

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің **Ғылым жаршысы (пәнаралық)** = **Вестник науки** Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (**междисциплинарный**). - 2022. - №2 (113). –Ч.1. - С.196-208

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ РАСТЕНИЙ *SERRATULA CORONATA* L. И *SALSOLA COLLINA* PALL. С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Китжан Азамат Айтжанұлы

*Инженер, Институт ядерной физики, г. Алматы, Казахстан
PhD докторант, Евразийский национальный университет
имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан
e-mail: azamat_kitghan@mail.ru*

Айманова Нұргүлім Алмасқызы

*Инженер, Институт ядерной физики, г. Алматы, Казахстан
Магистрант, Евразийский национальный университет
имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан
e-mail: nurgulim.a.a@gmail.com*

Машенцева Анастасия Александровна

*PhD, ассоциированный профессор, заведующая лабораторией
Институт ядерной физики, г. Алматы, Казахстан
доцент, Евразийский национальный университет
имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан
e-mail: a.mashentseva@inp.kz*

Садырбеков Данияр Тлеужанович

*Кандидат хим.наук, старший научный сотрудник
ЛИП «ФХМИ» НАО Карагандинский университет
им. академика Е.А.Букетова, г. Караганда, Казахстан
e-mail: daniyar81@gmail.com*

Темиргазиев Бахтияр Серикович

*PhD докторант, НАО Карагандинский университет
им. академика Е.А.Букетова, г. Караганда, Казахстан
e-mail: b.s.temirgaziev@gmail.com*

Аннотация

Проведено комплексное исследование надземных частей растений серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.) и солянки холмовой (*Salsola collina* Pall.) произрастающие на территории Карагандинской области, сбор которых производился в различных фазах произрастания для определения наиболее оптимального возраста таксона на наличие биологически активных полифенолов. Для определения оптимальных условий процесса извлечения действующих экстрактивных веществ и полифенольных компонентов из исследуемых растений были использованы несколько видов растворителей, обладающих минимальным токсическим эффектом: этиловый спирт в различных концентрациях, а также 0,1 н. раствор бикарбоната натрия. Качественное и количественное содержание основных флавоноидов в составе полученных экстрактов было определено методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Установлено, что для сбора *Serratula Coronata* L. наиболее целесообразным является период времени с третьей декады мая по первую половину июня. Анализ степени экстрактивности растительного сырья показал, что сырье необходимо собирать до наступления повышенной температуры воздуха. В случае сбора растительного сырья солянки холмовой временных и погодных ограничений как таковых не установлено, ввиду того что ареалом обитания данного растения являются засушливые места. Однако стоит учитывать, что вегетативный период был замечен только в период конец мая – начало июня и сбор в данный период не является продуктивным ввиду начала набора растительной массы, тем самым сбор *Salsola collina* Pall. рекомендуется начинать в июле месяце.

Ключевые слова: *Serratula Coronata* L.; *Salsola collina* Pall; полифенолы; высокоэффективная жидкостная хроматография; ИК-спектроскопия; УФ-спектроскопия; экстракция.

Введение

Одним из приоритетных направлений развития современной биоорганической химии является изучение относительно доступного растительного сырья и выделенных из него вторичных метаболитов. Флора республики Казахстан насчитывает более 200 эндемичных растений, Карагандинская область богата сырьевыми запасами Серпухи венценосной (*Serratula Coronata* L) и Солянки холмовой (*Salsola collina* Pall). Значительная

ценность данных растений обусловлена их богатым химическим составом, в том числе и флавоноидами.

Флавоноиды – один из самых широко исследуемых классов полифенольных соединений в виду их уникальных протон-донорных свойств, обеспечивших им статус сильнейших антиоксидантов [1,2]. Флавоноиды и препараты на их основе находят обширное применение в различных областях

медицины и повсеместно используются для разработки фармацевтических препаратов [3–5]. Растительные экстракты на основе флавоноидов используются для получения биогенных наночастиц с улучшенными терапевтическими характеристиками по сравнению с аналогами, полученными с использованием химических восстановителей [6].

Солянка холмовая (семейство марьевые *Chenopodiaceae*) – полукустарничковое растение, ареал распространения которого простирается от низовьев Волги по Средней Азии, Казахстану, югу Сибири до дальнего Востока. Основными биологически активными соединениями солянки холмовой являются бетаины, сапонины, алкалоиды, изохинолиновой структуры, стерины и их гликозиды, соли органических кислот, фенольные соединения, в том числе флавоноиды (трицин, изорамнетин, кверцетин и его гликозиды), аминокислоты, минеральные соединения [7,8]. Богатый биологически активными компонентами состав исследуемого растения обуславливает всесторонний интерес к изучению химического состава, фармакологических свойств солянки холмовой и созданию на ее основе лекарственных препаратов широкого спектра действия [9].

Серпуха венценосная – многолетнее поликарпическое, мелкокорневое, симподиальное, с полурозеточным типом структуры надземных побегов травянистое

растение. В надземной части серпухи венценосной, культивируемой в Сибири обнаружены не менее 14 веществ фенольной природы (7,3 %), из которых 10 можно отнести к флавоноидным гликозидам и агликонам (апигенин, лютеолин, кверцетин и их гликозиды). Из серпухи венценосной выделены помимо вышеназванных агликонов 3-О-метоксикверцетин, 4-β-D-гликозиды лютеолина и кверцетина. Авторами [10] выделены нетривиальные гликозиды, агликоновая часть которых представлена апигенином и лютеолином, а сахарными остатками является этерифицированная изобутанолом глюкуроновая кислота и сахарный остаток замещает гидроксильную группу при C-4'. Большая часть флавоноидов в надземной части растения сосредоточена в листьях и варьирует в зависимости от места районирования и года сбора (14,87-18,5%), значительно меньше в соцветиях (4,18-5,88%) и минимально в стеблях (2,61-3,44%) в перерасчете на рутин [11]. Гидрокориновые кислоты серпухи (0,14%) представлены не менее, чем 4 веществами, из которых идентифицированы феруловая и хлорогеновая кислоты. Дубильные вещества присутствуют в надземной части серпухи в следовых количествах. Каротиноиды представлены одним веществом – β-каротином, которого обнаруживается достаточное количество (13,5%). Из витаминов обнаружено присутствие витамина

К (0,41%) и аскорбиновой кислоты (20 %).

Целью данного исследования является определение оптимальных условий сбора и обработки растительного сырья на основе Серпухи венценосной и Солянки холмовой с максимальным содержанием флавоноидов и

Материалы и методы

Сбор растительного сырья

Сбор растительного сырья серпухи венценосной выполнялся с середины мая до середины июля 2021 г, начиная от фазы вегетации и заканчивая фазой бутонизации растения (рисунок 1). Район сбора сырья – в Спасских сопках Абайского района Карагандинской области. Заготовку растительного сырья солянки производили с конца мая до начала июня 2021 г, начиная с фазы вегетация до фазы бутонизации растения (рисунок 2). Сбор производился в окрестностях поселка Ботакара и в пойме реки Нура Бухар-Жырауского района Карагандинской области. После сбора растительное сырье серпухи и солянки тщательно сушилось в течение недели в сухом, прохладном и проветриваемом помещении при постоянном переворачивании во избежание порчи и загнивания растительных объектов. После сушки листья и бутоны серпухи венценосной отделялись от стеблей и измельчались механическим путем до размера частиц 2-3 мм, в случае же солянки холмовой, органы растения (стебли, листья, бутоны) измельчались без остатка.

фенольных соединений в полученных экстрактах. Одной из центральных задач являлось проведение процесса экстракции с использованием малотоксичных и нетоксичных растворителей, с целью соблюдения принципов и правил зеленой химии (Green Chemistry).

Экстракция растительного сырья

Сухое сырье солянки и серпухи (бутоны, листья и стебли) измельчалось до размера частиц в 2-3 мм, вес навески для каждого эксперимента по экстракции составлял 20 г. Для получения максимального результата по извлечению полифенольных компонентов были выбраны такие экстрагенты как: 96,2% этанол, 70% водно-этанольный раствор и 0,1 н. водный раствор бикарбоната натрия. Выбор 70% содержания этанола в составе экстрагента обусловлен результатами исследований, проведенных в работе [12], согласно которым при указанном содержании этанола наблюдается максимальное извлечение флавоноидов из растительного сырья.

Предварительно взвешенная навеска растения помещалась в круглодонную колбу объемом 250 мл, оснащённую обратным холодильником, и заливалась соответствующим типом экстрагента. После тщательного перемешивания колба смесь в колбе нагревалась в колбонагревателе до температуры

кипения растворителя. Продолжительность экстракции не превышала 3-х ч, после чего охлажденный до комнатной температуры жидкий экстракт после фильтрации подвергался сгущению посредством вакуумной перегонки. Для наиболее эффективного удаления остатков экстрагента экстракт выпаривали на водяной бане при температуре 35-40 °С в течение 6-7 ч. Полученная в результате вязкая, тягучая масса желто-коричневого цвета в дальнейшем использовалась «*as-prepared*». Параметры, используемые для экстракции исследуемых растений, представлены в таблице 1.

Исследование химического состава экстрактов

Анализ полученных образцов проводился методом обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе Shimadzu LC-20AD Prominence. В качестве элюента для обнаружения кверцетина и рутина использовалась смесь H_3PO_4 (0,1% водный р-р) – CH_3CN (50:50), скорость потока составляла 0,5 мл/мин, объем вводимой пробы – 10 мкл, температура колонки – 40°C, колонка Promosil C18, 5 μm , 100 Å, 4,6×150 мм (Agela Technologies).



а) б) в) г)

Рисунок 1 – Сбор сырья серпухи венценосной в различных фазах произрастания: начало вегетации (а), фаза вегетации (б), начало бутонизации (в) и фаза бутонизации (г)



а) б) в)

Рисунок 2 – Сбор сырья солянки холмовой в различных фазах произрастания: начало вегетации (а), фаза вегетации (б) и фаза бутонизации (в)

Использовался изократический режим. Для

пиностробина использовалась смесь хлороформа и ацетонитрила

в соотношении 50% - 50% в аналогичных параметрах. Каждая из проб растворялась в 200 мкл смеси $\text{CH}_3\text{CN}:\text{H}_2\text{O}$ (50:50), обрабатывалась ультразвуком при 30 °С, затем разбавлялась 1,6 мл смеси $\text{CH}_3\text{CN}:\text{H}_2\text{O}$ (50:50). В качестве метчиков использованы стандартные образцы рутина, кверцетина и пиностробина производства компании Sigma Aldrich.

Спектры поглощения измерялись на приборе Agilent Cary-60, ИК-спектры в тонком слое получены с помощью прибора Avatar 360 ESP.

Для спектрофотометрического исследования содержания фенольных соединений в

Результаты

В таблице 1 приведены полученные результаты по количественному выходу густого экстракта.

Таблица 1 - Параметры процесса экстрагирования *Serratula coronata* L. и *Salsola collina* Pall.

Фаза сбора сырья	Растворитель	Температура экстракции, °С	Масса густого экстракта, г
<i>Serratula coronata</i> L.			
Начало вегетации	EtOH- 96,2	78,0	3,91
	EtOH-70	80,0	5,70
	NaHCO ₃	101,2	2,63
Вегетация	EtOH- 96,2	78,0	4,2
	EtOH-70	80,0	5,66
	NaHCO ₃	101,2	1,86
Начало бутонизации	EtOH- 96,2	78,0	3,75
	EtOH-70	80,0	6,27
	NaHCO ₃	101,2	2,58
<i>Salsola collina</i> Pall.			
Начало вегетации	EtOH- 96,2	78,0	3,15
	EtOH-70	80,0	4,2
	NaHCO ₃	101,2	1,1
Вегетация	EtOH- 96,2	78,0	3,51
	EtOH-70	80,0	5,6
	NaHCO ₃	101,2	2,53

экстрактах в пробирке смешивали 5,0 мл водного раствора реактива Фолина-Чокальтеу (разбавленного в пропорции 1/10), добавляли 1,0 мл экстракта и 4,0 мл 7,5% раствора карбоната натрия. После выдерживания растворов в течение 60 мин при комнатной температуре с помощью спектрофотометра измеряли оптическую плотность растворов при длине волны $\lambda=765$ нм. Для стандартных веществ строили калибровочные кривые, по уравнению данных кривых рассчитывали содержание полифенолов в экстракте. Результаты выражали в единицах эквивалента стандартных веществ на 1 мг экстрактивного вещества.

Бутонизация	EtOH- 96,2	78,0	4,2.
	EtOH-70	80,0	4,9
	NaHCO ₃	101,2	1,92

Как видно из представленных в таблице 1 данных, наиболее высокую степень экстрактивности по массе удалось достичь при проведении экстракции EtOH-70, наименьший выход экстракта был получен при экстракции раствором NaHCO₃, что обуславливается плохой растворимостью многих липофильных органических соединений в водных растворах неорганических солей. Экстрагирование 96,2% этиловым спиртом более низкие значения степени извлечения густого экстракта по сравнению с водно-этанольной смесью.

Методы ИК-спектроскопии и УФ-спектрофотометрии были использованы для первичного обнаружения биологически активных полифенолов в полученных растительных экстрактах. При исследовании валентных колебаний EtOH-70 водно-этанольного экстракта серпухи венценосной (фаза бутонизации) (ν_{\max} см⁻¹) были зафиксированы сигналы следующих валентных колебаний: 509, 571, 601, 690, 829, 871, 929, 991, 1172, 1214, 1246, 1365, 1462, 1523, 1562, 1608 (C=O), 2851, 2920, 3402 (OH) (рисунок 3а). Наличие полос поглощения в исследуемом

экстракте при 1601 см⁻¹ свидетельствует о наличии карбонильной группы, сопряженной с ненасыщенным ароматическим циклом; сигнал при 3402 см⁻¹ указывает на то, что в исследуемом объекте присутствует гидроксильные группы, тем самым по первичным данным ИК-спектроскопии можно предположить о наличии природных полифенолов. По данным УФ-спектроскопии во всех полученных экстрактах наблюдаются характеристические максимумы поглощения при длинах волн 305-360 нм, характерные для фенил-радикала с гидроксильной группой (рисунок 3б).

При изучении химического состава полученных экстрактов методом ВЭЖХ для каждого из флавоноидов-метчиков (кверцетин, рутин, пиностробин) был построен градуировочный график (рисунок 4). Определение концентрации флавоноидов в исследуемых растительных экстрактах проводили методом абсолютной калибровки по площади пиков путем сравнения площади пика аналита с площадью пика стандартного образца аналита известной концентрации.

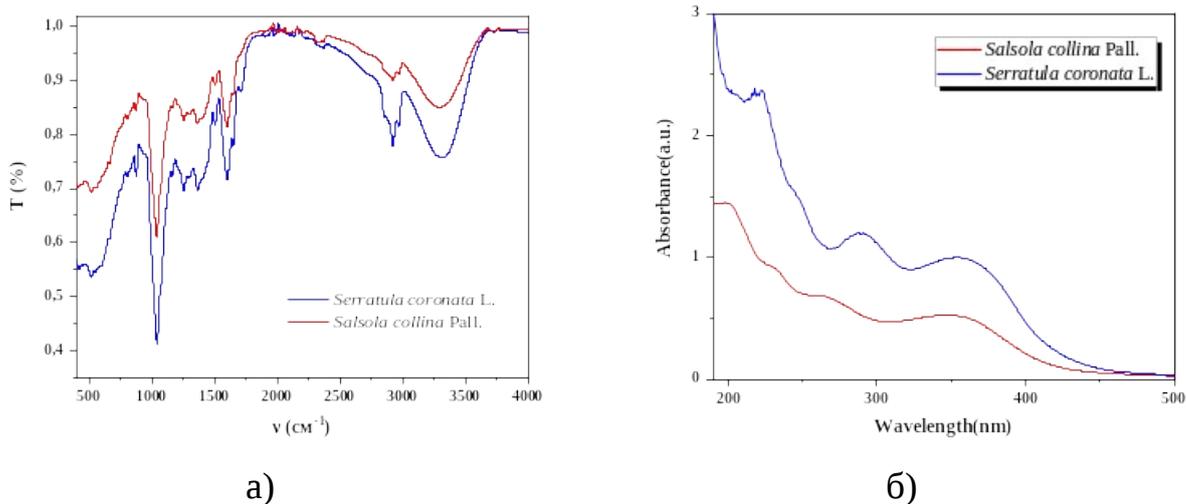


Рисунок 3 – ИК-спектр экстрактов солянки холмовой и серпухи венценосной (фаза бутонизация) полученного с использованием EtOH-70 в качестве растворителя (а) и УФ-спектр экстрактов солянки холмовой и серпухи венценосной (фаза бутонизация), полученного с использованием EtOH-70 в качестве растворителя (б)

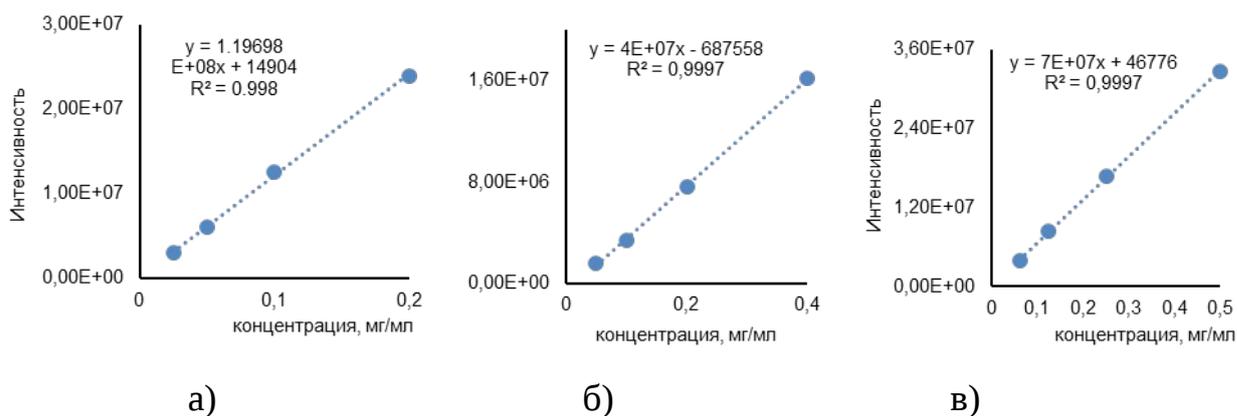


Рисунок 4 – ВЭЖХ калибровочные графики флавоноидов-метчиков: пиностробина (а), рутина (б) и кверцетина (в)

Были установлены аналитические выражения соответствия между концентрацией флавоноида и его площади пика на хроматограмме для кверцетина, рутина и пиностробина. Полученные кривые обрабатывались при помощи программы Shimadzu LC Data

Analysis. Была выполнена идентификация пиков и были установлены параметры интегрирования такие как нулевая линия, временная программа, определены площади пиков. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание флавоноидов в растительном сырье в зависимости от фазы произрастания

Растительное сырье	Фаза произрастания	Экстрагент	Концентрация, мг/мл		
			Кверцетин	Рутин	Пиностробин
<i>Serratula coronata</i> L.	Начало вегетации	EtOH- 96,2	2,77	0,60	0,10
		EtOH-70	2,59	0,39	0,02
		NaHCO ₃	1,86	0,33	0,01
	Вегетация	EtOH- 96,2	2,01	0,45	0,29
		EtOH-70	0,02	0,06	0,00
		NaHCO ₃	1,50	0,19	0,02
<i>Salsola collina</i> Pall.	Начало вегетации	EtOH- 96,2	0,04	0,23	0,03
		EtOH-70	1,22	0,41	0,01
		NaHCO ₃	0,18	0,38	0,12
	Бутонизация	EtOH- 96,2	0,00	0,32	0,00
		EtOH-70	0,04	0,67	0,00
		NaHCO ₃	0,00	0,38	0,00

Для анализа содержания фенольных соединений в растительном сырье используется ряд спектрофотометрических методов определением общего количества фенольных соединений и специфичных фенольных веществ. Метод Фолин-Чокальтеу был разработан Фолин и Чокальтеу и в дальнейшем модифицирован Singleton Rossi Jr. [17] для анализа фенольных соединений в целом. В основе данного метода лежит механизм реакции восстановления фенолов фосфоромолибденовым кислотным реагентом. Фенольные соединения окисляются в щелочной среде с образованием

супероксид иона, который, в свою очередь, при взаимодействии с молибдатом образует оксид молибдена MoO^{4+} , который имеет интенсивное поглощение при 725 нм. Нами было определено общее содержание полифенольных соединений при помощи коммерчески доступного реактива Фолин-Чокальтеу (Folin-Ciocolteu®). Содержание фенольных соединений определяли в эквивалентах галловой, хлорогеновой и кофейной кислот. Для этого были построены калибровочные кривые (рисунок 5), характеризующиеся высоким значением R^2 .

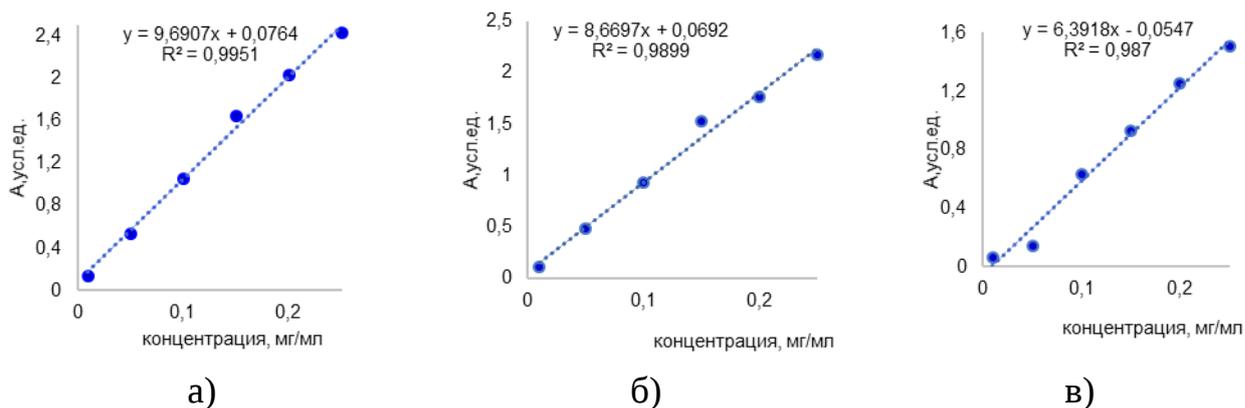


Рисунок 5 – Калибровочные кривые стандартных веществ: галловая (а), кофейная (б) и хлорогеновая (в) кислоты

В таблице 3 представлены данные содержания фенольных соединений в составе исследуемых суммарных экстрактов в пересчете на 1 мг стандартного вещества. Все полученные данные находятся в достаточно хорошем согласовании с данными, полученными методом ВЭЖХ.

Таблица 3 – Изменение содержания флавоноидов в растительном сырье в зависимости от фазы произрастания

Растительное сырье	Фаза произрастания	Экстрагент	Количественное содержание фенольных соединений, мг/г		
			Кофейная кислота	Хлорогеновая кислота	Галловая кислота
<i>Serratula coronata</i> L.	Начало вегетации	EtOH- 96,2	0,038	0,062	0,034
		EtOH-70	0,102	0,174	0,104
		NaHCO ₃	0,058	0,097	0,056
	Вегетация	EtOH- 96,2	0,110	0,188	0,112
		EtOH-70	0,032	0,052	0,028
		NaHCO ₃	0,110	0,186	0,111
	Бутонизация	EtOH- 96,2	0,110	0,187	0,112
		EtOH-70	0,117	0,199	0,119
		NaHCO ₃	0,116	0,197	0,118
<i>Salsola collina</i> Pall.	Начало вегетации	EtOH- 96,2	0,108	0,183	0,109
		EtOH-70	0,097	0,164	0,098
		NaHCO ₃	0,103	0,174	0,104
	Бутонизация	EtOH- 96,2	0,072	0,120	0,071
		EtOH-70	0,110	0,187	0,112
		NaHCO ₃	0,117	0,198	0,119

Обсуждение

Содержание биологически активных компонентов в экстрактах

растения варьируется в зависимости от методов экстракции: вещества, содержащие в своем составе гидроксильную группу, слаборастворимы либо не растворяются в алифатических органических растворителях, тем самым для извлечения циклических спиртов целесообразнее использовать органические спирты и их гомологи.

Анализ литературных данных показал, что для более продуктивного извлечения полифенольной фракции из растительного сырья рекомендуется поэтапная экстракция, начиная с алифатических насыщенных углеводородных растворителей (петролейный эфир, гексан, нефрас и т.д.), что в результате приводит к удалению неполярных компонентов, которые в практическом плане и в плане биоактивности представляют малый интерес [13]. Следующий этап экстракции следует проводить с более полярными по сравнению с алифатическими растворителями, например, со сложными эфирами (этилацетат, бутилацетат и т.д.): в данном случае извлекаются среднеполярные вторичные метаболиты такие как терпеноиды, карбоновые кислоты, ароматические углеводороды и т.д. Третьим этапом по отдельной очистке от побочных продуктов содержащиеся в растении можно рекомендовать экстракцию трихлорметаном в настоящем случае как показывает практика идет извлечение хлорофилла, тем самым балластные вещества

удаляются и препятствие для полного извлечения целевых продуктов снижается [14].

В проводимых нами исследованиях в качестве экстрагента был выбран спирт этиловый и его 70% водный раствор, так как этанол является одним из основных и универсальных пищевых экстрагентов биологически активных соединений, содержащихся в растениях [15]. Стоит также учитывать, что по сравнению с прочими видами органических растворителей, этанол менее токсичен для человеческого организма. Также для проведения сравнительного анализа степени извлекаемости полифенолов из исследуемых растений, в качестве экстрагента нами был использован щелочной раствор бикарбоната натрия (пищевая сода), широко используемого в пищевых целях и в быту.

Как видно из представленных в работе данных ВЭЖХ (таблица 2), для растительных экстрактов серпухи венценосной наибольшее содержание флавоноидов кверцетина и рутина наблюдается в фазе начало вегетации, в данном случае наибольшее содержание зафиксировано в этанольных и водно-этанольных экстрактах. В стадии вегетации наблюдается снижение содержания флавоноидов, так, концентрация кверцетина снизилась на 20%, а пиностробина практически в 5 раз. Ранее было показано, что наибольшее количество флавоноидов накапливается у

многих растений в надземной части в фазе бутонизации и цветения, затем содержание флавоноидов снижается [16]. Выход кверцетина в фазе начало вегетации во всех трех технологических способах показал наиболее максимальный результат по отношению с другими исследуемыми стандартными образцами полифенолов. Применение слабо щелочного раствора бикарбоната натрия

Заключение

Успешно проведены сбор, обработка, ботаническая идентификация растительного сырья из *Serratula Coronata* L. и *Salsola Collina* Pall., произрастающего на территории Карагандинской области в различных фазах вегетации. С использованием методов высокоэффективной жидкостной хроматографии и аналитических методов спектрофотометрии изучен химический состав экстрактов, количественно определено общее содержание фенольных соединений и флавоноидов в частности. Методом ВЭЖХ показано, что для растительных экстрактов серпухи венценосной наибольшее содержание флавоноидов кверцетина и рутина наблюдается в начале вегетации, причем наибольшее содержание зафиксировано в этанольном и водно-этанольном экстрактах. В стадии вегетации наблюдается снижение содержания флавоноидов. Так, концентрация кверцетина снизилась на 20%, а

является менее продуктивным, но стоит учесть, что в настоящем случае используется наиболее доступный в экономическом плане экстрагент, применение которого служит альтернативой по сравнению с классическими способами экстракции этанолом и его водным раствором для суммарной наработки флавоноидов.

пиностробина практически в 5 раз. Предполагается, что имеет место отток вторичных метаболитов в корневую систему, а затем происходит его перераспределение по мере дальнейшего развития растения с частичным сбросом в почву.

Аналитическими методами спектрофотометрии были определены общее содержание фенольных соединений пересчете на 1 г сухого вещества в единицах таких стандартных веществ как галловая, кофейная и хлорогеновая кислоты.

Таким образом для направленного сбора растительного сырья *Serratula Coronata* L. наиболее целесообразным является период времени с третьей декады мая по первую половину июня. Анализ степени экстрактивности растительного сырья показал, что сырье необходимо собирать до наступления повышенной температуры воздуха. В случае сбора растительного сырья *Salsola collina* Pall. временных и погодных

ограничений как таковых не установлено, ввиду того, что ареалом обитания данного растения являются засушливые места. Однако стоит учитывать, что вегетативный период был замечен только в период конец мая – начало июня и сбор в данный период не является продуктивным ввиду начала набора растительной массы, тем самым сбор *Salsola collina* Pall. рекомендуется начинать в июле месяце.

В настоящем исследовании авторами придерживалось правило зеленой химии что, обусловлено отказом от применения агрессивных органических

растворителей. Показано, что технологически оптимальным является метод экстракции серпухи венценосной и солянки холмовой этиловым спиртом и его водно-спиртовым раствором, которые полностью соответствует международным стандартам надлежащей производственной практики (GMP) в условиях фармацевтического производства.

Работа выполнена в рамках проекта ГФ АР09057856, финансируемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Heim K.E., Tagliaferro A.R., Bobilya D.J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships [Text] // J. Nutr. Biochem. -2002. -Vol. 13, - № 10. -P. 572–584.
- 2 Lü J.-M. et al. Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems [Text] // J. Cell. Mol. Med. -2010. -Vol. 14, № 4. -P.840–860.
- 3 Panche A.N., Diwan A.D., Chandra S.R. Flavonoids: an overview [Text] // J. Nutr. Sci. -2016. -Vol. 5. -P.47.
- 4 Seleem D., Pardi V., Murata R.M. Review of flavonoids: A diverse group of natural compounds with anti-*Candida albicans* activity in vitro [Text] // Arch. Oral Biol. -2017. -Vol. 76. -P. 76–83.
- 5 Nijveldt R.J. et al. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications [Text] // Am. J. Clin. Nutr. -2001. -Vol. 74, -№ 4. -P. 418–425.
- 6 Jain S., Mehata M.S. Medicinal Plant Leaf Extract and Pure Flavonoid Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles and their Enhanced Antibacterial Property [Text] // Sci. Rep. -2017. -Vol. 7, -№ 1. -P.15867.
- 7 Li S. et al. Widely Targeted Metabolomics Analysis of Different Parts of *Salsola collina* Pall [Text] // Molecules. -2021. -Vol. 26, -№ 4. -P. 1126.
- 8 Syrchina A.I. et al. Flavonoids of *Salsola collina* [Text] // Chem. Nat. Compd. -1989. -Vol. 25, -№ 5. -P. 619–620.
- 9 Oh Y.N. et al. Anti-oxidative and Anti-cancer Activities by Cell Cycle Regulation of *Salsola collina* Extract [Text] // Korean J. Microbiol. Biotechnol.

2014. Vol. 42, № 1. P. 73–81.

10 Myagchilov A.V. et al. Features of the composition of flavonoids in the crowned saw-wort (*Serratula Coronata* L.) Siberia and the Far East of Russia [Text] // Chem. plant raw Mater. -2020. -№ 2. -P. 171–179.

11 Ангаскиева А.С. Исследование химического состава серпухи венценосной, культивируемой в Сибири [Текст] / Ангаскиева А.С., Андреева. В.Ю., Калинин Г.И., Сальникова Е.Н., Е.А.Бордышена., Харина Т.Г.// Химия растительного сырья. -2003. -№ 4. -P. 47–50.

12 Melentiyeva A.N., Chuchalin V.S., Burkova V.N. Technological methods of herbs *Salsola collina* Pall. efficient processing [Text]// Bull. Sib. Med. -2011. -Vol. 10, -№ 5. -P. 155–161.

13 Jovanovic A. et al. Polyphenols extraction from plant sources [Text] // Lek. sirovine. -2017. -№ 37. -P. 45–49.

14 Dai J., Mumper R.J. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties [Text] // Molecules. -2010. -Vol. 15, -№ 10. -P. 7313–7352.

15 Ameer K., Shahbaz H.M., Kwon J.-H. Green Extraction Methods for Polyphenols from Plant Matrices and Their Byproducts: A Review [Text] // Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. -2017. -Vol. 16, -№ 2. -P. 295–315.

16 Adegbaju O.D., Otunola G.A., Afolayan A.J. Effects of growth stage and seasons on the phytochemical content and antioxidant activities of crude extracts of *Celosia argentea* L. [Text] // Heliyon. -2020. -Vol. 6, -№ 6. -P.04086.

17 Sánchez-Rangel J.C. et al. The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination [Text] // Anal. Methods. -2013. -Vol. 5, -№ 21. -P.5990.

References

SERRATULA CORONATA L. ЖӘНЕ SALSOLA COLLINA PALL.

ӨСІМДІКТЕРІНЕН ӘРТҮРЛІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ПОЛИФЕНОЛДЫ КОМПОНЕНТТЕРДІ БӨЛІП АЛУ ЖӘНЕ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ

Китжан Азамат Айтжанұлы

Инженер, Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан

PhD докторант, Л.Н. Гумилев атындағы

Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

e-mail: azamat_kitghan@mail.ru

Айманова Нұргүлім Алмасқызы

Инженер, Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан

Магистрант, Л.Н. Гумилев атындағы

Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

e-mail: nurgulim.a.a@gmail.com

Машенцева Анастасия Александровна
PhD, қауымдастырылған профессор, зертхана меңгерушісі
Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан
доцент, Л.Н. Гумилев атындағы
Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
e-mail: a.mashentseva@inp.kz

Садырбеков Данияр Тлеужанович
х.ғ.к., аға ғылыми қызметкер
«ФХЗЭ» ИБЗ «Академик Е.А.Бөкетов атындағы
Қарағанды университеті» КЕАҚ, Қарағанды, Қазақстан
e-mail: daniyar81@gmail.com

Темиргазиев Бахтияр Серикович
PhD докторант, «Академик Е.А.Бөкетов атындағы
Қарағанды университеті» КЕАҚ, Қарағанды, Қазақстан
e-mail: b.s.temirgaziev@gmail.com

Түйін

Қарағанды облысының аумағында өсетін тәжді түймебас (*Serratula coronata* L.) және қаңбақ сораң (*Salsola collina* Pall.) өсімдіктерінің жерүсті бөліктеріне кешенді зерттеу жүргізілді, биологиялық белсенді полифенолдардың болуын зерттеу мақсатында таксонның ең оңтайлы жасын анықтау үшін өсудің әртүрлі фазаларында жинақтау жүргізілді.

Зерттелетін өсімдіктерден белсенді экстрактивті заттар мен полифенол компоненттерін алу процесінің оңтайлы шарттарын анықтау үшін минималды уытты әсері бар еріткіштердің бірнеше түрі қолданылды: әртүрлі концентрациядағы этил спирті, сонымен қатар 0,1 н. натрий гидрокарбонатының ерітіндісі. Алынған сығындылардағы негізгі флавоноидтардың сапалық және сандық құрамы жоғары өнімді сұйықтық хроматографиясы арқылы анықталды.

Serratula Coronata L. жинау үшін ең қолайлы уақыт мамырдың үшінші онкүндігі мен маусымның бірінші жартысы аралығында екені анықталды. Өсімдік шикізатының экстрактивтілік дәрежесін талдау шикізатты ауа температурасының жоғарылауы басталғанға дейін жинау керектігін көрсетті. Қаңбақ сораңның (*Salsola Collina* Pall.) өсімдік шикізатын жинау жағдайында бұл өсімдіктің өсу аймағы құрғақ жерлер болғандықтан, уақыт пен ауа-райы бойынша шектеулер белгіленбеген. Дегенмен, вегетациялық кезең тек мамырдың аяғынан маусым айының басына дейінгі аралықта ғана байқалатынын және бұл кезеңдегі жинау өсімдік массасының жиынтығы басталуына байланысты өнімді емес екенін есте ұстаған жөн, осылайша *Salsola Collina* Pall жинағын шілде айында бастау ұсынылады.

Кілт сөздер: *Serratula Coronata* L; *Salsola Collina* Pall; полифенолдар; жоғары өнімді сұйықтық хроматографиясы; ИҚ-спектроскопиясы; УК-спектроскопиясы; экстракция.

UDC 547-31/-39:54.056:543,544.5.068.7

EXTRACTION AND IDENTIFICATION OF POLYPHENOLIC COMPONENTS FROM SERRATULA CORONATA L. AND SALSOLA COLLINA PALL. USING VARIOUS TECHNOLOGICAL PARAMETERS

Kitzhan Azamat Aitzhanuly

*Engineer, Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan
PhD doctoral student L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan, Kazakhstan
e-mail: azamat1997kitzhan@gmail.com*

Aimanova Nurgulim Almaskyzy

*Engineer, Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan
Master's student L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan, Kazakhstan
e-mail: nurgulim.a.a@gmail.com*

Mashentseva Anastasya Alexandrovna

*PhD, associate professor,
Head of Laboratory, Institute of Nuclear Physics,
Almaty, Kazakhstan
Docent, L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan, Kazakhstan
e-mail: a.mashentseva@inp.kz*

Sadyrbekov Daniyar Tleuzhanovich

*Candidate of Chemical Sciences, Senior Scientist
LEP «PCMR» NPJSC E.A. Buketov Karagandy University,
Karagandy, Kazakhstan
e-mail: Daniyar81@gmail.com*

Temirgaziev Bakhtiyar Serikovich

*PhD doctoral student,
NPJSC E.A. Buketov Karagandy University,
Karagandy, Kazakhstan
e-mail: b.s.temirgaziev@gmail.com*

Abstract: The work investigated the shoot of *Serratula coronata* L. and *Salsola collina* Pall. The plants were collected on the territory of the Karaganda region in various phases of vegetating to determine the most optimal age of the

taxon for the presence of biologically active polyphenols. To determine the optimal conditions for the extraction of active extractive substances and polyphenolic components from the plants, several types of solvents with minimal toxic effect were used: ethanol in various concentrations and 0.1 N sodium bicarbonate solution. The qualitative and quantitative content of the main flavonoids in the composition of the obtained extracts was determined by high-performance liquid chromatography (HPLC).

It was found that the most appropriate time period for collecting *Serratula Coronata* L. begins with the third decade of May and ends in the first half of June. Analysis of the degree of extractivity of plant raw materials showed that raw materials must be collected before the onset of increased air temperature. There is no time and weather limits to collect *Salsola collina* Pall plant raw materials, due to the fact that the habitat of this plant is arid places. However, the vegetative period was observed only in late May – early June, and the collection during this period is not productive due to the beginning of an accumulation of plant mass. Therefore, the beginning of July is the recommended time for collecting *Serratula Coronata* L.

Key words: *Serratula coronata* L.; *Salsola collina* Pall.; polyphenols; high-performance liquid chromatography; FTIR- spectroscopy; UV-vis spectroscopy; extraction.