

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПЛОДОВ РАПОНТИКУМА САФЛОРОВИДНОГО (*RHAPONTICUM CARTHAMOIDES* (WILLD.) DC)

Е.Ю. Бабаева

к.б.н., доцент, Российский университет дружбы народов;

вед. науч. сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (Москва)

E-mail: babaevaelena@mail.ru

О.М. Савченко

к.б.н., Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (Москва)

E-mail: swamptrat@rambler.ru

Проанализирован выход и компонентный состав липидной фракции плодов рапонтникума сафлоровидного. Отмечено присутствие стероидных соединений, жирорастворимых витаминов и их предшественников в изученном липидном комплексе. Из обезжиренных плодов получены спирторастворимый и гидрофильный экстракты.

Ключевые слова: липидный, спирторастворимый и гидрофильный комплексы, плоды, *Rhaponticum carthamoides*.

Растительные масла и масляные экстракты, содержащие липофильные комплексы биологически активных веществ (БАВ) растений, человечество давно использует в медицинских целях. Основными по содержанию липофильных фракций компонентами являются смеси эфиров глицерина и высших жирных кислот [1]. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) обладают мембранотропным действием и участвуют в процессах клеточного дыхания; они необходимы для здоровья сердечно-сосудистой системы, а также развития и функционирования мозга. Это субстраты ферментов, регулирующих синтез эйкозаноидов, играющих значительную роль в регуляции функций многих систем организма [2, 3]. В липидном комплексе находятся также фитостеролы – полициклические, одноатомные, ненасыщенные спирты. Наиболее известное действие фитостероидов – антихолестеринемическое. Ситостерин подавляет синтез холестерина в надпочечниках и одновременно ингибирует синтез липидов в печени. Имеются сведения об иммуномодулирующей, радиопротекторной и противораковой активности фитостеролов [4]. В липидных комплексах содержатся жирорастворимые витамины. Наиболее биологически активен α -токоферол (витамин Е). Он обладает мембранопротекторным действием [5].

Одним из видов лекарственного растительного сырья (ЛРС) являются корневища с корнями рапонтникума сафлоровидного (*Rhapontici*

carthamoidis rhizomata cum radicibus), из которых получают более чем 100 различных продуктов лекарственного, пищевого, кормового и косметического назначения. Препараты из этого ЛРС применяют в качестве тонизирующего и стимулирующего средства при утомлении как у здоровых людей, так и у больных при астеническом и астенодепрессивных состояниях, длительных интоксикациях, инфекциях, гипотонии, умственных и физических нагрузках. Из корневищ с корнями рапонтникума сафлоровидного производят жидкий экстракт и таблетки Экдистен [6, 7].

Рапонтникум сафлоровидный является эндемичным для Сибири, однако ввиду ограниченности природных запасов это растение введено в культуру [8, 9]. В плодах растений семейства *Asteraceae* в качестве запасных веществ помимо углеводов накапливается жирное масло, которое получают из плодов некоторых растений семейства *Asteraceae* (подсолнечника однолетнего, расторопши пятнистой). Сведений о содержании и компонентном составе липидного комплекса в семянках рапонтникума сафлоровидного в доступной нам литературе не найдено. После обезжиривания в шроте остаются спирторастворимые и гидрофильные вещества. Данные об их содержании и составе также отсутствуют. Следует заметить, что урожайность семян рапонтникума 1,5–2 ц/га, а норма посева

15–20 кг/га. При этом семянки можно получать одновременно с уборкой на сырье в фенологическую фазу окончания вегетации. На посев 1 га новой плантации расходуется примерно 0,1 часть от получаемых с 1 га семянок.

Цель работы – исследование компонентного состава липидного комплекса, полученного из плодов рапонтникума сафлоровидного.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект исследования – семянки рапонтникума сафлоровидного (*Rhaponticum carthamoides* (Willd) DC) семейства *Asteraceae*, собранные в период масового плодоношения на территории опытного севооборота ФГБНУ ВИЛАР (Москва) в 2013–2014 гг.

Наличие липидного комплекса в семянках устанавливали с помощью гистохимической реакции с раствором Судана III [10]. Для обнаружения присутствия некоторых групп БАВ использовали следующие реактивы: 2,5%-ный раствор NaOH; 95%-ный этанол, 5%-ный спиртовой раствор $AlCl_3$.

Липидный комплекс из плодов рапонтникума получали путем экстрагирования хлороформом с температурой кипения 60 °С. Навеску сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 1,0 мм, помещали в колбу и заливали хлороформом марки ЧДА, нагревали с обратным холодильником, охлаждали и фильтровали. Растворитель удаляли на вакуум-ротационном испарителе при нагревании на водяной бане при 40 °С и при остаточном давлении, не превышающем 335 мБар. Содержание липидного комплекса в семянках определяли гравиметрическим методом. Выход липидной фракции рассчитывали в процентах на абсолютно сухое сырье. В шроте после обезжиривания плодов выявляли содержание экстрактивных веществ, последовательно извлекаемых 95%-ным этанолом и водой очищенной. Повторность всех опытов трехкратная. Качественный состав липидного комплекса определяли на газовом хроматографе фирмы «Agilent Technologies» (модель 6850) с масс-селективным детектором «Agilent 5975 С».

Исследуемый липидный комплекс (0,1 мл) помещали в виалу. Градуированной пипеткой добавляли 2 мл хлороформа ЧДА и отстаивали. Полученный хлороформный экстракт исследовали на приборе при следующих условиях: капиллярная колонка HP-35МС – 30 м; начальная температура термостата колонки – 50 °С (выдержка – 0 мин); скорость нагрева до температуры 310 °С – 7 °С/мин

(выдержка – 14 мин); температура инжектора – 245 °С; температура интерфейса – 280 °С; газ-носитель гелий – 2,1 мл/мин; объем пробы – 0,7 мкл. Ввод пробы осуществляли в режиме с делением потока 1:49 (split). Регистрацию ионов проводили в диапазоне масс 35–550 а.е.м. Полученные хроматограммы обрабатывали на химической станции Enhanced Chem Station 1701EA Version E.02.02.1431 фирмы «Agilent Technologies». Регистрацию масс-спектров компонентов хроматограммы выполняли в режиме по полному ионному току. Полученные масс-спектры сравнивали с библиотечными (библиотеки масс-спектров NIST11).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В микропрепарате измельченных плодов рапонтникума сафлоровидного методом микроскопии установлено наличие многочисленных капель масла, которые при добавлении раствора Судана III и подогревании предметного стекла окрашивались в оранжевый цвет. Этот тест указывает на возможность накопления в изучаемых плодах значительного количества жирного масла.

Впервые из плодов рапонтникума получена липидная фракция, представляющая собой подвижную маслянистую прозрачную жидкость светло-желтого цвета. Выход составил $22,3 \pm 0,33\%$. Полученные данные характеризуют плоды рапонтникума как перспективное высокомасличное сырье. Индекс рефракции фракции составил $1,4617 \pm 0,001$. В компонентном составе смеси преобладал трилинолеин. Наличие линолевой кислоты в составе триацилглицерина и индекс рефракции указывают на возможность отнесения жирного масла к полувывсыхающим. Отмечено также наличие витамина E (α -токоферола) (рис. 1).

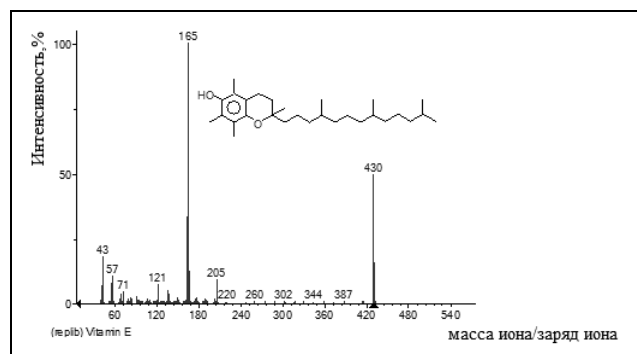


Рис. 1. Масс-спектр витамина E

Изопреноид сквален, присутствующий в липидном комплексе, является предшественником стероидных соединений. Результатом многосту-

пенчатых трансформаций является образование холестерина – простейшего тритерпеноида стероидной структуры [7]. В изучаемом липидном комплексе есть его производное холест-5-ен-3-ол, 24пропилдиен (рис. 2). В растительных организмах из сквалена образуются также фитостеролы. Было отмечено наличие γ -ситостерола – предшественника витамина D (рис. 3).

Важный компонент липидной фракции из плодов рапontiкума – холевая кислота (рис. 4). Она также синтезируется из холестерина и участвует в обмене жиров в организме человека.

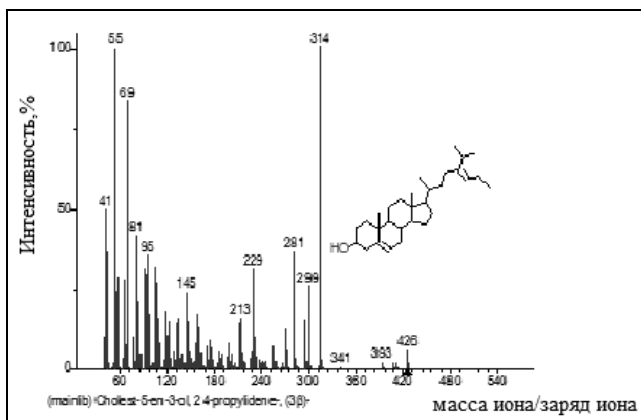


Рис. 2. Масс-спектр холест-5-ен-3-ол, 24пропилдиена

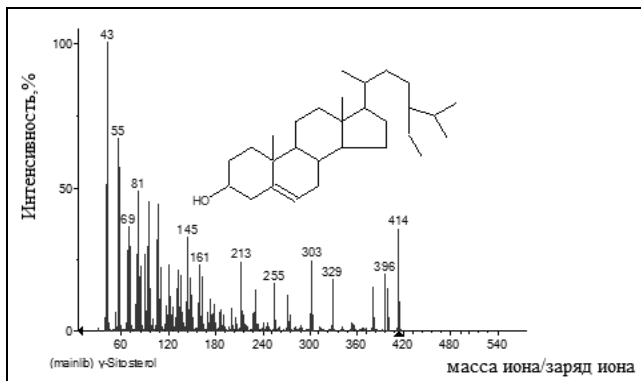


Рис. 3. Масс-спектр γ -ситостерола

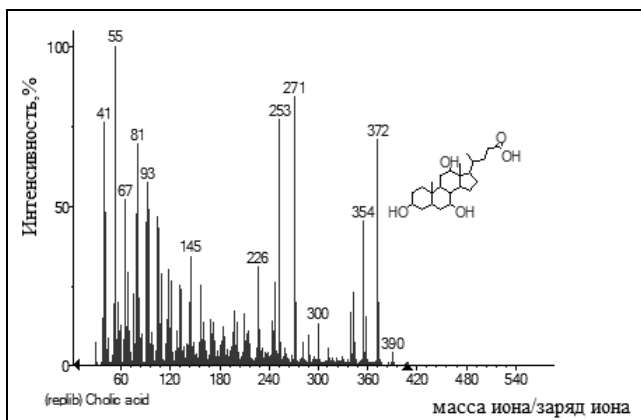


Рис. 4. Масс-спектр холевой кислоты

С целью создания элементов безотходной технологии переработки после получения липидной фракции было проведено исследование веществ, оставшихся в шроте семян рапontiкума. Выход экстрактивных веществ, извлекаемых 95%-ным этанолом из обезжиренных плодов, в пересчете на абсолютно сухое сырье составил $24,70 \pm 0,40\%$. Также было установлено, что в шроте плодов рапontiкума после последовательной обработки двумя растворителями содержится $7,38 \pm 0,06\%$ соединений, растворимых в воде. Качественный анализ показал, что в сумме этих веществ присутствуют флавоноиды и поверхностно активные вещества, не относящиеся, однако, к классу сапонинов, так как при встряхивании пробирки с раствором водного экстракта в течение 1 мин образовывалась пена, обильная, но нестойкая.

ВЫВОДЫ

1. Впервые получен и проанализирован компонентный состав липидного комплекса, полученного из плодов рапontiкума сафлоровидного: его выход составил $22,3 \pm 0,33\%$, в его составе – триацилглицерины с растворенными в них жирорастворимыми витаминами и их предшественниками, а также стероидные соединения. Следовательно, плоды рапontiкума – перспективное высокомасличное сырье.
2. Изучен выход спирторастворимых и гидрофильных веществ из обезжиренного шрота. Они определены в количестве $24,70 \pm 0,40\%$ и $7,38 \pm 0,06\%$ на абсолютно сухое сырье соответственно. Проведено изучение качественного состава экстрактивных веществ, извлекаемых водой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тютюнников Б.Н., Бухштаб З.И., Гладкий Ф.Ф. и др. Химия жиров. М.: Колос. 1992. 448 с.
2. Красильникова Е.И., Сергеева Е.Г., Шлякто Е.В. Полиненасыщенные омега-3 жирные кислоты и их роль в первичной и вторичной профилактике атеросклероза // Российский медицинский журнал. 2006. Т. 14. № 4. С. 234–240.
3. Краснюк И.И., Глинкина А.Е., Тришин А.В. и др. Липиды гороха: состав и биологическая активность // Фармация. 2009. № 1. С. 26–27.
4. Никитюк В.Г., Привалова Э.Г. Фитостеролы как биологически активные вещества природных комплексов. Исследование стероидного комплекса

- препарата «Липохромин» // Провизор. 1999. № 8. С. 35–36.
5. Шиков А.Н., Макаров В.Г., Рыженков В.Е. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. М.: Изд. дом «Русский врач». 2004. 264 с.
 6. Реестр лекарственных средств России. http://www.rlsnet.ru/news_101423.htm
 7. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения. Фармакогнозия / Под ред. Г.П. Яковлева. СПб.: СпецЛит. 2006. 845 с.
 8. Печёнкина Ю.Ю., Волошин В.А. Фотосинтетическая деятельность левзеи сафлоровидной в Предуралье // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 44–46.
 9. Тимофеев Н.П. Биологические основы введения в культуру *Rhaponticum carthamoides* (Willd) в подзоне средней тайги Европейского Севера России: Автореф. дис. ... к.б.н. Сыктывкар. 2000. 27 с.
 10. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Десятков А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: МГУ. 2004. 312 с.

Поступила 12 октября 2016 г.

STUDY OF CHEMICAL COMPOUNDS *RHAPONTICUM CARTAMOIDES* (WILLD.) DC ACHENES

© E.Yu. Babaeva, O.M. Savchenko, 2017

E.Yu. Babaeva

Ph.D. (Biol.), Associate Professor, Peoples Friendship University of Russia;
Senior Research Scientist, All-Russia Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)

O.M. Savchenko

Ph.D. (Biol.), Senior Research Scientist, Agrobiology and Breeding Department,
All-Russia Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)

Content and component composition of the lipid fraction of achenes *Rhaponticum carthamoides* were analyzed. Its content was 22,3±0,33%. Lipid fraction was mobile oily transparent liquid. The color light yellow. The index of refraction was 1,4617±0,001. Trilinolein prevailed in the lipid fraction.

The presence of the steroid compounds were noted: squalene, cholest-5-en-3-ol, 24propildien, γ -sitosterol – a precursor of vitamin D, and cholic acid. Vitamin E was also noted. Content of alcohol-soluble and hydrophilic substances from non-fat meal were produced and studied. Alcohol-soluble substance contained in quantity 24,70±0,40%, hydrophilic substance – 7,38±0,06%. The data are presented in absolutely dry raw materials. The study of qualitative composition of extractives substances extracted with water were carried out. It was noted the presence of flavonoids. *Rhaponticum carthamoides* achenes are perspective oil raw material.

Key words: lipid, alcohol-soluble and hydrophilic complexes, achenes, *Rhaponticum carthamoides*.

REFERENCES

1. Tjutjunnikov B.N., Buhstap Z.I., Gladkij F.F. i dr. Himija zhirov. M.: Kolos. 1992. 448 s.
2. Krasil'nikova E.I., Sergeeva E.G., Shljahto E.V. Polinenasyshhennye omega-3 zhirnye kisloty i ih rol' v pervichnoj i vtorichnoj profilaktike ateroskleroza // Rossijskij medicinskij zhurnal. 2006. T. 14. № 4. S. 234–240.
3. Krasnjuk I.I., Glinkina A.E., Trishin A.V. i dr. Lipidy goroha: sostav i biologicheskaja aktivnost' // Pharmacy. 2009. № 1. S. 26–27.
4. Nikitjuk V.G., Privalova Je.G. Fitosteroly kak biologicheski aktivnye veshhestva prirodnyh kompleksov. Is-sledovanie steroidnogo kompleksa preparata «Lipohromin» // Провизор. 1999. № 8. С. 35–36.
5. Shikov A.N., Makarov V.G., Ryzhenkov V.E. Rastitel'nye masla i masljanye jekstrakty: tehnologija, standartizacija, svojstva. M.: Izd. dom «Russkij vrach». 2004. 264 s.
6. Reestr lekarstvennyh sredstv Rossii. http://www.rlsnet.ru/news_101423.htm
7. Lekarstvennoe syr'e rastitel'nogo i zhivotnogo proishozhdenija. Farmakognozija / Pod red. G.P. Jakovleva. SPb.: SpecLit. 2006. 845 s.
8. Pechjonkina Ju.Ju., Voloshin V.A. Fotosinteticheskaja dejatel'nost' levzei saflorovidnoj v Predural'e / Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2013. № 5. С. 44–46.
9. Timofeev N.P. Biologicheskie osnovy vvedenija v kul'turu *Rhaponticum carthamoides* (Willd) v podzone srednej tajgi Evropejskogo Severa Rossii: Avtoref. dis. ... k.b.n. Syktyvkar. 2000. 27 s.
10. Barykina R.P., Veselova T.D., Devjatov A.G., Dzhaliilova H.H., Il'ina G.M., Chubatova N.V. Spravochnik po botanicheskoi mikrotehnike. Osnovy i metody. M.: MGU. 2004. 312 s.