### УДК 615.322:547.913

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИПИДОВ И ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ *MELILOTUS ОFFICINALIS* (L.) PALL, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УЗБЕКИСТАНЕ

© Н.К. Усманова1[[1]](#footnote-1)\*, Н.К. Юлдашева2, С.Д. Гусакова2, Э.Х. Ботиров2

1 Наманганский государственный университет, ул. Уйчинская, 316, Наманган, 160100 (Республика Узбекистан), e-mail: nargiza\_unq@mail.ru

2 Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, ул. М. Улугбека, 77, Ташкент, 100170 (Республика Узбекистан)

Изучены липиды и фенольные соединения семян с примесью листовой массой донника лекарственного *Melilotus officinalis* (L.) Pall, семейства *Fabaceae.* Установлено, чтосодержание нейтральных липидов (НЛ) в семенах составляет 2.93%, полярных липидов (ПЛ) – 3.15%. В НЛ доминируют триацилглицериды и свободные жирные кислоты (ЖК), которым сопутствуют углеводороды, каротиноиды, сложные эфиры фитостеролов с ЖК, тритерпенолы, фитостеролы и измененные хлорофиллы. Основным компонентом неомыляемых веществ, выделенных из НЛ, были фитостеролы, обнаружены также углеводороды, каротиноиды, фитостеролы, алифатические спирты и тритерпенолы. В ПЛ преобладают гликолипиды (ГЛ), состоящие из эфиров стерилгликозидов, стерилгликозидов, моногалактозил- и дигалактозилдиглицеридов. Фосфолипиды (ФЛ) включают фосфатидилэтаноламины, фосфатидилхолины и фосфатидилинозиты.

В составе жирных кислот (ЖК) НЛ идентифицировали 12, в ГЛ и ФЛ – по 13 компонентов с существенным преобладанием насыщенных жирных кислот (52.95–85.73%), преимущественно пальмитиновой 16:0. Особенностью жирных кислот НЛ является высокое (16.67%) содержание лауриновой 12:0 кислоты, которая присутствует и в ГЛ (3.87%), и в ФЛ (1.62%).

Из различных фракций 75%-ного спиртового экстракта надземной части выделили три индивидуальных фенольных соединения, которые на основании изучения спектральных данных идентифицировали с *п*-гидроксибензойной, *п*-гидроксикоричной кислотами и андросином.

*Ключевые слова*: *Melilоtus officinаlis*, нейтральные и полярные липиды, жирные кислоты, *п*-гидроксибензойная и *п*-гидроксикоричная кислоты, андросин.

|  |
| --- |
| *Усманова Наргиза Кудиратуллаевна* – докторант,  e-mail: nargiza\_unq@mail.ru  *Юлдашева Нигора Каримовна −* доктор философии по химическим наукам, старший научный сотрудник лаборатории химии липидов, e-mail: nigorayuldasheva@myrambler.ru  *Гусакова Светлана Дмитриевна −* доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории химии липидов, e-mail: s.gusakova2004@mail.ru  *Ботиров Эркин Хожиакбарович –* доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией химии терпеноидов и фенольных соединений,  e-mail: botirov-nepi@mail.ru |

## Введение

*Melilotus officinalis* (L.) Pall (донник лекарственный) – двулетнее травянистое растение семейства *Fabaceae*, распространенное в Ферганской, Наманганской, Самаркандской и Кашкадарьинской областях Узбекистана [1]. Извлечения из травы донника лекарственного в научной медицине используются как противосудорожное средство при стенокардии, тромбозе коронарных сосудов, трава входит в состав сборов лекарственных растений, применяемых для лечения ревматизма [2–5]. Сборы с донником используются наружно как мягчительное при нарывах и кожных заболеваниях. Так, пластырь донниковый накладывают на абсцессы и фурункулы в качестве наружного смягчающего и отвлекающего средства.

В народной медицине траву донника используют как мягчительное, отхаркивающее, болеутоляющее средство при воспалительных заболеваниях дыхательных органов, климактерических недомоганиях, при болях в мочевом пузыре и почках, мигрени, гнойном воспалении среднего уха, головной боли, гипертонической болезни, атеросклерозе, психозах, наружно при мастите, суставном ревматизме, злокачественных опухолях [2, 3]. Настой из травы используют для обмываний, припарок и компрессов при нарывах, фурункулах и других гнойничковых поражениях кожи. Экстракт из надземной части в эксперименте обладает антиэкссудативными, антипролиферативными и антигипоксическими свойствами, антиишемический эффект проявляется при ишемии головного мозга и сердца [6]. Экстракт активен в отношении вируса гриппа, обладает антиоксидантной активностью. В экспериментах на животных и клиническими наблюдениями установлено, что содержащиеся в доннике кумарины оказывают угнетающее влияние на ЦНС и обладают противосудорожным и наркотическим действием. Признано, что основные лекарственные свойства травы донника обусловлены высоким содержанием кумаринов [7], что, по-видимому, объясняет эффективность применения растения в народной медицине при повышенной возбудимости, бессоннице, судорогах, стенокардии и тромбозе коронарных сосудов [5, 6].

Широкий спектр фармакологической активности обусловлен содержанием в этом растении комплекса биологически активных веществ. По данным химических исследований, трава *M. officinalis* содержит фенолкарбоновые кислоты, 0.4–0.9% кумарина, кумаровую и мелилотовую кислоты, дигидрокумарин, дикумарол, мелилотозид, эфирное масло, флавоноиды (глюкозиды кемпферола, кверцетина, лютеолин, цинарозид), полисахариды, белок, сапонины, аллантоин, монотерпеноиды, сесквитерпеноиды, тритерпеновые соединения, аминокислоты, дубильные вещества, витамины С и Е, каротиноиды, жирные кислоты, макро- и микроэлементы (накапливает молибден, селен) [2–5, 8–15].

С целью рационального использования растительного сырья и поиска биологически активных веществ нами проводится систематическое изучение компонентов *M. officinalis,* произрастающего в Узбекистане. Ранее были изучены компонентный состав и антимикробная активность эфирного масла свежего и высушенного растения [16], из спиртового экстракта надземной части были выделены и идентифицированы кумарин, диизооктилфталат и (+)-D-пинитол [17].

Липиды являются обязательным компонентом живых клеток, играют важную роль в составе лекарственных растений, влияя на их фармакологические свойства. Изучение липидов донника целесообразно для расширения сведений о его химическом составе и получения из растительного сырья комплекса биологически активных веществ.

Ранее в семенах *M. officinalis,* произрастающего в Эфиопии, найдено 2.12% нейтральных липидов (НЛ), жирные кислоты (ЖК) которых состояли из 10 компонентов. Среди них идентифицированы редко встречающиеся в растениях изо-пентадекановая 14-СН3-15:0 (22.25%) и изо-нонадекановая 18-СН3-19:0 (1.96%) кислоты (в пересчете на сумму ЖК), а также два изомера олеиновой *транс*-9-18:1 (элаидиновая, 18.16%) и *цис*-9-18:1 (5.0%) и два изомера линолевой *цис-*9, *цис*-12-18:2 (23%) и 18:2 (11.96%) кислот [18].

Сообщалось, что в надземной части донника лекарственного, собранной в фазу цветения в Алтайском крае, содержалось 2.3% НЛ и 2.8% полярных липидов (ПЛ) в сумме с пигментами (в основном группы хлорофилла). При этом в НЛ найдено 9, в ПЛ – 8 ЖК с доминированием пальмитиновой 16:0 (26.7 и 32.6%) и *α*-линоленовой 18:3 (41.75 и 47.4% соответственно)кислот [14].

В хлороформном экстракте надземной части донника лекарственного, произрастающего в Украине, в фазе цветения присутствует 20 ЖК, из них менее 1% составляют кислоты 8:0, 9:0, 10:0, 15:0, 16:1, 15-изо-16:0, 17:0. 21:0, 23:0, 24:0, 26:0, в количестве до 5% найдены кислоты 12:0, 14:0, 18:1, 20:0, 22:0, линоленовой кислоты (18:3) содержится 14,39%, линолевой (18:2) – 9.47%, а доминируют пальмитиновая (16:0, 31.11%) и стеариновая (18:0, 14,39%) кислоты [13].

Цель настоящей работы – исследование состава липидов семян и фенольных соединений надземной части лекарственного растения *M. officinalis*, собранных на территории Наманганской области (перевал Камчик) Республики Узбекистан в период плодоношения (сентябрь, 2021 г.).

## Экспериментальная часть

*Выделение липидов.* Семена донника лекарственного имеют размер 2–2.5 мм длины и 1–2 мм ширины [1], поэтому они трудно отделялись от примеси измельченных воздушно-сухих листьев, и мы их изучали с остатками листовой массы в количестве 4%.

Из воздушно-сухого измельченного сырья в аппарате Сокслета [19] с использованием экстракционного бензина (Ткип. 72–80 °С) выделили НЛ буро-зеленого цвета мазеобразной консистенции. Из НЛ гидролизом 10% раствором КОН в метаноле извлекли неомыляемые вещества темно-желтой окраски и определили их содержание [20]. Содержание каротиноидов в неомыляемых веществах определили фотоэлектрокалориметрическим методом.

Шрот после извлечения НЛ высушивали на воздухе и смесью хлороформа с метанолом (2 : 1) [21] трехкратно экстрагировали из него ПЛ. Объединенный хлороформ-метанольный экстракт обработали 0.04% водным раствором CaCl2 для удаления нелипидных компонентов и высушили безводным сульфатом натрия. После удаления растворителя получили мазеобразный остаток ПЛ буро-зеленого цвета.

Далее ПЛ фракционировали колоночной хроматографией (КХ) на силикагеле на отдельные группы липидов, при этом остатки НЛ элюировали хлороформом и объединили с НЛ, извлеченные бензином. Гликолипиды (ГЛ) вымыли ацетоном, фосфолипиды (ФЛ) – метанолом. После упаривания растворителя ПЛ имели мазеобразную консистенцию, при этом ГЛ имели буро-зеленую, ФЛ – коричневатую окраску. Выход групп липидов установили гравиметрически. Содержание измененных хлорофиллов в НЛ и ГЛ не определяли.

Колоночную и тонкослойную хроматографию липидов проводили на силикагеле марки Chemapol (Чехословакия) с размерами частиц 100/160 и 5/40 меш соответственно при соотношении образец : сорбент 1 : 60 (по весу). В таблице 1 приведены полученные результаты.

Качественный состав компонентов НЛ, ГЛ, ФЛ и неомыляемых веществ установили методом аналитической ТСХ на силикагеле и пластинках Silufol*.* Для разделения НЛ использовали системы растворителей гексан – эфир 8 : 2 и гексан – диэтиловый эфир – уксусная кислота 7 : 3 : 0.1 (v/v). Пятна компонентов НЛ проявляли в парах I2 и опрыскиванием пластинок 50%-ной H2SO4 c последующим нагреванием.

Состав ГЛ установили в системе растворителей хлороформ : ацетон : метанол : уксусная кислота : вода 65 : 20 : 10 : 10 : 3 (v/v). Проявляющий реагент – α-нафтол. Для анализа ФЛ использовали систему растворителей хлороформ : метанол : 25% аммиак 65 : 35 : 5 (v/v). Пятна компонентов ФЛ проявляли реактивами Васьковского и Драгендорфа [19]. Для разделения неомыляемых веществ использовали систему растворителей гексан : эфир 8 : 2 (v/v).

Для установления состава жирных кислот НЛ, ГЛ и ФЛ гидролизовали спиртовым раствором щелочи [22] и выделенные ЖК метилировали свежеприготовленным диазометаном. Метиловые эфиры ЖК анализировали методом ГХ на приборе Agilent 6890 N с пламенно-ионизационным детектором, используя капиллярную колонку 30 м × 0.32 мм с неподвижной фазой HP-5, газ-носитель – гелий, температура 150–270 °С. Идентификацию ЖК проводили путем сравнения времен удерживания пиков с таковыми пиков стандартного образца смеси 37 метиловых эфиров жирных кислот (Supelco® 37 component FAME mix, Sigma-Aldrich, США). Поскольку в использованных условиях ГХ метиловые эфиры *цис*-18:1n9 и 18:3n3 не разделяются, кислоту 18:3n3 идентифицировали методом Ag+-ТСХ на силикагеле с добавкой 30% AgNO3 в бензоле путем сравнения хроматографической подвижности пятна МЭ 18:3n3 с Rf 0,50 с метиловыми эфирами ЖК льняного масла (*α*-18:3 – Rf 0.52). Результаты анализа представлены в таблице 2.

*Выделение фенольных соединений*. Воздушно-сухую измельченную надземную часть *M. officinalis* (4.0 кг), собранную на территории Наманганской области (перевал Камчик) Республики Узбекистан в период цветения (июнь, 2020 г.), пятикратно экстрагировали 75%-ным этиловым спиртом. Объединенный экстракт упаривали на вакуум-ротационном испарителе при температуре 70 °С, выпавший осадок отфильтровали, фильтрат отгоняли в вакууме. Остаток (332 г) фракционировали на колонке с силикагелем (1500 г), промывая колонку последовательно экстракционным бензином, хлороформом и этилацетатом. Фракции собирали по 1000 мл. При отгонке растворителя из объединенной бензиновой фракции выпал осадок 10.32 г кумарина. Далее колонку промывали хлороформом и из отдельных элюатов выделили 1.85 г диизооктилфталата [17]. Из элюатов 4–25 этилацетатной фракции после отгонки растворителя получили 2.6 г смеси веществ, которые рехроматографировали на колонке с силикагелем в градиентной системе хлороформ – метанол (98 : 2 – 92 : 8). Из элюатов 31–39 выделили 0.21 г вещества, которое хроматографировали на сефадексе LH-20 в 80%-ном этаноле. Из отдельных элюатов выделили 14 мг *п*-гидроксибензой кислоты, 21 мг *п*-гидроксикоричной кислоты и 18 мг андросина. Из элюатов этилацетатной фракции выпал осадок белого цвета, который отфильтровали и перекристаллизовали из этанола. Получили 10.38 г (+)-D-пинитола [17].

## Обсуждение результатов

В таблице 1 приведены полученные характеристики липидов *M. officinalis*. Из данных таблицы следует, что содержание НЛ составляет 2.93%, ПЛ – 3.15%, а общих липидов (НЛ, ПЛ) – 6.08%. В НЛ присутствует незначительное количество каротиноидов (96.7 мг%). В ПЛ доминируют гликолипиды с измененными хлорофиллами. По результатам анализа НЛ состояли из триацилглицеридов и свободных жирных кислот (ЖК) (основные компоненты), которым сопутствовали углеводороды, каротиноиды, сложные эфиры фитостеролов и ЖК, тритерпенолы, фитостеролы и измененные хлорофиллы.

Основным компонентом неомыляемых веществ были фитостеролы, кроме этого обнаружили углеводороды, каротиноиды, сложные эфиры фитостеролов с ЖК, алифатические спирты и тритерпенолы. В составе ГЛ были сложные эфиры стерилгликозидов с ЖК, свободные стерилгликозиды, моногалактозил- и дигалактозилдиглицериды. Из ФЛ идентифицировали фосфатидилэтаноламины, фосфатидилхолины и фосфатидилинозиты.

Из данных таблицы 2 следует, что в составе жирных кислот НЛ идентифицировано 12, в ГЛ и ФЛ – по 13 компонентов кислот с существенным преобладанием насыщенных компонентов (сумма от 52.95 до 85.73%), преимущественно пальмитиновой 16:0 кислоты. Высокая суммарная насыщенность ЖК обусловливает мазеобразную консистенцию липидов донника. Изомерных насыщенных ЖК не обнаружено. Из ненасыщенных ЖК в НЛ и ГЛ отмечается высокое содержание суммы олеиновой и линоленовой (18:1n9 +18:3n3) кислот (37.3 и 19.8% соответственно).

Особенностью жирных кислот семян донника лекарственного узбекистанского произрастания является высокое (16.67%) содержание лауриновой 12:0 кислоты в НЛ, которая, хотя и в существенно меньших количествах, присутствует в ГЛ (3.87%) и ФЛ (1.62%).

Среднецепочечная лауриновая кислота обнаруживается в некоторых растительных липидах в пределах 1–4% и редко встречается в бóльших количествах. Так, в семенах *Caragana frutex* L. и *Thermopsis schischkinii* Czefr. (сем. Fabaceae), произрастающих в Республике Башкортостан, кислота 12:0 в количествах более 10% найдена только в свободных ЖК нейтральных липидов *C. frutex* (12.4%) и моноацилглицеридах *Th. schischkinii* (11.2%), однако в других классах липидов указанных растений эта кислота в таких количествах не обнаружена [23].

Эта кислота является характерной кислотой кокосового масла (примерно 50% от массы ЖК). По данным клинических наблюдений, пища, обогащенная кислотой 12:0, оказывается эффективной у пациентов с диабетом первого типа и болезнью Альцгеймера.

Кроме того, среднецепочечные триацилглицериды с 12:0 обладают кардиопротекторной активностью. Из-за высокой активности кокосовое масло официально рекомендовано для использования в качестве пищевого растительного масла [24].

Таким образом, в изученных семенах с примесью листовой массы донника лекарственного, произрастающего в Узбекистане, найдено 6.08% общих липидов мазеобразной консистенции и состоящих из 2.93% нейтральных и 3.15% полярных липидов. В полярных липидах гликолипиды с частью измененных хлорофиллов являлись основной группой (78.4%). В липидах найдено 12–13 компонентов с существенным преобладанием насыщенных жирных кислот (52.95–85.73%). В жирных кислотах нейтральных липидов присутствует почти 17% лауриновой кислоты.

Продолжая исследование компонентов *M. officinalis*, из различных фракций 75%-ного спиртового экстракта надземной части выделили известные индивидуальные соединения 1–3.

Таблица 1. Характеристика липидов семян с остатками листовой массы *Melilotus officinalis*

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Содержание |
| Влага и летучие вещества, % от массы сырья | 8.78 |
| Выход нейтральных липидов (НЛ, масличность) при фактической влажности, % от массы сырья | 2.68 |
| Выход НЛ на абсолютно сухое вещество, % от массы сырья | 2.93 |
| Содержание неомыляемых веществ, % от массы НЛ | 4.4 |
| Содержание каротиноидов в НЛ, мг% | 96.7 |
| Содержание каротиноидов в неомыляемых веществах, мг% | 118.45 |
| Полярные липиды (ПЛ), % от массы сырья, в том числе: | 3.15 |
| гликолипиды, измененные хлорофиллы | 2.47 |
| фосфолипиды | 0.66 |

Таблица 2. Состав жирных кислот нейтральных липидов, гликолипидов и фосфолипидов семян с остатками листовой массы *Melilotus officinalis,* ГХ, % от массы кислот

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Жирная кислота | НЛ | ГЛ | ФЛ |
| 10:0 | 2.26 | 0.82 | 0.25 |
| 12:0 | 16.67 | 3.87 | 1.62 |
| 14:0 | 5.99 | 3.48 | 2.47 |
| 15:0 | 0.51 | 0.90 | 0.81 |
| 16:1 | 0.96 | 0.17 | 0.87 |
| 16:0 | 23.56 | 44.85 | 64.61 |
| 17:0 | Сл. | 0.99 | 0.93 |
| 18:2n6 | 8.79 | 8.38 | 3.34 |
| 18:1n9 +18:3n3 | 37.30 | 19.80 | 10.06 |
| 18:0 | 2.50 | 10.80 | 11.67 |
| 20:1n11 | – | 0.25 | – |
| 20:0 | 0.92 | 2.76 | 1.33 |
| 22:0 | 0.54 | 2.93 | 1.09 |
| 24:0 | – | – | 0.95 |
| ∑насыщенных ЖК | 52.95 | 71.40 | 85.73 |
| ∑ненасыщенных ЖК | 47.05 | 28.60 | 14.27 |

**Соединение 1** представляет собой белый порошок. УФ-спектр (MeOH): λmax 206, 254 нм; 1Н-ЯМР (600 MГц, СD3OD, δ, м.д., J/Гц): 7.87 (2H, дд, J=8.4 и 1.8 Гц, H-2,6), 6.81 (2H, дд, J=8.4 и 1.8 Гц, H-3,5), 13C ЯМР (150 MГц, CD3OD, δ, м.д.): 170.4 (СООН), 161.9 (С-4), 131.6 (С-2,6), 121.9 (С-1), 114.7 (С-3,5). На основании изучения спектральных данных соединение 1 идентифицировали с п-гидроксибензойной кислотой [25]. Ранее из надземной части *M. оfficinalis,* произрастающего в Китае, были выделены триозиды и биозиды *п-*гидроксибензойной кислоты [8].

**Соединение 2** представляет собой вещество с Тпл. 210–212 °C. Спектр ЯМР 1Н (600 MГц, СD3OD, δ, м.д., J/Гц): 7.51 (1H, д, J=15.9, Н-7), 7.37 (2H, д, J=8.6, H-2,6), 6.74 (2H, д, J=8.6, H-3,5), 6.23 (1H, д, J=15.9, Н-8). Спектр ЯМР 13C (150 MГц, CD3OD, δ, м.д.): 171.33 (С-9), 160.99 (С-4), 146.05 (С-7), 130.96 (С-2,6), 127.41 (С-1), 116.78 (С-3,5), 116.46 (С-8). На основании изучения спектров 1Н, 13С ЯМР, HSQC и HMBC соединение **2** идентифицировали с *п*-гидроксикоричной кислотой [25].

**Соединение 3.** УФ-спектр (этанол): λmax 274, 309 нм; Спектр ЯМР 1Н (400 MГц, СD3OD, δ, м.д., J/Гц): δ 7.64 (1H, дд, J=8.5, 2.0, H-6), 7.58 (1H, д, J=2.0, H-2), 7.23 (1H, д, J=8.5, H-5), 5.04 (1H, д, J=7.1, H-1′), 3.91 (3H, с, 2-OCH3), 3.89 (1H, дд, J=12.1, 2.1, H-6′b), 3.69 (1H, дд, J=12.1, 5.5 Гц H-6′a), 3.53 (1H, дд J=9.2, 7.5, H-2'), 3.48 (1H, дд, J=9.2, 8.5, H-3'), 3.47 (1H, ддд, J=9.6, 5.1, 2.1, H-5'), 3.40 (1H, дд, J=9.5, 8.7, H-4'), 2.57 (3H, с, COCH3). Спектр ЯМР 13C (100 MГц, CD3OD, δ, м.д.): 132.92 (C-1), 112.41 (C-2), 150.63 (C-3), 152.49 (C-4), 116.15 (C-5), 124.43 (C-6), 199.38 (C-7), 26.40 (C-8), 56.62 (2-OCH3), 101.83 (C-1′), 74.72 (C-2′), 77.86 (C-3′), 71.22 (C-4′), 78.36 (C-5′), 62.43 (C-6′). На основании изучения спектров 1Н, 13С ЯМР, HSQC и HMBC соединение **3** идентифицировали с андросином (4-O-β-D-глюкопиранозил-aцетованиллоном) [26]. Кислотный гидролиз вещества привел к образованию D-глюкозы.



Соединения 1 и 3 из *M. оfficinalis* выделены впервые. *п*-Гидроксибензойная и *п*-гидроксикоричная кислоты обладают антимикробным действием [25], андросин – противоастматическим свойством и предотвращает бронхиальную обструкцию у морских свинок [26, 27].

## Выводы

1. B резyльтaтe иccлeдoвaний впервые ycтaнoвлeнo, что в семенах с примесью листовой массы дoнникa лeкapcтвeннoгo, произрастающего в Узбекистане, содержится 2.93% нейтральных и 3.15% полярных липидов. В нейтральных липидах присутствует 96.7 мг% каротиноидов, в полярных липидах доминируют гликолипиды.

2. Компонентный состав нейтральных липидов, глико- и фосфолипидов семян донника характерен для липидов семян высших растений.

3. Методом ГХ в липидах донника лекарственного найдено 12–13 ЖК с существенным преобладанием суммы насыщенных жирных кислот (от 52.95 до 85.73%). В нейтральных липидах отмечается высокое содержание (16.67%) среднецепочечной лауриновой кислоты 12:0. В полярных липидах доминирует пальмитиновая кислота (44.85%, 64.61%), при этом только в фосфолипидах обнаружена минорная лигноцериновая кислота 24:0.

4. Из различных фракций 75%-ного спиртового экстракта надземной части выделены и идентифицированы п-гидроксибензойная и п-гидроксикоричная кислоты, а также андросин.

## Список литературы

1. Флора Узбекистана. Ташкент, 1955. Т. III. 436 с.
2. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Hydrangeaceae – Haloragaceae.* Л., 1987. С. 160–161.
3. Халматов Х.Х., Харламов И.А., Алимбаева П.К., Каррыев М.О., Хаитов И.Х. Основные лекарственные растения Средней Азии. Ташкент, 1984. С. 60–61.
4. Куркин В.А. Фармакогнозия. Самара, 2007. C. 182–183.
5. Al-Snafi A.E. Chemical Constituents and Pharmacological Effects of *Melilotus оfficinalis* – A Review // IOSR Journal of Pharmacy. 2020. Vol. 10. N1. Pp. 26–36.
6. Патент №2223110 (РФ). Противоишемический растительный препарат мелилотин и способ его получения / Б.К. Котовский, Е.И. Саканян, Е.Е. Лесновская, Л.В. Пастушенков, Н.Ю. Фролова, О.М. Локтева, С.Л. Петрова, Н.В. Марченко. – 2004.
7. Путырский И.Н., Прохоров В.Н. Универсальная энциклопедия лекарственных растений. М., 2000. С. 121–122
8. Liu Y.T., Gong P.H., Xiao F.Q., Shao S., Zhao D.Q., Yan M.M., Yang X.W. Chemical constituents and antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumor activities of *Melilotus officinalis* (Linn.) Pall. // Molecules. 2018. Vol. 23. N2. P. 271. DOI: 10.3390/molecules23020271.
9. Anwer M.S., Mohtasheem M., Azhar I., Hasan M., Bano H. Chemical constituents from *Melilotus officinalis* // J. Basic App. Sci. 2008. Vol. 4. N2. Pp. 89–94.
10. Муллажонова М.Т. Фармакогностическое изучение донника лекарственного, произрастающего в Узбекистане: автореф. дисс. ... канд. фарм. наук. Ташкент, 2007. 23 с.
11. Бубенчикова В.Н., Дроздова И.Л. Изучение состава фенольных соединений донника лекарственного методом ВЭЖХ // Химико-фармацевтический журнал. 2004. Т. 38. №4. С. 24–25. DOI: 10.30906/0023-1134-2004-38-4-24-25.
12. Kovalev A.M., Grud′ko I.V., Aleksandrov A.N., Komissarenko A.N. GC/MS study of the chloroform fraction of *Melilotus officinalis* // Chem. Nat. Compd. 2009. Vol. 45. N4. Рр. 585–586. DOI: 10.1007/s10600-009-9374-2.
13. Грудько І.В. Фармакогностичне дослідження виді в роду *Melilotus* L. флори України: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Харків, 2013. 20 с.
14. Федосеева Л.М., Харлампович Т.А. Изучение липидного состава надземной части донника лекарственниго (*Melilotus officinalis* L.), произрастающего в Алтайском крае // Химия растительного сырья. 2011. №4. С. 213–218.
15. Федосеева Л.М., Харлампович Т.А. Изучение некоторых водорастворимых соединений донника лекарственного травы (*Melilotus officinalis* L.) // Химия растительного сырья. 2013. №2. С. 153–157.
16. Усманова Н.К., Бобакулов Х.М., Каримов А.М., Сасмаков С.А., Ботиров Э.Х., Азимова Ш.С., Абдуллаев Н.Д. Компонентный состав и антимикробная активность эфирного масла *Melilotus оfficinalis* (L.) Pall, произрастающего в Узбекистане // Химия растительного сырья. 2022. №1. С. 161–168. DOI: 10.14258/jcprm.20220110514.
17. Усманова Н., Эрматов Р., Каримов А., Ботиров Э. Химические компоненты лекарственного растения *Melilotus officinalis* (L.) Pall. // Вестник НУУз. Естественные науки. 2022. №3/1. С. 328–330.
18. Sisay M.A., Mammo W., Yaya E.E. Phytochemical studies of M*elilotus officinalis //* Bull. Chem. Soc. Ethiop. 2021. Vol. 35(1). Рр. 141–150.
19. Ibotov S.K., Yuldasheva N.K., Mukarramov N.I., Zakirova R.P., Gusakova S.D. Composition and Antifungal Activity of Lipids from Seeds of *Atriplex tatarica* // Chem. Nat. Compd. 2022. Vol. 58. Рр. 728–731. DOI: 10.1007/s10600-022-03778-8.
20. Ibotov S.K., Yuldasheva N.K., Mukarramov N.I., Zakirova R.P., Kurbanova E.R., Gusakova S.D. Lipids of *Amaranthus retroflexus* and their Biological Activity // Chem. Nat. Compd. 2021. Vol. 57. Рр. 620–626. DOI: 10.1007/s10600-021-03436-5.
21. Kates M. Techniques of Lipidology: Isolation, Analysis and Identification of Lipids. North-Holland Publishing Company, 1972. 342 p.
22. Yuldasheva N.K., Ibotov Sh.Kh., Zakirova R.P., Kurbanova E.R., Gusakova S.D. Chemical characteristics and biological activity of lipids from C*henopodium album* seeds // Chem. Nat. Compd. 2021. Vol. 57. N3. Pр. 412–415. DOI: 10.1007/s10600-021-03376-0.
23. Юнусова С.Г., Федоров Н.И., Юнусов М.С., Мулагулов Р.Ю. Липиды семян некоторых видов растений сем. *Fabaceae* //Химия растительного сырья. 2015. №3. С. 83–89. DOI: 10.14258/jcprm.201503526.
24. Титов В.Н., Иванов Г.А., Антонов А.М. Лауриновая жирная кислота, среднецепочечные триглицериды, позитивное действие при синдроме резистентности к инсулину, дегенеративной патологии нейронов, атеросклерозе и атероматозе // Клиническая лабораторная диагностика. 2019. Т. 64(2). С. 68–77.
25. Cho J.-Y., Moon J.-H., Seong K.-Y., Park K.-H. Antimicrobial activity of 4-hydroxybenzoic acid and trans 4-hydroxycinnamic acid isolated and identiﬁed from rice hull // Biosci. Biotechnol. Biochem. 1998. Vol. 62. Pp. 2273–2276.
26. Amin H.I.M., Hussain F.H.S., Najmaldin S.K., Thu Z.M., Ibrahim M.F., Gilardoni G., Vidari G. Phytochemistry and Biological Activities of Iris Species Growing in Iraqi Kurdistan and Phenolic Constituents of the Traditional Plant *Iris postii* // Molecules. 2021. Vol. 26. P. 264. DOI: 10.3390/molecules26020264.
27. Dorsch W., Stuppner H., Wagner H., Gropp M., Demoulin S., Ring J. Acetophenones: Highly Active Antiasthmatic Compounds of Plant Origin // Int Arch Allergy Appl Immunol.1991. Vol. 95. Pp. 128–133

Поступила в редакцию 18 мая 2022 г.

После переработки 23 ноября 2022 г.

Принята к публикации 23 ноября 2022 г.

**Для цитирования:** Усманова Н.К., Юлдашева Н.К., Гусакова С.Д., Ботиров Э.Х. Исследование липидов и фенольных соединений *Melilotus officinalis* (L.) Pall, произрастающего в Узбекистане // Химия растительного сырья. 2023. №1. С. 199–206. DOI: 10.14258/jcprm.20230111377.

*Usmanova N.K.1[[2]](#footnote-2)\*, Yuldasheva N.K.2, Gusakova S.D.2, Botirov E.Kh.2* STUDY OF LIPIDS AND PHENOL COMPOUNDS OF *MELILOTUS OFFICINALIS* (L.) PALL, GROWING IN UZBEKISTAN

1 Namangan State University, Uychinskaya st., 316, Namangan, 160100 (Uzbekistan), e-mail: nargiza\_unq@mail.ru

2 Institute of Chemistry of Plant Substances, AS RUz, ul. Mirzo Ulugbeka, 77, Tashkent, 700170 (Uzbekistan)

Lipids and phenolic compounds of seeds with an admixture of the leaf mass of *Melilotus officinalis* (L.) Pall, *Fabaceae* family, have been studied. It was found that the content of neutral lipids (NL) in seeds is 2.93%, polar lipids (PL) – 3.15%. triacylglycerides and free fatty acids (LC) dominate in NL, which are accompanied by hydrocarbons, carotenoids, esters of phytosterols with LC, triterpenols, phytosterols and modified chlorophylls. Phytosterols were the main component of unsaponifiable substances isolated from NL, and hydrocarbons, carotenoids, phytosterols, aliphatic alcohols and triterpenols were also found. Glycolipids (GL), consisting of esters of sterylglycosides, sterylglycosides, monohalactosyl- and digalactosyldiglycerides, predominate in PL. Phospholipids (FL) include phosphatidylethanolamines, phosphatidylcholines, and phosphatidylinosites.

Twelve components were identified in the composition of fatty acids (LC) of NL, in GL and FL – 13 components with a significant predominance of saturated fatty acids (52.95–85.73%), mainly palmitic 16:0. A feature of fatty acids of NL is the high (16.67%) content of lauric 12:0 acid, which is also present in GL (3.87%), and in FL (1.62%).

Three individual phenolic compounds were isolated from various fractions of the 75% alcohol extract of the aboveground part, which, based on the study of spectral data, were identified with p-hydroxybenzoic, p-hydroxycoric acids and androsin.

*Keywords:* *Melilotus officinalis*, neutral and polar lipids, fatty acids, p-hydroxybenzoic and p-hydroxycoric acids, androsin.

References

1. *Flora Uzbekistana*. [Flora of Uzbekistan]. Tashkent, 1955, vol. III, 436 p. (in Russ.)
2. *Rastitel'nyye resursy SSSR: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye. Semeystva Hydrangeaceae – Haloragaceae*. [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use. Families *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae*]*.* Leningrad, 1987, pp. 160–161. (in Russ.)
3. Khalmatov Kh.Kh., Kharlamov I.A., Alimbayeva P.K., Karryyev M.O., Khaitov I.Kh. *Osnovnyye lekarstvennyye rasteniya Sredney Azii*. [The main medicinal plants of Central Asia]. Tashkent, 1984, pp. 60–61. (in Russ.)
4. Kurkin V.A. *Farmakognoziya.* [Pharmacognosy]. Samara, 2007, pp. 182–183.
5. Al-Snafi A.E. *IOSR Journal of Pharmacy*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 26–36.
6. Patent 2223110 (RU). 2004. (in Russ.)
7. Putyrskiy I.N., Prokhorov V.N. *Universal'naya entsiklopediya lekarstvennykh rasteniy*. [Universal Encyclopedia of Medicinal Plants]. Moscow, 2000, pp. 121–122. (in Russ.)
8. Liu Y.T., Gong P.H., Xiao F.Q., Shao S., Zhao D.Q., Yan M.M., Yang X.W. *Molecules*, 2018, vol. 23, no. 2, p. 271. DOI: 10.3390/molecules23020271.
9. Anwer M.S., Mohtasheem M., Azhar I., Hasan M., Bano H. *J. Basic App. Sci*., 2008, vol. 4, no. 2, pp. 89–94.
10. Mullazhonova M.T. *Farmakognosticheskoye izucheniye donnika lekarstvennogo, proizrastayushchego v Uzbekistane: avtoref. diss. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of sweet clover growing in Uzbekistan: author. diss. ... cand. farm. Sciences]. Tashkent, 2007, 23 p. (in Russ.)
11. Bubenchikova V.N., Drozdova I.L. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2004, vol. 38, no. 4, pp. 24–25. DOI: 10.30906/0023-1134-2004-38-4-24-25. (in Russ.)
12. Kovalev A.M., Grud′ko I.V., Aleksandrov A.N., Komissarenko A.N. *Chem. Nat. Compd*., 2009, vol. 45, no. 4, pр. 585–586. DOI: 10.1007/s10600-009-9374-2.
13. Grudko I.V*. Farmakohnostychne doslidzhennya vydi v rodu Melilotus L. flory Ukrayiny: avtoref. dys. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of species in the genus *Melilotus* L. of the flora of Ukraine: autoref. thesis ... candidate Pharm. of science]. Kharkov, 2013, 20 p. (in Ukr.)
14. Fedoseeva L.M., Kharlampovych T.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2011, no.4, pp. 213–218. (in Russ.)
15. Fedoseeva L.M., Kharlampovych T.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2013, no. 2, pp. 153–157. (in Russ.)
16. Usmanova N.K., Bobakulov Kh.M., Karimov A.M., Sasmakov S.A., Botirov E.Kh., Azimova Sh.S., Abdullaev N.D. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 1, pp. 161–168. DOI: 10.14258/jcprm.20220110514. (in Russ.)
17. Usmanova N., Ermatov R., Karimov A., Botirov E. *Vestnik NUUz. Yestestvennyye nauki*, 2022, no. 3/1, pp. 328–330. (in Russ.)
18. Sisay M.A., Mammo W., Yaya E.E. *Bull. Chem. Soc. Ethiop*., 2021, vol. 35(1), pр. 141–150.
19. Ibotov S.K., Yuldasheva N.K., Mukarramov N.I., Zakirova R.P., Gusakova S.D. *Chem. Nat. Compd*., 2022, vol. 58, pр. 728–731. DOI: 10.1007/s10600-022-03778-8.
20. Ibotov S.K., Yuldasheva N.K., Mukarramov N.I., Zakirova R.P., Kurbanova E.R., Gusakova S.D. *Chem. Nat. Compd*., 2021, vol. 57, pр. 620–626. DOI: 10.1007/s10600-021-03436-5.
21. Kates M. *Techniques of Lipidology: Isolation, Analysis and Identification of Lipids*. North-Holland Publishing Company, 1972, 342 p.
22. Yuldasheva N.K., Ibotov Sh.Kh., Zakirova R.P., Kurbanova E.R., Gusakova S.D. *Chem. Nat. Compd*., 2021, vol. 57, no. 3, pр. 412–415. DOI: 10.1007/s10600-021-03376-0.
23. Yunusova S.G., Fedorov N.I., Yunusov M.S., Mulagulov R.Yu. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2015, no. 3, pp. 83–89. DOI: 10.14258/jcprm.201503526. (in Russ.)
24. Titov V.N., Ivanov G.A., Antonov A.M. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2019, vol. 64(2), pp. 68–77. (in Russ.)
25. Cho J.-Y., Moon J.-H., Seong K.-Y., Park K.-H. *Biosci. Biotechnol. Biochem*., 1998, vol. 62, pp. 2273–2276.
26. Amin H.I.M., Hussain F.H.S., Najmaldin S.K., Thu Z.M., Ibrahim M.F., Gilardoni G., Vidari G. *Molecules*, 2021, vol. 26, p. 264. DOI: 10.3390/molecules26020264.
27. Dorsch W., Stuppner H., Wagner H., Gropp M., Demoulin S., Ring J. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol*.,1991, vol. 95, pp. 128–133.

Received May 18, 2022

Revised November 23, 2022

Accepted November 23, 2022

**For citing:** Usmanova N.K., Yuldasheva N.K., Gusakova S.D., Botirov E.Kh. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 1, pp. 199–206. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230111377.

1. \* Автор, с которым следует вести переписку. [↑](#footnote-ref-1)
2. \* Corresponding author. [↑](#footnote-ref-2)