

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛОВ (В ТОМ ЧИСЛЕ ФЛАВОНОИДОВ) И АНТИОКСИДАНТОВ В ЛИСТЬЯХ *VISCUM ALBUM L.* И *PYRUS COMMUNIS L.*

С.Л. Аджиахметова

к.фарм.н., доцент кафедры органической химии,
Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ВолгГМУ Минздрава России (г. Пятигорск)
E-mail: similla503@mail.ru

Н.М. Червонная

к.фарм.н., ст. преподаватель, кафедра органической химии,
Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ВолгГМУ Минздрава России (г. Пятигорск)
E-mail: nadezhda.chervonnaya@yandex.ru

Д.И. Поздняков

к.фарм.н., доцент кафедры фармакологии с курсом клинической фармакологии,
Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ВолгГМУ Минздрава России (г. Пятигорск)
E-mail: pozdniackow.dmitry@yandex.ru

Э.Т. Оганесян

д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой органической химии,
Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ВолгГМУ Минздрава России (г. Пятигорск)
E-mail: edwardov@mail.ru

Приведены результаты химического исследования полифенолов омелы белой (*Viscum album L.*) и груши обыкновенной (*Pyrus communis L.*) с целью сравнения составов указанных соединений, что может иметь важное значение при совместном практическом использовании обоих растений в качестве лечебно-профилактических средств.

Цель исследования. Сравнение составов полифенолов омелы белой и груши обыкновенной для определения возможного совместного практического использования обоих растений в качестве лечебно-профилактических средств.

Материал и методы. Объектом исследования явились листья омелы белой, произрастающей на груше обыкновенной. Сырье – листья обоих растений, собранных в фазу плодоношения. Количественное определение флавоноидов выполняли на спектрофотометре СФ-102 спектрофотометрическим методом. Общее содержание фенольных соединений устанавливали спектрофотометрически по продуктам их окисления с реактивом Фолина–Чокальтеу. Суммарное содержание антиоксидантов определяли амперометрическим методом, используя градуировочный график зависимости выходного сигнала от концентрации кверцетина и галловой кислоты.

Результаты. Максимальное содержание флавоноидов в извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной достигается при экстракции сырья 50%-ным спиртом этиловым и составляет $0,552 \pm 0,004\%$ и $2,63 \pm 0,010\%$ соответственно. Наибольшее содержание суммы фенольных соединений отмечено в извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной, если экстрагент – 50%-ный спирт этиловый, и составляет $2,679 \pm 0,009\%$ и $13,14 \pm 0,16\%$ соответственно. Амперометрическим методом установлено суммарное содержание антиоксидантов в анализируемых извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной. Оптимальным экстрагентом явился спирт этиловый 50%-ный.

Выводы. Учитывая близость химических составов полифенольных соединений листьев омелы белой и груши обыкновенной, можно использовать листья обоих растений в лечебно-профилактических целях.

Ключевые слова: омела белая, груша обыкновенная, флавоноиды, фенолы, антиоксидантная активность, кверцетин, галловая кислота.

Для цитирования: Аджиахметова С.Л., Червонная Н.М., Поздняков Д.И., Оганесян Э.Т. Содержание фенолов (в том числе флавоноидов) и антиоксидантов в листьях *Viscum album L.* и *Pyrus communis L.* Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021;24(2):15–22. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-02-03>

Омела белая (*Viscum album L.*) относится к полупаразитирующим растениям семейства Ремнецветниковые (*Loranthaceae Juss.*), прикрепляется к веткам дерева с помощью присосок-корней, проникающих глубоко в древесину. Чаще всего она

паразитирует на лиственных (дуб, акация, сливы, яблони, груши), реже – на хвойных деревьях (пихта и сосна). Листья содержат фенолкарбоновые кислоты (кофейная и синаповая кислоты), флавоноиды (кверцетин, рамнетин, изорамнетин, рамна-

зин), каротиноиды (β -каротин, элюксантин, виолаксантин), азотсодержащие соединения (холин, ацетилхолин), олеаноловую и урсоловую кислоты, инозит, а также жирное масло, спирты, аскорбиновую кислоту, минеральные соли [1, 2].

Омела оказывает гипотензивный и успокаивающий эффекты, улучшает сердечную деятельность, усиливает диурез и выделение продуктов азотистого обмена. Растение иногда используют в комплексной терапии атеросклероза, при нефритах и других заболеваниях почек. Важно отметить, что омела довольно успешно применяется при лечении онкологических заболеваний, она останавливает разрастание опухолевых клеток [1–4].

Цель исследования – сравнение составов полифенолов омелы белой и груши обыкновенной для определения возможного совместного практического использования обоих растений в качестве лечебно-профилактических средств.

Фенольные соединений определяли с учетом качественных реакций, а также способности осаждаться солями металлов и окисляться [5].

Количественное определение флавоноидов основано на измерении светопоглощения растворов их комплексных соединений с хлоридом алюминия [6, 7], а общее содержание фенольных соединений можно установить спектрофотометрически по продуктам их окисления с реактивом Фолина–Чокальтеу [8]. Данный реактив и его модификации используют также для обнаружения и фотометрического определения фенолов, тиолов и дисульфидов (цистина, цистеина), пуриновых оснований (гуанина, ксантина, 2-гидроксиаденина), мочевой кислоты, пептидов и белков, содержащих тирозин и триптофан [6, 7].

Общее содержание фенолов в омеле белой, рассчитанное с помощью реактива Фолина–Чокальтеу, коррелирует с антиоксидантной активностью. От уровня содержания фенолов зависит показатель антиоксидантной активности [7, 8]. Общеизвестна роль антиоксидантов в биохимических и физиологических процессах в плазме, крови и тканях человека [9].

К природным антиоксидантам, содержащимся в пищевых продуктах, растительных материалах, относятся: флавоноиды; производные бензойной и коричной кислот, кумарина; фитоэстрогены; витамины E и C; каротиноиды [10–12].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились листья омелы белой (*Viscum album* L.), произрастающей на груше обыкновенной (*Pyrus communis* L.). Сырье – листья обоих растений, собранных в фазу плодоношения. Исследуемые объекты собраны на территории Белореченского района Краснодарского края.

Количественное определение флавоноидов.

Извлечения из листьев омелы белой и груши обыкновенной получали экстракцией водой очищенной и спиртом этиловым различной концентрации: 90, 70, 50%. Хроматографический анализ осуществляли в сочетании с качественными реакциями с 2%-ным спиртовым раствором хлорида алюминия. Использовали системы растворителей: *n*-бутанол – кислота уксусная – вода (БУВ) (4:1:5), 15%-ная уксусная кислота.

Исследуемые извлечения хроматографировали в двух системах растворителей, далее обрабатывали спиртовым раствором хлорида алюминия. Количественное определение флавоноидов проводили на приборе «Спектрофотометр СФ-102» спектрофотометрическим методом. Исследуемые извлечения из листьев омелы белой и груши обыкновенной с 2%-ным спиртовым раствором алюминия хлорида имеют максимальное поглощение при длине волны 410 ± 2 нм (при использовании спирта этилового 50%-ного – максимальное поглощение при длине волны 415 ± 2 нм). В связи с этим при расчете содержания суммы флавоноидов использовали удельный показатель поглощения комплекса рутина с алюминия хлоридом при длине волны 410 ± 2 нм, равный 248. В Государственной фармакопее РФ XIV издания (стр. 767, 811, 899) указано, что удельный показатель поглощения при использовании спирта этилового 50, 70, 90%-ного имеет одинаковое значение [13].

Определение суммарного содержания фенольных соединений методом Фолина–Чокальтеу. Для выбора оптимальных соотношений растворов стандартного образца галловой кислоты и реактива Фолина–Чокальтеу точную навеску галловой кислоты 0,05 г («Sigma») помещали в мерную колбу вместимостью 100 мл, растворяли в 50 мл 70%-ного спирта этилового и доводили объем раствора до метки тем же растворителем. В семь мерных колб вместимостью по 25 мл каждая помещали по 100 мкл полученного раствора гал-

ловой кислоты и прибавляли от 50 до 600 мкл реактива Фолина–Чокальтеу, по 2,5 мл насыщенного раствора натрия карбоната и доводили объемы полученных растворов водой очищенной до метки. Перемешивали до получения однородной смеси, выдерживали от 30 до 60 мин, после чего определяли абсорбцию на спектрофотометре СФ-102 при 750 нм в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 1 см по отношению контрольному раствору, приготовленному с дистиллированной водой вместо исследуемого раствора. Требуемое количество реактива Фолина–Чокальтеу определяли по максимальному значению оптической плотности.

Определение линейности методики и построение градуировочного графика осуществляли следующим образом. В мерные колбы, вместимостью 25 мл помещали растворы стандартного образца галловой кислоты от 25 до 200 мкл, к которым в соотношении 1:4 добавляли реактив Фолина–Чокальтеу и по 2,5 мл насыщенного раствора натрия карбоната, объем доводили водой очищенной до метки. Оптическую плотность измеряли в тех же условиях [8, 9, 14, 15].

Концентрацию фенольных соединений в пересчете на галловую кислоту в анализируемом растворе рассчитывали по градуировочному графику, а содержание в процентах (X) в пересчете на абсолютно сухое сырье вычисляли по формуле

$$X = \frac{C \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot 100}{a \cdot V_a \cdot (100 - W)},$$

где C – концентрация фенольных соединений в исследуемом извлечении, найденная по градуировочному графику, г/100 мл; a – навеска сырья, г; V_a – объем аликвоты, мл; W_1, W_2 – объемы мерных колб, мл; W – потеря в массе при высушивании, % [14, 15].

Определение суммарного содержания антиоксидантов. Суммарное содержание антиоксидантов определяли на жидкостном хроматографе «Цвет Яуза 01-АА» амперометрическим методом, используя градуировочный график зависимости выходного сигнала от концентрации кверцетина и галловой кислоты. Методика разработана ОАО НПО «Химавтоматика» [10–12].

Данный метод заключается в измерении силы электрического тока, возникающего при окислении молекул антиоксиданта, который преобразуется в

цифровой сигнал. Величина возникающей при этом силы электрического тока будет зависеть от природы и концентрации анализируемых веществ.

Методика получения анализируемых извлечений. Точную навеску измельченного сырья (1 г) помещали в колбу вместимостью 100 мл, добавляли примерно 30 мл спирта этилового соответствующей концентрации или воды очищенной и кипятили на водяной бане в течение 30 мин. Содержимое колбы пропускали через бумажный фильтр в мерную колбу вместимостью 100 мл. Извлечение вышеуказанным способом повторяли еще 2 раза, фильтр промывали экстрагентом и доводили объем фильтрата до метки. В случае необходимости пробу разбавляли [10–12].

Суммарное содержание антиоксидантов (мг/г) вычисляли по формуле

$$X = \frac{X_r \cdot V_n \cdot N}{m_n},$$

где X_r – массовая концентрация антиоксидантов, найденная по градуировочному графику, мг/г; V_n – объем извлечения, мл; m_n – навеска сырья, г; N – кратность разбавления.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сушку сырья проводили воздушно-теневым методом. После статистической обработки данных установлено, что содержание влажности в листьях омелы белой составляет 8,42%, в листьях груши обыкновенной – 7,65% [13].

В результате проведенного хроматографического анализа выявлено, что исследуемые извлечения характеризуются близким составом. При этом лучшее разделение наблюдали в системе БУВ (4:1:5).

Результаты количественного определения флавоноидов, проведенных в пересчете на рутин в шести повторностях [13], приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Из данных табл. 1 следует, что максимальное содержание суммы флавоноидов в извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной, наблюдается при экстракции сырья 50%-ным спиртом этиловым, и составляет $0,552 \pm 0,004$ и $2,63 \pm 0,010\%$ соответственно. Время стабилизации оптической плотности анализируемых растворов составляет от 30 до 55 мин.

Таблица 1. Содержание суммы флавоноидов в извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной

| Используемый экстрагент | Листья омелы белой (<i>Viscum album</i> L.) | | Листья груши обыкновенной (<i>Pyrus communis</i> L.) | |
|-------------------------|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| | Время стабилизации оптической плотности, мин | Содержание флавоноидов, % (n = 6) | Время стабилизации оптической плотности, мин | Содержание флавоноидов, % (n = 6) |
| Спирт этиловый 90%-ный | 30 | 0,302±0,003 | 40 | 2,163±0,007 |
| Спирт этиловый 70%-ный | 50 | 0,412±0,004 | 40 | 2,378±0,008 |
| Спирт этиловый 50%-ный | 55 | 0,552±0,004 | 55 | 2,632±0,010 |
| Вода очищенная | 50 | 0,390±0,003 | 55 | 2,229±0,008 |

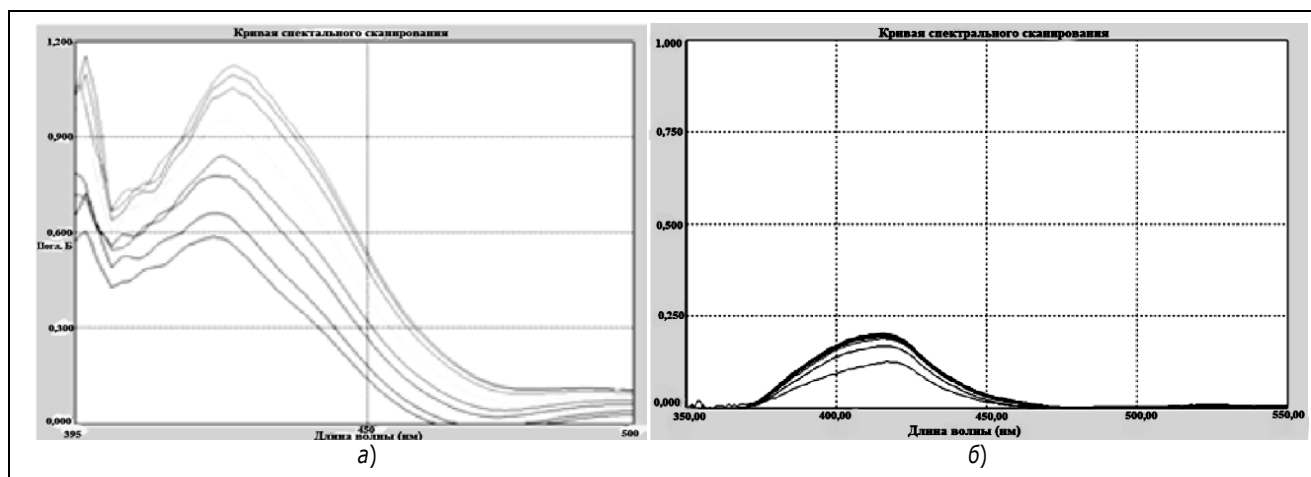


Рис. 1. УФ-спектр поглощения комплекса 50%-ного спиртового извлечения из листьев: а – *Pyrus communis* L.; б – *Viscum album* L. с 2%-ным спиртовым раствором алюминия хлорида

Таблица 2. Оптическая плотность стандартного раствора галловой кислоты с реактивом Фолина–Чокальтеу

| Соотношение раствора галловой кислоты (г/100 мл) и реактива Фолина–Чокальтеу | Значение оптической плотности |
|--|-------------------------------|
| 1:0,5 | 0,237 |
| 1:1 | 0,241 |
| 1:2 | 0,277 |
| 1:3 | 0,307 |
| 1:4 | 0,318 |
| 1:5 | 0,291 |
| 1:6 | 0,268 |

Результаты определения суммарного содержания фенольных соединений методом Фолина–Чокальтеу приведены в табл. 2 и 3.

Из данных, представленных в табл. 2, следует, что величина оптической плотности имеет максимальное значение при соотношении стандартного раствора галловой кислоты и реактива Фолина–Чокальтеу, равном 1:4.

Результаты определения линейности методики и построенный по полученным данным градуировочный график зависимости оптической плотности от концентрации галловой кислоты приведены в табл. 3 и на рис. 2.

Визуальная оценка графика свидетельствует о его линейности. Кроме того, коэффициент корреляции составил 0,997, что позволяет использовать данный график для количественного определения фенольных соединений.

Таблица 3. Оптическая плотность анализируемых растворов галловой кислоты с реактивом Фолина-Чокальтеу

| Вариант опыта | Концентрация галловой кислоты, г/100 мл | Оптическая плотность |
|---------------|---|----------------------|
| 1 (25 мкл) | 0,00003 | 0,067 |
| 2 (50 мкл) | 0,00006 | 0,120 |
| 3 (75 мкл) | 0,00012 | 0,198 |
| 4 (100 мкл) | 0,00018 | 0,312 |
| 5 (125 мкл) | 0,00024 | 0,398 |
| 6 (175 мкл) | 0,00036 | 0,641 |
| 7 (200 мкл) | 0,00048 | 0,848 |

Уравнение градуировочного графика имеет вид: $y = 1746x + 0,002$.

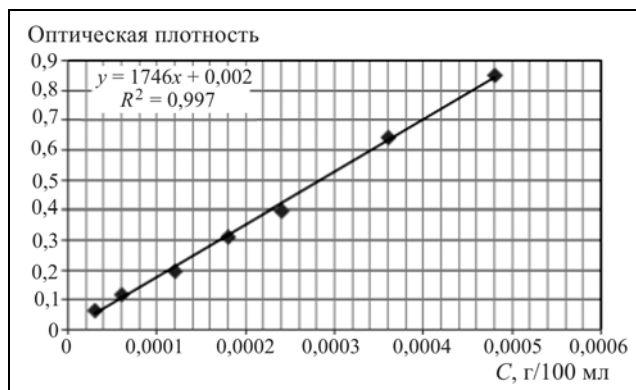


Рис. 2. Градуировочный график взаимодействия галловой кислоты с реактивом Фолина-Чокальтеу

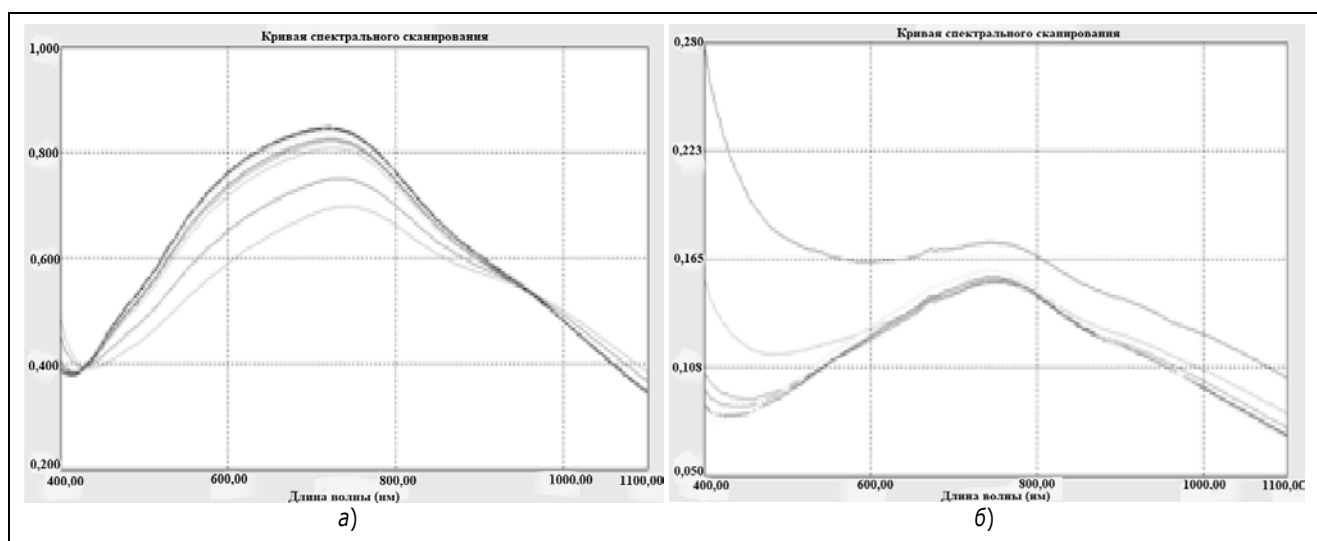


Рис. 3. УФ-спектр поглощения комплекса 50%-ного спиртового извлечения из листьев: а - *Pyrus communis* L.; б - *Viscum album* L. с реактивом Фолина-Чокальтеу

Таблица 4. Содержание суммы фенольных соединений в извлечениях, полученных экстракцией спиртом этиловым

| Используемый экстрагент | Листья омелы белой (<i>Viscum album</i> L.) | | Листья груши обыкновенной (<i>Pyrus communis</i> L.) | |
|-------------------------|--|--|--|--|
| | Соотношение пробы извлечения и реактива Фолина-Чокальтеу | Содержание фенольных соединений, % (n = 6) | Соотношение пробы извлечения и реактива Фолина-Чокальтеу | Содержание фенольных соединений, % (n = 6) |
| Спирт этиловый 90%-ный | 1:5 | 2,013±0,008 | 1:5 | 10,516±0,14 |
| Спирт этиловый 70%-ный | 1:3 | 2,303±0,008 | 1:3 | 11,09±0,15 |
| Спирт этиловый 50%-ный | 1:4 | 2,679±0,009 | 1:4 | 13,14±0,16 |
| Вода очищенная | 1:3 | 1,939±0,007 | 1:3 | 10,91±0,14 |

Таблица 5. Содержание антиоксидантов (в пересчете на кверцетин и галловую кислоту) в извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной

| Название сырья | Используемый экстрагент | Кратность разбавления | Содержание (мг/г) антиоксидантов (n = 6) в пересчете на | |
|---|-------------------------|-----------------------|---|--------------------|
| | | | кверцетин | галловую кислоту |
| Листья омелы белой (<i>Viscum album</i> L.) | Спирт этиловый 90%-ный | – | 0,230±0,003 | 0,146±0,003 |
| | Спирт этиловый 70%-ный | – | 0,201±0,004 | 0,127±0,002 |
| | Спирт этиловый 50%-ный | – | 0,274±0,003 | 0,176±0,002 |
| | Вода очищенная | – | 0,254±0,003 | 0,163±0,003 |
| Листья груши обыкновенной (<i>Pyrus communis</i> L.) | Спирт этиловый 90%-ный | 5 | 1,432±0,007 | 0,923±0,006 |
| | Спирт этиловый 70%-ный | 5 | 0,991±0,006 | 0,625±0,004 |
| | Спирт этиловый 50%-ный | 5 | 2,085±0,009 | 1,355±0,006 |
| | Вода очищенная | 5 | 1,725±0,006 | 1,115±0,005 |

Максимальное содержание суммы фенольных соединений наблюдается в извлечении из листьев груши обыкновенной, полученном экстракцией 50%-ным спиртом этиловым, и составляет 13,14 ± ± 0,16%. Время стабилизации оптической плотности – от 30 до 60 мин.

Содержание антиоксидантов в спиртовых, водно-спиртовых и водных извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной в пересчете на кверцетин и галловую кислоту представлены в табл. 5.

Амперометрическим методом установлено суммарное содержание антиоксидантов в анализируемых извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной. Оптимальным экстрагентом явился спирт этиловый 50%-ный.

ВЫВОДЫ

Выявлено соответствие между общим содержанием фенолов, флавоноидов и антиоксидантов в листьях омелы белой (*Viscum album* L.), произрастающей на груше обыкновенной (*Pyrus communis* L.). Исследуемые извлечения характеризовались близким составом; лучшее разделение наблюдалось в системе БУВ (4:1:5).

Максимальное содержание флавоноидов в извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной достигалось при экстракции сырья 50%-ным спиртом этиловым и составляет 0,552 ±

± 0,004% и 2,63 ± 0,01% соответственно. Наибольшее содержание суммы фенольных соединений отмечено в извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной, если экстрагент – 50%-ный спирт этиловый, и составляет 2,679 ± ± 0,009% и 13,14 ± 0,16% соответственно.

Суммарное содержание антиоксидантов в анализируемых извлечениях из листьев омелы белой и груши обыкновенной установлено амперометрическим методом. Оптимальным экстрагентом явился спирт этиловый 50%-ный.

Учитывая, близость химических составов полифенольных соединений листьев омелы белой и груши обыкновенной, возможно использовать листья обоих растений в лечебно-профилактических целях

ЛИТЕРАТУРА

1. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Rutaceae* – *Elaeagnaceae*. Л.: Наука, 1988. С. 197–199.
2. Омела белая: лечебные свойства и противопоказания, отзывы: <https://fb.ru/article/26999/omela-belaya>.
3. *Hartwell J.L.* Plants used against cancer: a survey 1967–1971. *Lloydia*. 1971: 30–34.
4. *Чернов В.А.* Применение препаратов омелы в экспериментальной химиотерапии опухолей. Тр. Ин-та онкологии. АМН СССР. М. 1954; 33(7): 139–150.
5. *Packer L., Sies H.* Oxidative stress and inflammatory mechanisms in obesity, diabetes, and the metabolic syndrome. New York: CRC Press, 2008, 322 p.

6. Денисенко Т.А., Вишник А.Б., Цыганок Л.П. Особенности взаимодействия 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу с фенольными соединениями. Аналитика и контроль. 2015; 19(3): 242–251.
7. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. Analysis of total phenols and oxidations substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*. 1999; 299: 152–178.
8. Денисенко Т.А., Вишник А.Б., Цыганок Л.П. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу Аналитика и контроль. 2015. 19(4): 373–380.
9. Макарова Н.В., Валулина Д.Ф., Азаров О.И., Кузнецов А.А. Сравнительное исследование содержания фенольных соединений, флавоноидов и антиоксидантной активности яблок разных сортов. *Химия растительного сырья*. 2018; 2: 115–122.
10. Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах. *Пищевая промышленность*. 2007; 5: 28–30.
11. Патент № 2471181 РФ. Способ определения суммарного содержания антиоксидантов и суммарного содержания антоцианов в пищевых продуктах и напитках. Я.И. Яшин, А.Я. Яшин, В.Ю. Рыжнев, С.Г. Пенелеев. 2012.
12. Яшин А.Я., Яшин Я.И. Прибор для определения антиоксидантной активности растительных лекарственных экстрактов и напитков. *Международная информационная система по резонансным технологиям*. 2004; 34: 10–14.
13. Государственная фармакопея РФ. XIV изд. М.: МЗ РФ, 2018. Т. 2, 4. 3262 с.; 7013 с. [Электронный ресурс] URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>.
14. Леонова В.Н., Попов И.В., Попов О.И., Зайцев В.П. Количественное определение суммы фенольных соединений в плодах *Rhus typhina* (L.). *Химия растительного сырья*. 2019; 1: 225–232.
15. Волкова А.А. Исследование полифенольных соединений одно- и двулетних побегов вишни обыкновенной (*Cerasus vulgaris* Mill.): Дис ... канд. фарм. наук. Пятигорск, 2011. 159 с.

Поступила после доработки 18 декабря 2020 г.

THE CONTENT OF PHENOLS (INCLUDING FLAVONOIDS) AND ANTIOXIDANTS IN THE LEAVES OF *VISCUM ALBUM* L. AND *PYRUS COMMUNIS* L.

© Authors, 2021

S.L. Adzhiahmetova

Ph.D. (Pharm.),

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute-Branch of Volgograd State Medical University (Pyatigorsk)

E-mail: similla503@mail.ru

N.M. Chervonnaja

Ph.D. (Pharm.),

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute-Branch of Volgograd State Medical University (Pyatigorsk)

E-mail: nadezhda.chervonnaya@yandex.ru

D.I. Pozdnjakov

Ph.D. (Pharm.),

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute-Branch of Volgograd State Medical University (Pyatigorsk)

E-mail: pozdniackow.dmitry@yandex.ru

E.T. Oganessian

Dr.Sc. (Pharm.), Professor,

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute-Branch of Volgograd State Medical University (Pyatigorsk)

E-mail: edwardov@mail.ru

The results of a chemical study of polyphenols in *Viscum album* L. and *Pyrus communis* L. have been carried out in order to compare the composition of these compounds, which may be of great importance in the joint practical use of both plants as therapeutic and prophylactic agents.

Aim of the study. Comparison of the polyphenol composition of *Viscum album* L. and *Pyrus communis* L. to determine the possible joint practical use of both plants as therapeutic and prophylactic agents.

Material and methods. The test-objects were the leaves of *Viscum album* L. growing on a host-plant of *Pyrus communis* L. Raw material – the leaves of both plants, harvested in the fruiting phase. The quantitative determination of flavonoids was performed on a SF-102 spectrophotometer by the spectrophotometric method. The total content of phenolic compounds was determined spectrophotometrically from the products of their oxidation with the Folin–Ciocalteu reagent. The total content of antioxidants was determined by the amperometric method using a calibration plot of the dependence of the output signal on the concentration of quercetin and gallic acid.

Results. The maximum content of flavonoids in extracts from the leaves of the *Viscum album* L. and *Pyrus communis* L. is achieved when the raw material is extracted with 50% ethyl alcohol and is $0,552 \pm 0,004\%$; $2,63 \pm 0,010\%$, respectively. The highest content of the phenolic compounds was noted in 50% ethanolic extracts from leaves of *Viscum album* L. and *Pyrus communis* L., and is $2,679 \pm 0,009\%$; $13,14 \pm 0,16\%$, respectively. The total content of antioxidants in the analyzed extracts from the leaves of *Viscum album* L. and *Pyrus communis* L. was determined by the amperometric method. The optimal extractant was ethyl alcohol 50%.

Conclusions. Given the similarity of the chemical composition of the polyphenolic compounds of the leaves of *Viscum album* L. and *Pyrus communis* L., the leaves of both plants can be used for therapeutic and prophylactic purposes.

Key words: *Viscum album*, *Pyrus communis*, flavonoids, phenols, antioxidant activity, quercetin, gallic acid.

For citation: Adzhiahmetova S.L., Chervonnaja N.M., Pozdnjakov D.I., Oganessian E.T. The content of phenols (including flavonoids) and antioxidants in the leaves of *Viscum album* L. and *Pyrus communis* L. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2021;24(2):15–22. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-02-03>

REFERENCES

1. Rastitel'nye resursy SSSR: Cvetkovye rasteniya, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie; Semejstva Rutaceae – Elaeagnaceae. L.: Nauka, 1988. S. 197–199.
2. Omela belaya: lechebnye svoystva i protivopokazaniya, otzyvy: <https://fb.ru/article/26999/omela-belaya>.
3. Hartwell J.L. Plants used against cancer: a survey 1967–1971. *Lloydia*. 1971: 30–34.
4. Chernov V.A. Primenenie preparatov omely v eksperimetal'noj himioterapii opuholej. Tr. In-ta onkologii. AMN SSSR. M. 1954; 33(7): 139–150.
5. Packer L., Sies H. Oxidative stress and inflammatory mechanisms in obesity, diabetes, and the metabolic syndrome. New York: CRC Press, 2008, 322 p.
6. Denisenko T.A., Vishnikin A.B., Cyganok L.P. Osobennosti vzaimodejstviya 18-molibdodifosfata i reaktivna Folina–Chokal'teu s fenol'nymi soedineniyami. *Analitika i kontrol'*. 2015; 19(3): 242–251.
7. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. Analysis of total phenols and oxidations substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*. 1999; 299: 152–178.
8. Denisenko T.A., Vishnikin A.B., Cyganok L.P. Spektrofotometricheskoe opredelenie summy fenol'nyh soedinenij v rastitel'nyh ob'ektah s ispol'zovaniem hlorigda alyuminiya, 18-molibdodifosfata i reaktivna Folina–Chokal'teu *Analitika i kontrol'*. 2015. 19(4): 373–380.
9. Makarova N.V., Valiulina D.F., Azarov O.I., Kuznecov A.A. Sravnitel'noe issledovanie sodержaniya fenol'nyh soedinenij, flavonoidov i antioksidantnoj aktivnosti yablok raznyh sortov. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2018; 2: 115–122.
10. Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Opredelenie sodержaniya prirodnyh antioksidantov v pishchevyh produktah i BADah. *Pishhevaya promyshlennost'*. 2007; 5: 28–30.
11. Patent № 2471181 RF. Sposob opredeleniya summarnogo sodержaniya antioksidantov i summarnogo sodержaniya antocianov v pishchevyh produktah i napitkah. Ya.I. Yashin, A.Ya. Yashin, V.Yu. Ryzhnev, S.G. Pepelyaev. 2012.
12. Yashin A.Ya., Yashin YA.I. Pribor dlya opredeleniya antioksidantnoj aktivnosti rastitel'nyh lekarstvennyh ekstraktov i napitkov. *Mezhdunarodnaya informacionnaya sistema po rezonansnym tekhnologiyam*. 2004; 34: 10–14.
13. Gosudarstvennaya farmakopeya RF. HIV izd. M.: MZ RF, 2018. T. 2, 4. 3262 s.; 7013 s. [Elektronnyj resurs] URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>.
14. Leonova V.N., Popov I.V., Popov O.I., Zajcev V.P. Kolichestvennoe opredelenie summy fenol'nyh soedinenij v plodah *Rhus typhina* (L.). *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2019; 1: 225–232.
15. Volkova A.A. Issledovanie polifenol'nyh soedinenij odno- i dvuletnih pobegov vishni obyknovenoj (*Cerasus vulgaris* Mill.): Dis kand. farm. nauk. Pyatigorsk, 2011. 159 s.