

Низкомолекулярные соединения

УДК 581.192:582.998.1

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ASTERACEAE*, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© М.А. Лебедева*, Т.А. Кукушкина, Т.М. Шалдаева, Ю.А. Пшеничкина, Е.П. Храмова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск, 630090 (Россия), e-mail: MarinaMyadelets@yandex.ru

Изучены содержание фенольных соединений (флавонолов, флаванов (катехины), танинов), полисахаридов (пектины, протопектины), тетратерпенов (каротиноиды) и антиоксидантная активность *Cichorium intubus* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Arnica iljinii* (Maguire) Iljin., *Echinops sphaerocephalus* L., культивируемых в условиях Западной Сибири. Значительную часть биологически активных веществ составляют дубильные вещества (до 28.25%) и протопектины (до 11.11%). Содержание флавоноидов в исследуемых образцах растений *C. intybus* соответствует показателям травы цикория для других регионов РФ, в том числе регионов его промышленного возделывания. Соцветия и листья исследуемых образцов *T. officinale* характеризуются примерно одинаковым содержанием флавонолов (1.02–1.43%), пектинов (0.80–1.08%) и протопектинов (7.94–8.87%). Листья и соцветия *A. iljinii* отличаются достаточно высоким содержанием флавонолов (до 4.23%) и дубильных веществ (до 28.25%). По содержанию дубильных веществ (8.34%), катехинов (36.3 мг%), протопектинов (10.06%) и каротиноидов (64.60 мг%) листья *Echinops sphaerocephalus* существенно превосходят соцветия. Флавонолы представлены в равных соотношениях в листьях (0.68%) и соцветиях (0.64%). Показатели суммарного содержания антиоксидантов фенольной природы в листьях и соцветиях *C. intubus*, *T. officinale*, *A. iljinii*, *E. sphaerocephalus* достоверных различий не имеют.

Ключевые слова: *Cichorium intubus* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Arnica iljinii* (Maguire) Iljin., *Echinops sphaerocephalus* L., биологически активные вещества, антиоксидантная активность.

Работа выполнена в рамках государственного задания ЦСБС СО РАН по проекту АААА-А21-121011290025-2 «Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов», АААА-А21-121011290027-6 «Теоретические и прикладные аспекты изучения генофондов природных популяций растений и сохранения растительного разнообразия вне типичной среды обитания (ex situ)». При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН, УНУ «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», USU 440534.

Введение

Внимание научных и медицинских работников к лекарственным растениям как источнику эффективных и безопасных лекарственных средств не уменьшается, несмотря на большие успехи в создании синтетических химических и биотехнологических лекарственных препаратов [1]. Изучение новых видов растительного сырья, введение их в официальную медицину в виде лекарственных средств и биологически активных пищевых добавок становится как

нельзя своевременным и нужным [2].

Asteraceae является одним из крупнейших семейств двудольных растений. Разнообразные биологически активные вещества (БАВ), такие как фенольные соединения и терпеноиды, широко представлены в различных видах *Asteraceae* [3].

Лебедева Марина Александровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитохимии, e-mail: MarinaMyadelets@yandex.ru

Кукушкина Татьяна Абдулхаировна – старший научный сотрудник лаборатории фитохимии, e-mail: kukushkina-phyto@yandex.ru

Шалдаева Татьяна Михайловна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории фитохимии, e-mail: tshaldaeva@yandex.ru

Окончание на С. 100.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Исследование возможности комплексного использования лекарственного растительного сырья (цикорий обыкновенный, одуванчик лекарственный, мордовник шароголовый) и видов, систематически близких к официальным, имеющих достаточную сырьевую базу (мордовник шароголовый), будет способствовать увеличению ассортимента лекарственных средств.

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) – многолетнее травянистое растение. Данный вид широко распространен в Евразии, в России встречается в Европейской части, на Северном Кавказе, в Западной Сибири [4]. Наряду с этим *C. intybus* введен в культуру и возделывается в России, преимущественно на территории Ярославской области [5]. *C. intybus* широко известно как пищевое растение. Поскольку не является фармакопейным лекарственным растением, его применение в медицинской практике ограничивается использованием в составе биологически активных добавок [6]. В народной медицине, в том числе китайской и монгольской, широко используется надземная и подземная части *C. intybus*, в качестве иммуномодулирующего, желчегонного, гепатопротекторного, гипогликемического средства. Установлено, что фармакологической активностью обладают различные части растения (корни, листья, семена, плоды) *C. intybus* [7–9]. При этом действие обусловлено комплексом БАВ, представленным основными группами вторичных метаболитов – полифруктозанами, гидроксикоричными кислотами, кумаринами и флавоноидами. Наиболее перспективным лекарственным растительным сырьем может служить именно надземная часть данного растения, так как она удобна в заготовке в отличие от подземных органов в течение длительной фазы цветения (июнь – август) и является вторичным сырьем после заготовки корней для пищевой промышленности. В Центре химии и фармацевтической технологии ФГБНУ ВИЛАР из травы культивируемого *C. intybus* получен экстракт сухой для создания на его основе нового лекарственного средства.

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.) – многолетнее травянистое растение, широко распространенное на всей территории Российской Федерации за исключением высокогорных районов и районов Крайнего Севера [10]. В настоящее время фармакопейным видом сырья являются лишь корни одуванчика лекарственного, в то время как в зарубежной медицине широко используется надземная часть одуванчика лекарственного в качестве противовоспалительного, желчегонного, диуретического и иммуномодулирующего средства [11–13].

Одуванчик входит в состав известного препарата «Тонзилгон», который успешно применяется при лечении хронических тонзиллитов. Значительную часть фитомассы растения составляет надземная часть. Трава одуванчика лекарственного была описана в качестве лекарственного растительного сырья (ЛРС) в Российской Фармакопее VII издания, однако в последующие издания данный вид сырья включен не был. В настоящее время написан проект фармакопейной статьи на новый вид ЛРС – «Одуванчика лекарственную траву» [14]. Использование всей фитомассы одуванчика лекарственного будет способствовать решению проблемы комплексной переработки данного растения в рамках ресурсосберегающих технологий.

Арника Ильина (*Arnica iljinii* (Maguire) Pjlin.) – арктический азиатский вид. Траву и цветки арники широко используют для получения гомеопатических препаратов [15, 16]. В официальной медицине используют настойку цветков арники на 70%-ном спирте в качестве кровоостанавливающего средства. Сырьем для ее получения служат цветки трех видов арники: горная (*A. montana* L.), Шамиссо (*A. chamissonis* Less.) и облиственной (*A. foliosa* Nutt.) [17] Наиболее широко в медицинских целях используется *A. montana* L., химический состав его БАВ достаточно хорошо изучен. Известно, что фармакологическая активность препаратов из этого вида определяется присутствием фенольных соединений, в основном производными кофейной кислоты, и сесквитерпеновых лактонов. Однако в большинстве европейских стран вид *A. montana* находится под угрозой исчезновения [18]. Также в связи с истощением сырьевой базы на территории РФ и трудностью культивирования в промышленных масштабах в качестве альтернативного источника сырья исследуется возможность использования *A. foliosa* и *A. chamissonis*. Ведется изучение агротехнологии выращивания, а также фитохимическое исследование травы обоих видов растений, условия получения субстанций и препаратов [19–21].

Пишеничкина Юлия Анатольевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела научно-образовательных программ, e-mail: scutel@yandex.ru

Храмова Елена Петровна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории фитохимии, e-mail: khramova@ngs.ru

Мордовник шароголовый (*Echinops sphaerocephalus* L.) широко распространен в России. Из всех видов рода *Echinops* L. мордовник шароголовый является официальным лекарственным растением, в качестве сырьевой части

которого используются плоды. Из плодов получают препарат «Эхинопсин», применяемый для лечения рассеянного склероза, однако в настоящее время препарат исключен из медицинской практики. Надземная часть растения, превышающая по массе плоды в сотни раз, не находит применения, что является нерациональным использованием растительных ресурсов. Поэтому комплексное фармакогностическое исследование надземной части мордовника шароголового с целью установления возможности использования ее в качестве источника БАВ и фитопрепаратов является актуальным. Ранее установлено, что экстракты растений рода *Echinops* L. обладают гепатопротекторной [22], противовоспалительной [23], фунгицидной [24], антиоксидантной активностью [25].

Цель данной работы – исследование содержания биологически активных веществ и антиоксидантной активности растений *Cichorium intybus* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Arnica iljinii* (Maguire) Iljin., *Echinops sphaerocephalus* L., культивируемых в условиях Западной Сибири.

Экспериментальная часть

Материалом для исследований послужило сырье (листья, соцветия) видов сем. *Asteraceae* (цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), арника Ильина (*Arnica iljinii* (Maguire) Iljin), мордовник шароголовый (*Echinops sphaerocephalus* L.)), культивируемых на интродукционном участке Центрального Сибирского ботанического сада (ЦСБС СО РАН, Новосибирск).

В полученных экстрактах определяли содержание фенольных соединений (флавонолов, флаванов (катехины), танинов), полисахаридов (пектины, протопектины), тетратерпенов (каротиноиды). Все показатели были рассчитаны на абсолютно сухую массу сырья.

Количественный анализ проводили с использованием следующих методик:

Флавонолы определяли спектрофотометрическим методом, в котором использована реакция комплексообразования флавонолов с хлоридом алюминия [26]. Концентрацию флавонолов в пробе рассчитывали по калибровочному графику, построенному по рутину фирмы «Chemapol».

Катехины определяли спектрофотометрическим методом, основанном на способности катехинов давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте. В две мерные пробирки переносили по 0.8 мл этанольного извлечения, в одну из них прибавляли 4 мл 1% раствора ванилина в концентрированной соляной кислоте. Объем обеих пробирок доводили до 5 мл концентрированной соляной кислотой. Вторая пробирка служила в качестве раствора сравнения. Оптическую плотность раствора измеряли на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 502 нм. Количественное содержание катехинов в пробе рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по (\pm)-катехину фирмы «Sigma» [27].

Содержание танинов (гидролизуемых дубильных веществ) определяли спектрофотометрическим методом с применением раствора аммония молибденовокислого [28]. Навеску сырья 2 г помещали в колбу и добавляли 250 мл дистиллированной воды. Экстрагировали при умеренном кипячении в течение 30 мин, охлаждали, переносили в мерную колбу на 250 мл и доводили дистиллированной водой до метки. После экстракции 10 мл извлечения переносили в мерную колбу на 100 мл, добавляли 10 мл 2% водного раствора аммония молибденовокислого, доводили до метки водой и оставляли на 15 мин. Интенсивность образовавшейся окраски измеряли на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 420 нм в кювете с толщиной слоя 1 см. В качестве стандартного образца использовали ГСО танина (1 класс по ГОСТ 8.315-97). Полисахариды (протопектины, пектины) определяли бескарбазольным спектрофотометрическим методом, основанном на получении специфического желто-оранжевого окрашивания уроновых кислот с тимолом в серноокислой среде. Измельченную навеску растительного образца массой 2–3 г трехкратно экстрагировали горячим 80% этанолом в соотношении 1:10 на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 20–30 мин для извлечения свободных углеводов, мешающих определению пектиновых веществ. Отфильтрованную пробу высушивали при $T=50$ °С до исчезновения запаха спирта. Сначала извлекали водой пектины, затем гидролизовали протопектины. После реакции с тимолом плотность окрашенных растворов измеряли на спектрофотометре фирмы Agilent 8453 (США) при длине волны 480 нм в кювете с рабочей длиной 1 см. Количественное содержание пектиновых веществ определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте [29].

Содержание каротиноидов определяли в ацетоново-этанольном экстракте спектрофотометрически. Навеску сырья 0.1 г растирали в ступке до однородной массы, добавляя последовательно 0.1 г углекислого кальция для нейтрализации органических кислот, так как каротиноиды неустойчивы в кислой среде, 1 мл

диметилформамида для устойчивости пигментов и 2 г сернокислого натрия безводного. Экстракцию каротиноидов проводили ацетоном (40 мл – 1 раз и далее по 10 мл – 2 раза), после чего продолжали экстрагировать 96% этанолом (по 5 мл – 3 раза) для извлечения ликопина. Затем исчерпывающе экстрагировали ацетоном до исчезновения окраски. Измеряли объем объединенного экстракта [30]. Далее экстракты разбавляли ацетоном так, чтобы при измерении на спектрофотометре величина оптической плотности разбавленных растворов находилась в пределах от 0.1 до 0.8. Определение содержания каротиноидов проводили при длинах волн 662 и 644 нм (для хлорофиллов а и b), 440.5 нм (для каротиноидов) на спектрофотометре СФ-56. Концентрацию каротиноидов (мг/дм²) рассчитывали по формуле

$$C_{\text{кар.}} = 4.695 \times D_{440.5} - 0.268 \times (5.134 \times D_{662} - 20.436 \times D_{644}),$$

где $C_{\text{кар.}}$ – концентрация каротиноидов, мг/дм³; D – оптическая плотность экстракта. Содержание каротиноидов (мг%) определяли по формуле X (мг%) = $C_{\text{кар.}} \times V_1 \times V_3 \times 100 / M \times V_2 \times 1000$, где $C_{\text{кар.}}$ – концентрация каротиноидов, мг/дм³; V_1 – объем исходной ацетоновой вытяжки, мл; V_2 – объем исходной вытяжки, взятой для разбавления, мл; V_3 – объем разбавленной вытяжки, мл; M – масса абсолютносухого сырья, г [31, 32].

Антиоксидантную активность оценивали с использованием амперометрического метода [33]. Измерения проводили на приборе «Цвет Яуза-01-АА». Сущность метода заключается в измерении электрического тока, возникающего при окислении гидроксильных групп антиоксидантов фенольной природы на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале. Предварительно строили график зависимости сигнала образца сравнения (галловой кислоты) от его концентрации. Суммарное содержание антиоксидантов (ССА, мг/г) определяли в водно-спиртовых экстрактах, для получения которых 1.0 г сырья заливали 50 мл этанола (70%) и встряхивали в течение 1 ч на перемешивающем устройстве.

Все анализы выполнены в трех аналитических проворностях.

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартного пакета программы Microsoft Excel. Рассчитаны значения средних и их стандартных ошибок, коэффициентов корреляции (r).

Обсуждение результатов

Поскольку содержание флавоноидов в растительном сырье является важнейшим показателем его биологической ценности, нами определено содержание флавонолов и катехинов. В листьях и соцветиях исследуемых образцов *C. intybus* содержится 1.53–2.02% флавонолов и 97.4–125.7 мг/% катехинов (табл.). По данным Сайбель и др., в траве цикория различных мест произрастания в других регионах РФ содержание данной группы БАВ колеблется от 1.15 до 2.50%, а содержание катехинов – 149.6±15.1 мг% [7]. Листья исследуемых образцов *C. intybus* наиболее богаты дубильными веществами, катехинами, протопектинами, каротиноидами. Соцветия – флавонолами и пектинами. Следует отметить существенно более высокое содержание каротиноидов в листьях.

В листьях и соцветиях исследуемых образцов *T. officinale* содержание флавонолов составляет 1.02–1.43%. По данным других авторов, содержание суммы флавоноидов в листьях *T. officinale*, произрастающих на территории Республики Беларусь, – 0.64–2.78% в зависимости от места сбора [34]. Листья исследуемых растений в большем количестве содержат дубильные вещества. Соцветия – катехины и каротиноиды.

Исследуемые растения *A. iljinii* содержат 3.05–4.23% флавонолов, что соответствует данным других авторов (3,08% в соцветиях *A. iljinii* – на территории Украины) [35]. Листья содержат в большем количестве дубильные вещества, катехины и протопектины, соцветия – флавонолы и пектины. По содержанию каротиноидов листья и соцветия *A. iljinii* не отличаются.

По содержанию дубильных веществ, катехинов, протопектинов и каротиноидов листья *E. sphaerocephalus* существенно превосходят соцветия. Вместе с тем количество катехинов (36.3 мг%) и каротиноидов (64 мг%) в исследуемых растениях несколько уступает содержанию в листьях из других регионов возделывания (катехины – 102.3±9.9 мг% [36], каротиноиды – 248.78±0.08 мг%) [37]. Флавонолы представлены в равных соотношениях в листьях (0.68%) и соцветиях (0.64%).

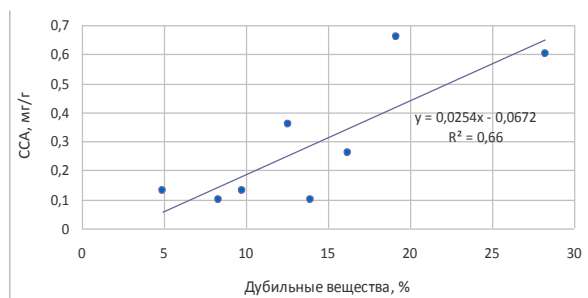
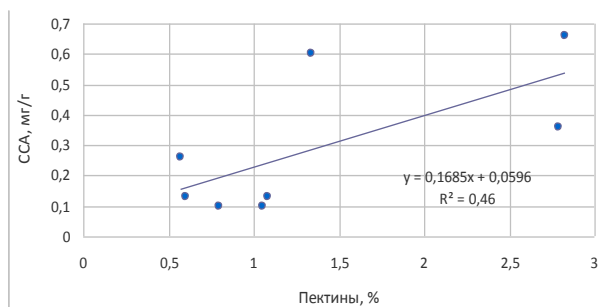
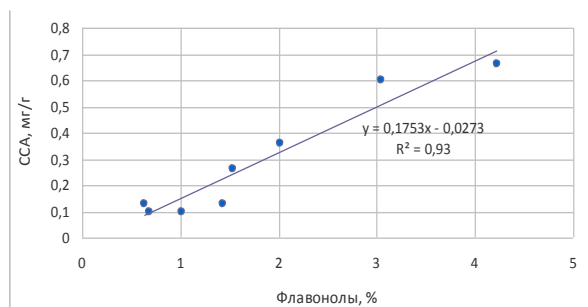
В результате анализа антиоксидантной активности нами не выявлено достоверных различий ССА в листьях и соцветиях для исследуемых видов сем. *Asteraceae*. Выявлена сильная прямая зависимость антиоксидантной активности от концентрации флавонолов и дубильных веществ ($r=0.81 \dots 0.96$) (рис.). В данном

случае суммарное содержание антиоксидантов фенольного типа на 93% определяется концентрацией флавонолов и на 66% – концентрацией дубильных веществ. Отмечается средняя обратная зависимость ССА от концентрации катехинов и каротиноидов ($r = -0.23 \dots -0.47$) и слабая прямая – от концентрации протопектинов. Это соответствует литературным данным о том, что антиоксидантные свойства многих растительных продуктов в значительной мере обусловлены именно содержанием флаван-3-олов [38].

Содержание биологически активных веществ в видах семейства *Asteraceae*, %

Вид растения	Орган	Флавонолы	Дубильные	Катехины*	Пектины	Протопектины	Каротиноиды*	ССА, мг/г
Триба – Lactuceae Cass.								
род <i>Cichorium</i>								
<i>Cichorium intybus</i>	лист	1.53±0.02	16.18±0.50	125.7±2.25	0.57±0.01	11.11±0.17	60.63±1.05	0.26±0.01
	соцветия	2.02±0.02	12.55±0.35	97.4±1.71	2.79±0.03	8.60±0.14	16.77±0.54	0.36±0.02
Триба – Mutisieae Cass.								
род <i>Taraxacum</i>								
<i>Taraxacum officinale</i>	лист	1.02±0.02	13.97±0.45	66.5±2.66	0.80±0.03	7.94±0.20	91.47±1.58	0.10±0.01
	соцв.	1.43±0.01	9.79±0.21	110±4.19	1.08±0.05	8.87±0.04	148.13±2.18	0.13±0.01
Триба – Heliantheae Cass.								
род <i>Arnica</i>								
<i>Arnica iljinii</i>	лист	3.05±0.02	28.25±0.42	42.69±1.12	1.34±0.02	10.23±0.02	34.50±0.87	0.60±0.04
	соцв.	4.23±0.03	19.19±0.29	20.83±0.62	2.83±0.06	7.38±0.02	34.75±0.78	0.66±0.05
Триба – Echinopeae Cass.								
род <i>Echinops</i>								
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	лист	0.68±0.01	8.34±0.18	36.3±0.58	1.05±0.01	10.06±0.36	64.60±1.61	0.10±0.01
	соцв.	0.64±0.01	4.93±0.12	9.4±0.12	0.60±0.01	4.82±0.08	12.83±0.39	0.13±0.01

Примечание: *содержание катехинов и каротиноидов (мг%).



Зависимость антиоксидантной активности от содержания БАВ в листьях и соцветиях *C. intybus*, *T. officinale*, *A. iljinii*, *E. sphaerocephalus*

Выводы

Листья и соцветия *C. intybus*, *T. officinale*, *A. iljinii*, *E. sphaerocephalus* содержат комплекс биологически активных веществ, состоящий из фенольных соединений (флавонолов, флаванов (катехины), танинов), полисахаридов (пектины, протопектины), тетратерпенов (каротиноиды). В надземных органах изученных видов отмечается достаточно высокое содержание дубильных веществ и протопектинов.

Содержание флавоноидов в *C. intybus* культивируемом в условиях Западной Сибири соответствует показателям травы цикория для других регионов РФ, в том числе регионов его промышленного возделывания.

Соцветия и листья исследуемых образцов *T. officinale* характеризуются примерно одинаковым содержанием флавонолов, пектинов и протопектинов.

Листья и соцветия *A. iljinii* отличаются достаточно высоким содержанием флавонолов (до 4.23%) и дубильных веществ (до 28.25%).

По содержанию дубильных веществ, катехинов, протопектинов и каротиноидов листья *Echinops sphaerocephalus* существенно превосходят соцветия. Флавонолы представлены в равных соотношениях в листьях (0.68%) и соцветиях (0.64%).

Показатели суммарного содержания антиоксидантов фенольной природы в листьях и соцветиях *C. intubus*, *T. officinale*, *A. iljinii*, *E. sphaerocephalus* достоверных различий не имеют, следовательно, в качестве лекарственного сырья следует использовать всю надземную часть растений, собранную во время цветения.

Список литературы

1. Фролова Л.Н., Ковалева Е.Л., Саканян Е.И., Кутейников В.Ю., Шелестова В.В., Черемисина М.А. Сравнительный анализ номенклатуры лекарственного растительного сырья, используемого в отечественной и мировой фармакопейной практике // Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2020. Т. 10. №1. С. 29–40. DOI: 10.30895/1991-2919-2020-10-1-29-40.
2. Новиков О.О., Писарев Д.И., Жиликова Е.Т., Трифонов Б.В., Новикова М.Ю., Корниенко И.В. Перспективы развития натуроцетивики // Научный результат. Серия: Медицина и фармация. 2015. Т. 1. №4. С. 97–101. DOI: 10.18413/2313-8955-2015-1-4-97-101.
3. Heinrich M., Robles M., West J.E., Ortiz de Montellano B.R., Rodriguez E. Ethnopharmacology of Mexican Asteraceae (Compositae). Annual Review of Pharmacology and Toxicology // Trends in pharmacological sciences. 1998. Vol. 38. Pp. 539–565. DOI: 10.1146/annurev.pharmtox.38.1.539.
4. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М., 2004. 520 с.
5. Семенихин И.Д., Семенихин В.И. Энциклопедия лекарственных растений, возделываемых в России. М., 2015. Т. II. 312 с.
6. Маврина П.О., Сайбель О.Л., Маланкина Е.Л. Возможности использования листьев культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор) // Овощи России. 2021. №4. С. 105–110. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-4-105-110.
7. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Пупыкина К.А. Изучение фенольных соединений травы цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) // Башкирский химический журнал. 2016. Т. 23. №1. С. 53–58.
8. Elgengaihi S., Mossa A.T., Refaie A.A., Aboubaker D.J. Hepatoprotective efficacy of *Cichorium intybus* L. extract against carbon tetrachloride-induced liver damage in rats // Diet Suppl. 2016. Vol. 13(5). Pp. 570–584. DOI: 10.3109/19390211.2016.1144230.
9. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Пупыкина К.А., Петрова И.В., Фархутдинов Р.Р. Оценка антиоксидантной активности травы цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) // Бюллетень ВШЦ СО РАМН. 2017. Т. 2. №2(114). С. 85–88.
10. Флора СССР / под ред. Е.Г. Боброва, Н.Н. Цвелева. М., 1964. Т. 29. 796 с.
11. Государственная фармакопея СССР. 11-е изд. М., 1989. Вып. 2. 400 с.
12. European Pharmacopoeia / European Directorate for the quality of medicines and healthcare. 6-th edition, Supplement 6.5. Council of Europe, Strasbourg, 2008.
13. American Herbal Pharmacopoeia: Botanical Pharmacognosy. Published by American Herbal Medicine Association, 2011. 733 p.
14. Азнагулова А.В., Куркин В.А. Фармакогностическое изучение травы одуванчика лекарственного как перспективного вида лекарственного растительного сырья // Сеченовский вестник. 2016. №S1. С. 12–13.
15. Perry N.B., Burgess E.J., Rodríguez Guitián M.A., Romero Franco R., López Mosquera E., Smallfield B.M., Joyce N.I., Littlejohn R.P. Sesquiterpene lactones in *Arnica montana*: helenalin and dihydrohelenalin chemotypes in Spain // Planta medica. 2009. Vol. 75(6). Pp. 660–666. DOI: 10.1055/s-0029-1185362.8.
16. Merfort I. Arnika – aktueller stand hinsichtlich wirksamkeit, pharmakokinetik und nebenwirkungen // Zeitschrift für Phytotherapie. 2010. Vol. 31(4). Pp. 188–192. DOI: 10.1055/s-0030-1262391.
17. Государственный реестр лекарственных средств РФ. М., 2008. Т. 2.
18. Falniowski A., Bazos I., Hodálová I., Lansdown R., Petrova A. *Arnica montana* // The IUCN Red List of Threatened Species. 2011. e.T162327A5574104. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T162327A5574104.en.
19. Бабаева Е.Ю., Бондаренко О.В., Ворошилов А.И., Семкина О.А. Фармакогностическое изучение и морфологические показатели травы арники облиственной и арники Шамиссо // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2013. №3. С. 78–83.
20. Алентьева О.Г., Конякова Е.А., Богачева Н.Г. Трава арники облиственной – новое сырье для получения препаратов // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. №10. С. 17–21.

21. Кроль Т.А., Зиннатшина Л.В., Гатиатулина Е.Р., Радимич А.И., Сайбель О.Л., Балеев Д.Н., Осипов В.И. Состав и содержание фенольных соединений в различных фракциях экстракта надземной части *Arnica foliosa* Nutt. // Химия растительного сырья. 2020. №4. С. 139–147. DOI: 10.14258/jcrpm.2020047755.
22. Abdallah H.M., Ezzat S.M., Salah R. El Dine et al. Protective effect of *Echinops galalensis* against CCl₄-induced injury on the human hepatoma cell line (Huh7) // *Phytochemistry Lett.* 2013. Vol. 6. Pp. 73–76.
23. Yadava R.N., Singh S.K. New anti-inflammatory active flavanone glycoside from the *Echinopsechinatus* Roxb. // *Ind. J. Chem.* 2006. Vol. 45. Pp. 1004–1008.
24. Fokialakis N., Cantrell C.L., Duke S.O., Skaltsounis A.L., Wedge D.E. et al. Antifungal activity of thiophenes from *Echinopsritro* // *J. Agric. Food Chem.* 2006. Vol. 54. Pp. 1651–1655.
25. Erenler R., Yilmaz S., Aksit H. et al. Antioxidant activities of chemical constituents isolated from *Echinopsorientalis* Trautv // *Rec. Nat. Prod.* 2014. Pp. 32–34.
26. Государственная фармакопея РФ. XIV изд.-е. М., 2018. Т. 2. URL: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol2/489>.
27. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: мат. VII Межд. съезда. СПб., 2003. С. 64–69.
28. Федосеева Л.М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных вегетативных органов бадана толстолистого (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch.), произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. 2005. №2. С. 45–50.
29. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // Труды Никитского ботанического сада. 1989. Вып. 109. С. 128–137.
30. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, 1982. С. 7–9.
31. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987. 430 с.
32. Полевой В.В., Максимова Г.Б. Методы биохимического анализа растений. Л., 1978. 192 с.
33. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. М., 2009. 212 с.
34. Шендерова Е.С., Толкачева Т.А. Количественное определение суммы фенольных соединений в листьях одуванчика лекарственного // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации: матер. 73-й науч. сессии ВГМУ. Ч. 2. Витебск, 2018. С. 453–455.
35. Воробец Н.Н., Пиняжко О.Б. Физиологически активные вещества и антиоксидантная активность соцветий арники горной (*Arnica montana* L.) // Украинский биофармацевтический журнал. 2012. №1–2(18–19). С. 82–85.
36. Масленников П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н., Федурев П.В., Селедцов В.И. Экологический анализ активности накопления биофлавоноидов в лекарственных растениях // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. Вып. 7. С. 110–120.
37. Потемкина Н.М., Ханина М.А., Потемкин Е.М., Лежнина М.Г. Комплексное фармакогностическое исследование надземной части мордовника шароголового (*Echinops sphaerocephalus* L.) // Перспективы внедрения инновационных технологий в медицине и фармации: сб. мат. VI Всероссийской научно-практ. конф. с межд. уч. 2019. С. 257–262.
38. Su X., Duan J., Jiang Y. et al. Polyphenolic profile and antioxidant activities of oolong tea infusion under various steeping conditions // *Int. J. Mol. Sci.* 2007. Vol. 8. Pp. 1196–1205.

Поступила в редакцию 15 декабря 2021 г.

После переработки 13 января 2022 г.

Принята к публикации 10 февраля 2022 г.

Для цитирования: Лебедева М.А., Кукушкина Т.А., Шалдаева Т.М., Пшеничкина Ю.А., Храмова Е.П. Биологически активные вещества и антиоксидантная активность некоторых растений семейства *Asteraceae*, культивируемых в условиях Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2022. №3. С. 99–107. DOI: 10.14258/jcrpm.20220310740.

*Lebedeva M.A.**, *Kukushkina T.A.*, *Shaldaeva T.M.*, *Pshenichkina Yu.A.*, *Khramova E.P.* BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SOME PLANTS OF THE *ASTERACEAE* FAMILY, CULTIVATED IN CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, ul. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk, 630090 (Russia),
e-mail: MarinaMyadelets@yandex.ru

Studied the content the content of phenolic compounds (flavonols, flavans (catechins), tannins), polysaccharides (pectins, protopectins), tetraterpenes (carotenoids) and antioxidant activity of *Cichorium intubus* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Arnica iljinii* (Maguire) Iljin., *Echinops sphaerocephalus* L. cultivated in conditions of Western Siberia. A significant part of the biologically active substances are tannins (up 28.25%) and protopectins (up 11.11%). The content of flavonoids in the studied samples of *C. intybus* plants corresponds to the indicators of chicory grass for other regions of the Russian Federation, including the regions of its industrial cultivation. The flowers and leaves of the studied samples of *T. officinale* are characterized by approximately the same content of flavonols (1.02–1.43%), pectins (0.80–1.08%) and protopectins (7.94–8.87%). The leaves and flowers of *A. iljinii* are distinguished by a rather high content of flavonols (up to 4.23%) and tannins (up to 28.25%). In terms of the content of tannins (8.34%), catechins (36.3 mg/%), protopectins (10.06%) and carotenoids (64.60 mg/%), the leaves of *E. sphaerocephalus* are significantly superior to the flowers. Flavonols are present in equal proportions in leaves (0.68%) and flowers (0.64%). Indicators of the total content of phenolic antioxidants in the leaves and flowers of *C. intubus*, *T. officinale*, *A. iljinii*, *E. sphaerocephalus* do not differ significantly.

Keywords: *Cichorium intubus*, *Taraxacum officinale*, *Arnica iljinii*, *Echinops sphaerocephalus*, biologically active substances, antioxidant activity.

References

1. Frolova L.N., Kovaleva Ye.L., Sakanyan Ye.I., Kuteynikov V.Yu., Shelestova V.V., Cheremisina M.A. *Vedomosti Nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 29–40. DOI: 10.30895/1991-2919-2020-10-1-29-40. (in Russ.).
2. Novikov O.O., Pisarev D.I., Zhilyakova Ye.T., Trifonov B.V., Novikova M.Yu., Korniyenko I.V. *Nauchnyy rezul'tat. Seriya: Meditsina i farmatsiya*, 2015, vol. 1, no. 4, pp. 97–101. DOI: 10.18413/2313-8955-2015-1-4-97-101. (in Russ.).
3. Heinrich M., Robles M., West J.E., Ortiz de Montellano B.R., Rodriguez E. *Trends in pharmacological sciences*, 1998, vol. 38, pp. 539–565. DOI: 10.1146/annurev.pharmtox.38.1.539.
4. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. *Illyustrirovannyi opredelitel' rasteniy Sredney Rossii. T. 3: Pokrytosemnyye (dvudol'nyye: razdel'nolepestnyye)*. [An Illustrated Guide to Plants of Central Russia. Vol. 3: Angiosperms (dicotyledonous: dicotyledonous)]. Moscow, 2004, 520 p. (in Russ.).
5. Semenikhin I.D., Semenikhin V.I. *Entsiklopediya lekarstvennykh rasteniy, vozdeleyvayemykh v Rossii*. [Encyclopedia of medicinal plants cultivated in Russia]. Moscow, 2015, vol. II, 312 p. (in Russ.).
6. Mavrina P.O., Saybel' O.L., Malankina Ye.L. *Ovoshchi Rossii*, 2021, no. 4, pp. 105–110. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-4-105-110. (in Russ.).
7. Saybel' O.L., Dargayeva T.D., Pupykina K.A. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal*, 2016, vol. 23, no. 1, pp. 53–58. (in Russ.).
8. Elgengaihi S., Mossa A.T., Refaie A.A., Aboubaker D.J. *Diet Suppl.*, 2016, vol. 13(5), pp. 570–584. DOI: 10.3109/19390211.2016.1144230.
9. Saybel' O.L., Dargayeva T.D., Pupykina K.A., Petrova I.V., Farkhutdinov R.R. *Byulleten' VSNTS SO RAMN*, 2017, vol. 2, no. 2(114), pp. 85–88. (in Russ.).
10. *Flora SSSR* [Flora of the USSR], ed. Ye.G. Bobrov, N.N. Tsvelev. M., 1964, vol. 29, 796 p. (in Russ.).
11. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. 11-ye izd.* [State Pharmacopoeia of the USSR. 11th ed.]. Moscow, 1989, vol. 2, 400 p. (in Russ.).
12. *European Pharmacopoeia / European Directorate for the quality of medicines and healthcare. 6-th edition, Supplement 6.5*. Council of Europe, Strasbourg, 2008.
13. *American Herbal Pharmacopoeia: Botanical Pharmacognosy*. Published by American Herbal Medicine Association, 2011, 733 p.
14. Aznagulova A.V., Kurkin V.A. *Sechenovskiy vestnik*, 2016, no. S1, pp. 12–13. (in Russ.).
15. Perry N.B., Burgess E.J., Rodríguez Guitián M.A., Romero Franco R., López Mosquera E., Smallfield B.M., Joyce N.I., Littlejohn R.P. *Planta medica*, 2009, vol. 75(6), pp. 660–666. DOI: 10.1055/s-0029-1185362.8.
16. Merfort I. *Zeitschrift für Phytotherapie*, 2010, vol. 31(4), pp. 188–192. DOI: 10.1055/s-0030-1262391.
17. *Gosudarstvennyy reyestr lekarstvennykh sredstv RF*. [State Register of Medicines of the Russian Federation]. Moscow, 2008, vol. 2. (in Russ.).
18. Falniowski A., Bazos I., Hodálová I., Lansdown R., Petrova A. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2011, e.T162327A5574104. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T162327A5574104.en.
19. Babayeva Ye.Yu., Bondarenko O.V., Voroshilov A.I., Semkina O.A. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Meditsina*, 2013, no. 3, pp. 78–83. (in Russ.).
20. Alent'yeva O.G., Konyakova Ye.A., Bogacheva N.G. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2015, no. 10, pp. 17–21. (in Russ.).

* Corresponding author.

21. Krol' T.A., Zinnatshina L.V., Gatiatulina Ye.R., Radimich A.I., Saybel' O.L., Baleyev D.N., Osipov V.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 4, pp. 139–147. DOI: 10.14258/jcprm.2020047755. (in Russ.).
22. Abdallah H.M., Ezzat S.M., Salah R. El Dine et al. *Phytochemistry Lett.*, 2013, vol. 6, pp. 73–76.
23. Yadava R.N., Singh S.K. *Ind. J. Chem.*, 2006, vol. 45, pp. 1004–1008.
24. Fokialakis N., Cantrell C.L., Duke S.O., Skaltsounis A.L., Wedge D.E. et al. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, vol. 54, pp. 1651–1655.
25. Erenler R., Yilmaz S., Aksit H. et al. *Rec. Nat. Prod.*, 2014, pp. 32–34.
26. *Gosudarstvennaya farmakopeya RF. XIV izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV ed.]. Moscow, 2018, vol. 2. URL: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol2/489>. (in Russ.).
27. Kukushkina T.A., Zykov A.A., Obukhova L.A. *Aktual'nyye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoy prois-khozheniya: mat. VII Mezhd. s'yezda.* [Actual problems of creating new drugs of natural origin: mat. VII Int. congress]. St. Petersburg, 2003, pp. 64–69. (in Russ.).
28. Fedoseyeva L.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2005, no. 2, pp. 45–50. (in Russ.).
29. Kriventsov V.I. *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada*, 1989, no. 109, pp. 128–137. (in Russ.).
30. Kriventsov V.I. *Metodicheskiye rekomendatsii po analizu plodov na biokhimicheskiy sostav.* [Guidelines for the analysis of fruits for biochemical composition]. Yalta, 1982, pp. 7–9. (in Russ.).
31. Yermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. i dr. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy.* [Methods of biochemical research of plants]. Leningrad, 1987, 430 p. (in Russ.).
32. Polevoy V.V., Maksimova G.B. *Metody biokhimicheskogo analiza rasteniy.* [Methods of biochemical analysis of plants]. Leningrad, 1978, 192 p. (in Russ.).
33. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. *Prirodnyye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevykh produktakh i ikh vliyaniye na zdorov'ye i starenie cheloveka.* [Natural antioxidants. Content in food products and their impact on human health and aging]. Moscow, 2009, 212 p. (in Russ.).
34. Shenderova Ye.S., Tolkacheva T.A. *Dostizheniya fundamental'noy, klinicheskoy meditsiny i farmatsii: mater. 73-y nauch sessii VGMU. Ch. 2.* [Achievements of fundamental, clinical medicine and pharmacy: mater. 73rd scientific session of VSMU. Part 2]. Vitebsk, 2018, pp. 453–455. (in Russ.).
35. Vorobets N.N., Pinyazhko O.B. *Ukrainskiy biofarmatsevticheskiy zhurnal*, 2012, no. 1–2(18–19), pp. 82–85. (in Russ.).
36. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N., Fedurayev P.V., Seledtsov V.I. *Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta*, 2014, no. 7, pp. 110–120. (in Russ.).
37. Potemkina N.M., Khanina M.A., Potemkin Ye.M., Lezhnina M.G. *Perspektivy vnedreniya innovatsionnykh tekhnologiy v meditsine i farmatsii: sb. mat. VI Vserossiyskoy nauchno-prakt. konf. s mezhduнародnym uchchastiyem.* [Prospects for the introduction of innovative technologies in medicine and pharmacy: Sat. mat. VI All-Russian scientific and practical. conf. with international participation]. 2019, pp. 257–262. (in Russ.).
38. Su X., Duan J., Jiang Y. et al. *Int. J. Mol. Sci.*, 2007, vol. 8, pp. 1196–1205.

Received December 15, 2021

Revised January 13, 2022

Accepted February 10, 2022

For citing: Lebedeva M.A., Kukushkina T.A., Shaldaeva T.M., Pshenichkina Yu. A., Khramova E.P. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 3, pp. 99–107. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220310740.

