре 500 °С.

Результаты и обсуждение

Известно, что хвойная ДЗ содержит различные по полярности классы низкомолекулярных соединений. Для исследования химического состава отходов переработки сырья (ВЭС, ВЭП, СЭС, СЭП, СЭК, ФВС) проведена последовательная экстракция исследуемых образцов растворителями возрастающей полярности по схеме (рис.).

Количественное содержание экстрактивных веществ в исследованных образцах представлено в таблице 1.

Для исследования качественного состава проведено разделение фракций водных и спиртовых экстрактов методом колоночной хроматографии на силикагеле и выполнен анализ группового химического состава экстрактивных веществ физико-химическими методами. Полученные результаты представлены в таблицах 2–3.

Из водного экстракта пихты выделен мальтол, его содержание в экстракте составляет $18.2 \pm 0.1\%$ (здесь и далее по тексту – % от массы экстрактивных веществ). Будучи малотоксичным веществом с приятным запахом и антиоксидантными свойствами мальтол находит применение в пищевой и косметической промышленности [10].



Схема получения образцов для исследования

Таблица 1. Содержание экстрактивных веществ в образцах, г/л

Образец	Фракции, выделенные петролейным эфиром	Фракции, выделенные диэтиловым эфиром	Фракции, выделенные этилацетатом	Всего экстрактивных веществ
ВЭС	0.43±0.01	4.70±0.09	11.83±0.26	16.96
ВЭП	0.50±0.01	2.22±0.06	4.08±0.15	6.80
СЭС	10.78±0.21	2.34±0.10	1.16±0.02	14.28
СЭП	10.14±0.18	2.92±0.16	2.10±0.05	15.16
СЭК	5.02±0.11	6.30±0.23	1.18±0.02	13.50
ФВС	0.09±0.01	0.07±0.01	0.02±0.001	0.18

Таблица 2. Состав экстрактивных веществ водных экстрактов пихты и сосны

Компоненты	Содержание, г/л	
	ВЭП	ВЭС
углеводороды	0.19	0.19
каротиноиды	0.0005	0.014
жирные кислоты и их производные	–	0.67
дитерпеноиды	–	0.38
фенольные соединения	1.38	2.61
мальтол	1.24	–
лигнаны	2.90	10.89
неидентифицировано	2.09	2.21
Всего	6.80	16.96

В водном экстракте сосны установлено довольно высокое содержание каротиноидов ($0.08 \pm 0.01\%$), обладающих провитаминной активностью.

Анализируя полученные данные, необходимо отметить отсутствие полипrenoлов в спиртовом экстракте пихты. В то же время полипrenoлы в значительном количестве содержатся в спиртовом экстракте кедр ($4 \pm 0.09\%$) и идентифицированы в экстракте сосны ($0.5 \pm 0.01\%$). Полипrenoлы – полиненасыщенные алифатические терпеновые спирты, относятся к классу низкомолекулярных биорегуляторов, проявляют противовирусную, противовоспалительную, иммуномодулирующую и ряд других активностей, являются синтонами для производства лекарственных препаратов [11].

В спиртовом экстракте пихты идентифицированы ланостановые тритерпеноиды – компоненты, характерные только для этого вида хвойного сырья, – $12 \pm 0.15\%$, выявлено $0.7 \pm 0.01\%$ мальтола. На основе тритерпеноидов ДЗ пихты разработаны биопрепараты для сельского хозяйства, установлены противовоспалительная, противоопухолевая, антиульцерогенная, противогрибковая виды активности [12].

Таблица 3. Состав экстрактивных веществ спиртовых экстрактов из отработанного сырья

Компоненты	Содержание, г/л		
	СЭП	СЭС	СЭК
Сесквитерпеноиды	–	0.14	0.34
Алифатические насыщенные спирты	–	0.05	0.07
Полипренолы	–	0.07	0.53
Каротиноиды	0.04	0.02	0.04
Жирные кислоты и их производные	2.80	5.48	0.62
Дитерпеноиды	1.82	3.39	6.21
Тритерпеноиды	1.83	–	–
Фенольные соединения, в т.ч. Флавоноиды,	1.81	0.25	0.005
Мальтол	0.008	0.004	0.005
Лигнаны	0.11	–	–
Неидентифицировано	2.93	2.31	2.01
Всего	3.28	2.56	3.68
	15.16	14.28	13.5

Спиртовой экстракт сосны отличается высоким содержанием жирных кислот и их производных ($38 \pm 0.5\%$).

В таблице 4 представлены результаты анализа летучих компонентов спиртовых экстрактов кедр и сосны. Полученные данные свидетельствуют о том, что в отходах переработки хвойного сырья содержатся высоколетучие сесквитерпеноиды. В экстракте сосны доминируют муrolены и кадинены. В отходах кедр содержание сесквитерпеноидов значительно выше, основные компоненты представлены гермакреном Д и кадиненами.

Флорентинная вода, образующаяся при перегонке эфирных масел, находит практическое применение в качестве стимуляторов роста растений, в получении парфюмерных и гигиенических средств, в фармакологии [13–15].

Химический состав фракции флорентинной воды сосны исследовали методом ГЖХ-масс-спектрометрии (табл. 5). Основными компонентами ФВС являются монотерпеноиды: терпинеол, борнеол и борнилацетат. При анализе флорентинной воды кедр ранее было установлено, что ее основным компонентом является α -терпинеол, обладающий фунгицидной активностью [7].

Микро- и макроэлементы играют важную роль в жизнедеятельности живых организмов. Ведутся исследования, направленные на разработку сбалансированных кормов для животных и птиц с учетом соотношения микроэлементов [16], изучается влияние неорганических компонентов на здоровье человека [17].

Таблица 4. Состав летучих компонентов в спиртовых экстрактах

Соединение	Содержание, мг/л	
	СЭК	СЭС
изо-кариофиллен	1.21	–
аромадендрен	15.48	2.84
α -кубебен	1.66	–
γ -муrolен	0.54	4.16
α -копаен	4.65	1.75
α -муrolен	7.08	5.21
β -селинен	1.27	–
α -иланген	5.61	–
α -аморфен	18.72	–
α -бизаболен	9.85	–
гермакрен Д	38.00	–
кадина-1,3,5-диен	3.92	–
γ -кадинен	–	5.62
δ -кадинен	20.41	0.54
α -кадинен	5.06	1.38
α -калакорен	3.18	–
кадален	1.60	–
β -элемен	0.20	1.52
γ -элемен	2.20	–
β -кариофиллен оксид	0.78	1.07
изолонгифолен	1.17	0.40

Таблица 5. Состав летучих компонентов флорентинной воды сосны

Соединение	Содержание, мг/л
2-Фенилэтанол	0.30
1,3,3-триметилбицикло-гептан-2-ол	1.08
Пинокарвеол	0.73
2,2,3-триметил-3-норборнаноол	0.50
Изоборнеол	0.93
Борнеол	14.28
Терпинен-4-ол	9.35
2-(4-метилфенил)пропал-2-ол	2.98
α -терпинеол	30.81
Миртенол	1.66
2,6,6-триметил-2,4-циклогептадиен-1-он	2.80
2-метил-5-(1-метилэтил)-2-циклогексен-1-ол	1.47
4а-метил-1,2,3,4,4а,5,6,7-октагидро-2-нафталенол	0.31
Карвон	0.42
Хризантенон	1.47
4-изопропил-1-циклогексен-1-карбальдегид	0.62
Борнилацетат	4.58
α -кадинол	1.14
9,10-диметил-трицикло(2,5)декан-9,10-диол	1.43

Для анализа микро- и макроэлементов исследуемые образцы экстрактов упаривали, сушили и озоляли. Результаты химического анализа золы представлены в таблице 6. Проведенный анализ образцов позволил получить информацию о содержании 12 микро- и макроэлементов. Разный уровень концентрации элементов обусловлен природой растений.

Во всех образцах установлено большее содержание К, Са, Mg. В спиртовом образце кедр суммарное содержание элементов наименьшее по сравнению с экстрактами пихты и сосны. В кубовом остатке кедр оно также невысокое и составляет 20 г/кг [7].

Спиртовой экстракт пихты превосходит по многим показателям элементного состава экстракты сосны и кедр, в частности по содержанию К, Р, Mg, S, Fe.

Таблица 6. Элементный состав кубовых остатков и спиртовых экстрактов

Элемент	Содержание, г/кг экстракта		Содержание, мг/кг экстракта		
	ВЭП	ВЭС	СЭС	СЭП	СЭК
К	43.87	38.68	92.50	226.31	8.45
Ca	11.32	27.72	14.45	47.01	6.15
Mg	11.23	14.85	17.61	52.74	3.61
P	8.09	8.38	52.63	84.85	7.94
Mn	1.61	1.35	0.72	8.85	0.27
Na	2.91	4.30	38.38	32.70	4.94
S	3.00	2.85	4.29	6.41	0.73
Fe	0.95	2.37	1.55	9.65	0.84
Si	1.54	3.19	55.93	45.16	7.31
Al	1.96	2.12	12.19	11.93	2.64
Cl	2.24	1.48	7.03	2.33	0.21
Zn	0.05	–	0.69	2.01	1.21
Всего	88.76	107.32	298.39	530.95	44.62

Выводы

Проведен анализ экстрактивных веществ и элементного состава побочных продуктов, образующихся при производстве хвойных эфирных масел компании «Эковит», и установлено, что все они содержат биологически активные компоненты.

В кубовом остатке пихты идентифицированы каротиноиды, природные фенольные соединения, мальтол. В кубовом остатке сосны определены каротиноиды, жирные кислоты, дитерпеновые и фенольные соединения.

Спиртовые экстракты отработанного сырья сосны и кедр содержат сескви- и дитерпеноиды, полипренолы, каротиноиды, жирные кислоты и фенольные компоненты. В спиртовом экстракте пихты идентифицированы мальтол и тритерпеноиды.

Основными компонентами флорентинной воды сосны являются монотерпеноиды.

Полученные результаты обуславливают практическое применение отходов переработки хвойного сырья для получения биологически активных добавок, препаратов для сельского хозяйства, фармакологии, парфюмерно-косметической продукции.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории физико-химических методов исследования Института химии Коми НЦ УрО РАН за проведение спектральных исследований; старшему инженеру-технологу лаборатории химии минерального сырья Института геологии Коми НЦ УрО РАН С.Т. Неверову за проведение анализов элементного состава экстрактов.

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Химия» Института химии Коми НЦ УрО РАН.

Список литературы

1. Ушанова В.М. Переработка древесной зелени и коры пихты сибирской с получением биологически активных продуктов // Хвойные бореальной зоны. 2013. №1–2. С. 138–142.
2. Ламоткин С.А., Колногоров К.П., Владыкина Д.С., Николайчик Ю.В., Ноздрин П.В. Оценка качественных характеристик эфирных масел деревьев рода *Abies* и получение на их основе парфюмерной продукции // Труды БГТУ. Серия 2. 2016. №4. С. 149–155.
3. Выводцев Н.В., Джумаев М.А., Тагильцев Ю.Г., Колесникова Р.Д. Кедровый стланик: распространение, экология, использование // Вестник ТОГУ. 2011. №1. С. 115–124.
4. Баюнова Е.А., Павлуцкая И.С., Короткий В.П., Рошин В.И. Энергетическая кормовая добавка из древесной зелени ели обыкновенной (*Picea Abies*) // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. №38. С. 62–66.
5. Ганенко Т.В., Медведева С.А. Антиоксидантная активность экстрактивных веществ *Pinus Silvestris (Pinaceae)* // Растительные ресурсы. 2006. Вып. 1. С. 91–96.
6. Chen Y.-H., Hsieh P.-C., Mau J.-L., Sheu S.-C. Antioxidant properties and mutagenicity of *Pinus morrisonicola* and its vinegar preparation // LWT – Food Science and Technology. 2011. Vol. 44. №6. Pp. 1477–1481. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.01.016.
7. Хуршкайнен Т.В., Терентьев В.И., Скрипова Н.Н., Королева А.А., Кучин А.В. Исследование химического состава хвойного кедрового экстракта // Химия растительного сырья. 2014. №1. С. 171–175.
8. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А. Качественный и количественный анализ основных групп БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах. Алматы, 2004. С. 242–243.
9. Бритон Г. Биохимия природных пигментов. М., 1986. С. 422.
10. Муха С.А., Антипова И.А., Медведева С.А., Сараев В.В., Ларина Л.И., Цыренжапов А.В., Сухов Б.Г. Синтез и свойства металлохелатов на основе природного γ -пирона – мальтола // Химия в интересах устойчивого развития. 2007. Т. 15. №4. С. 457–466.
11. Кукина Т.П., Горбунова И.А., Баяндина И.И. Полипиренолы некоторых гомобазидиальных грибов (*Homobasidiomycetidae*) // Химия растительного сырья. 2007. №3. С. 33–38.
12. Кукина Т.П., Горбунова И.А., Баяндина И.И. Биологическая активность ланостаноидов из грибов и растений // Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2009. №2. С. 144.
13. Патент № 2282358 (РФ). Стимулятор роста древесно-кустарниковых растений / Ю.Г. Тагильцев, Р.Д. Колесникова, В.А. Цюпко, С.В. Караваев, О.С. Громыко, Д.В. Изотов / 2006.
14. Патент № 2290917 (РФ). Ароматизированное средство для ванн «Лэфма» / Ю.Г. Тагильцев, В.А. Цюпко, Р.Д. Колесникова / 2007.
15. Козлова Л.П., Кукина Т.П., Малыхин Е.В., Попов С.А., Сальникова О.И., Чибиряев А.М. Экстрактивные вещества флорентинной воды. Органический состав гидродистиллята эфирного экстракта пихтовой лапки // Химия растительного сырья. 2004. №2. С. 39–46.
16. Тераевич А.С., Полянская И.С. Биозлементы для птиц-несушек // Материалы конференции «Актуальные вопросы современной науки». Нефтекамск, 2015. С. 13–16.
17. Лысииков Ю.А. Роль и физиологические основы обмена макро- и микроэлементов в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2009. №2. С. 120–131.

Поступила в редакцию 9 июля 2018 г.

После переработки 24 сентября 2018 г.

Принята к публикации 8 октября 2018 г.

Для цитирования: Хуршкайнен Т.В., Терентьев В.И., Скрипова Н.Н., Никонова Н.Н., Королева А.А. Химический состав отходов переработки хвойного сырья // Химия растительного сырья. 2019. №1. С. 233–239. DOI: 10.14258/jcrpm.20190144264.

Hurshkainen T.V.^{1*}, *Terentyev V.I.*², *Skripova N.N.*¹, *Nikonova N.N.*¹, *Korolyova A.A.*¹ CHEMICAL COMPOSITION OF BY-PRODUCTS OF CONIFEROUS RAW MATERIALS PROCESSING

¹ Institute of Chemistry of Komi Science Center of UB RAS, ul. Pervomaiskaya, 48, Syktyvkar, 167982 (Russia), e-mail: hurshkainen@chemi.komisc.ru

² The company «Ekovit», ul. Mate Zalki, 9, Krasnoyarsk, 660127 (Russia)

Development of natural biological products – an actual problem of rational and economical use of wood bioresources with which Russia is rich. The coniferous raw material is a source of biologically active extractive compounds possessing immunostimulating, fungicidal, bactericidal activity.

Company «Ecovit» makes food and cosmetic production from *Pinus Silvestris* L., *Abies sibirica* and *Pinus sibirica* R. Maur wood greenery. This paper presents results of research of a chemical composition of the by-products formed in coniferous essential oils processing: residue after distillation and florentine water. The extraction of these products is carried out by petroleum ether, diethyl ether, ethyl-acetate consistently and quantitative maintenance of extractive compounds is certain. The qualitative and quantitative analysis of macro- and micro-elements in investigated samples is lead.

Chemical structure of extractive compounds is characterized with use of physicochemical methods. In residue after distillation of *Abies* and *Pinus* wood greenery carotenoids, natural phenolic compounds, carboxylic acids are identified. Ethanol extracts of the fulfilled pine and cedar raw material contain sesqui- and diterpenes, polyphenols, carotenoids, fat acids and phenolic compounds. In *Abies* ethanol extracts maltol and triterpenoids are identified. The basic components of pine florentine water are monoterpenoids.

The received results cause practical application of by-products of coniferous raw material processing for obtaining of biologically active additives, preparations for agriculture, pharmacology, perfumer-cosmetic production.

Keywords: hydrodistillation, coniferous wood greenery, extract, florentine water, terpenoids, micro- and macro-elements.

References

1. Ushanova V.M. *Khvoynyye boreal'noy zony*, 2013, no. 1–2, pp. 138–142. (in Russ.).
2. Lamotkin S.A., Kolnogorov K.P., Vladykina D.S., Nikolaychik Yu.V., Nozdryn P.V. *Trudy BGTU. Seriya 2*, 2016, no. 4, pp. 149–155. (in Russ.).
3. Vyvodtsev N.V., Dzhumayev M.A., Tagil'tsev Yu.G., Kolesnikova R.D. *Vestnik TOGU*, 2011, no. 1, pp. 115–124. (in Russ.).
4. Bayunova Ye.A., Pavlutsкая I.S., Korotkiy V.P., Roshchin V.I. *Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa*, 2014, no. 38, pp. 62–66. (in Russ.).
5. Ganenko T.V., Medvedeva S.A. *Rastitel'nyye resursy*, 2006, no. 1, pp. 91–96. (in Russ.).
6. Chen Y.-H., Hsieh P.-C., Mau J.-L., Sheu S.-C. *LWT – Food Science and Technology*, 2011, vol. 44, no. 6, pp. 1477–1481. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.01.016.
7. Khurshkaynen T.V., Terent'yev V.I., Skripova N.N., Koroleva A.A., Kuchin A.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 1, pp. 171–175. (in Russ.).
8. Muzychkina R.A., Korul'kin D.Yu., Abilov Zh.A. *Kachestvennyy i kolichestvennyy analiz osnovnykh grupp BAV v lekarstvennom rastitel'nom syr'ye i fitopreparatakh*. [Qualitative and quantitative analysis of the main groups of biologically active substances in medicinal plant materials and phytopreparations]. Almaty, 2004, pp. 242–243. (in Russ.).
9. Briton G. *Biokhimiya prirodnykh pigmentov*. [Biochemistry of natural pigments]. Moscow, 1986, p. 422. (in Russ.).
10. Mukha S.A., Antipova I.A., Medvedeva S.A., Sarayev V.V., Larina L.I., Tsyrenzhapov A.V., Sukhov B.G. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya*, 2007, vol. 15, no. 4, pp. 457–466. (in Russ.).
11. Kukina T.P., Gorbunova I.A., Bayandina I.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2007, no. 3, pp. 33–38. (in Russ.).
12. Kukina T.P., Gorbunova I.A., Bayandina I.I. *Immunopatologiya, allergologiya, infektologiya*, 2009, no. 2, p. 144. (in Russ.).
13. Patent 2282358 (RU). 2006. (in Russ.).
14. Patent 2290917 (RU). 2007. (in Russ.).
15. Kozlova L.P., Kukina T.P., Malykhin Ye.V., Popov S.A., Sal'nikova O.I., Chibirayev A.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2004, no. 2, pp. 39–46. (in Russ.).
16. Terayevich A.S., Polyanskaya I.S. *Materialy konferentsii «Aktual'nyye voprosy sovremennoy nauki»*. [Materials of the conference "Actual issues of modern science"]. Neftekamsk, 2015, pp. 13–16. (in Russ.).
17. Lysikov Yu.A. *Ekspperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*, 2009, no. 2, pp. 120–131. (in Russ.).

Received July 9, 2018

Revised September 24, 2018

Accepted October 8, 2018

For citing: Hurshkainen T.V., Terentyev V.I., Skripova N.N., Nikonova N.N., Korolyova A.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 1, pp. 233–239. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019014264.

* Corresponding author.

