
ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ *CARICA PAPAYA L.*, КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Вафула М. Арнольд¹, В.В. Вандышев²,
Е.Н. Пакина¹, С.В. Горяинов³

¹Кафедра генетики растениеводства и защиты растений

²Кафедра ботаники, физиологии растений и агробиотехнологии

³Центр коллективного пользования Научно-образовательного центра

Российский университет дружбы народов

ул. Миклухо-Макля, 8/2, Москва, Россия, 117198

В результате изучения различных частей растения *Carica papaya L.* было выявлено, что в корнях растений, выращенных в условиях защищенного грунта в Рязанской области, содержались водорастворимые полисахариды, сапонины, фруктозаны и эфирные масла. Также было установлено, что выделенное эфирное масло состояло в основном из фенил-изотиоцианата и других изотиоцианатов.

Ключевые слова: *Carica papaya L.*, защищенный грунт, бензил изотиоцианат, эфирное масло, инулин, фруктоза.

Ранее нами было изучено содержание жирного масла в 8 образцах семян папайи (*Carica papaya L.*) от растений, культивируемых в разных условиях [2]. Кроме этого, было выявлено и наличие некоторых групп биологически активных веществ (БАВ) (сапонины и полисахариды) в стеблях и листьях папайи, выращиваемой в защищенном грунте.

Как известно, при культивировании папайи необходимо полнее утилизировать все ее органы, образующихся в период вегетации, для получения новых видов продукции, позволяющих снижать себестоимость возделывания растения.

Решение вопросов комплексного использования растений, особенно при их промышленном выращивании, является актуальной задачей. По данным литературы [8; 9], при культивировании папайи утилизации подлежат: сок папайи — как источник фермента папаина, плоды папайи — как фрукт, семена папайи — как источник жирного масла, листья папайи — как компонент некоторых БАД.

Фермент папаин находит широкое применение в медицине, пищевой и кожевенной промышленности [6]. В РФ разрешены для медицинского применения в качестве протеолитических ферментов препараты «лекозим» и «карпазин» [4; 6]. Другие исследования показали, что экстракт из корней папайи обладает слабительным эффектом, а экстракт из плодов — антигипертоническим эффектом [7].

Мякоть зрелых плодов папайи является полезным пищевым продуктом, содержащим витамины, провитамины, макро- и микроэлементы.

Жирное масло семян папайи относится к ценным невысыхающим растительным маслам [2].

Кроме сока, плодов, семян, листьев, стеблей для более полного и комплексного использования метаболома культивируемой папайи представляло интерес исследование наличия БАВ в ее крупных подземных органах.

Цель данной работы. Изучить наличие БАВ, накапливающихся в подземных органах культивируемой *Carica papaya* L.

Объектом исследований для определения наличия групп БАВ объектом явились корневища, боковые и придаточные корни 2-годичного растения, выращенного в закрытом грунте под Рязанью в 2012 г. Подземные органы папайи (рис. 1) в этом возрасте растения представляют собой относительно крупные корневища с отходящими от них многочисленными тонкими боковыми и мелкими придаточными корнями.

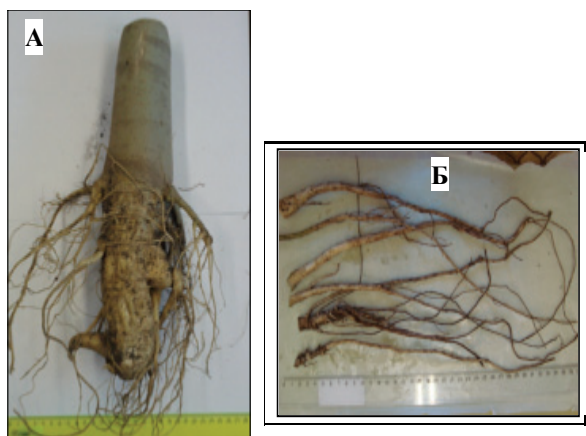


Рис. 1. Внешний вид подземных органов папайи:
А — основание побега с крупным корневищем и корнями;
Б — боковые и придаточные корни, отделенные от корневища

Методы исследования. Для определения наличия групп БАВ в подземных органах папайи была использована следующая методика: около 2,0 г сырья, измельченного до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм, помещали в коническую колбу, прибавляли 40 мл воды (1 : 20) и при слабом кипении на плитке проводили экстракцию в течение 30 минут с обратным холодильником. Затем теплое водное извлечение профильтровали через складчатый бумажный фильтр (красная полоса). Фильтрат после охлаждения при комнатной температуре подвергали анализу на наличие некоторых групп биологически активных веществ. Выявление в водном извлечении из подземных органов групп БАВ проводилось с использованием принятых методик [3].

Обнаружение наличия крахмала проводили по реакции с раствором Люголя. Тест на наличие запасного углевода — инулина (в широком смысле фруктозанов) проводили, помещая тонкий слой порошка сырья на предметное стекло, прибавляя к нему 15% спиртовой раствор тимола, после удаления избытка раствора на влажный порошок сырья наносили каплю концентрированной серной кислоты. Для обнаружения в растворе фенольных соединений проводили реакцию с хлоридом железа (III). Реакция основана на способности фенольных соединений образовывать окрашенные комплексы с катионом Fe^{3+} . Наличие слизи (полисахаридов) устанавливали по реакции образования аморфного осадка после добавления к 1 мл водного извлечения 3 мл спирта этилового 96%.

Наличие флавоноидов определяли, прибавляя к порциям извлечения 2,5% водного раствора натра едкого и 3% раствор алюминия хлорида в спирте. Наличие сапонинов устанавливали с помощью теста пенообразования за счет энергичного встряхивания водного извлечения в пробирке в течение минуты, наблюдая появление обильной и стойкой пены. Определение вероятного типа сапонинов проводили на основании результатов теста пенообразования при установлении щелочной и кислой среды в порциях водного извлечения.

Для определения содержания эфирного масла в подземных органах был использован метод 1 согласно Государственной фармакопеи [1]. Навеска измельченного сырья составила 45,0 г, вместимость конической колбы 1000 мл, объем воды 500 мл, время перегонки масла — 2 часа.

Состав эфирного масла определяли с помощью хромато-масс-спектрометра JMS GCmate II (JEOL, Япония, метод ионизации — ионизация электронами, ИЭ, диапазон измеряемых масс 40—600 Да, скорость регистрации спектров 2 скан/сек. Режим работы хроматографа: температура инжектора 270 °С, начальная температура колонки — 60 °С, выдержка в течение 3 мин, затем подъем температуры со скоростью 10 °С/мин до 290 °С, выдержка в течение 10 минут). Идентификацию соединений в нем проводили с помощью масс-спектральной базы NIST'11. Степень совпадения полученных спектров с представленными в базе составляла не менее 90%. В качестве дополнительного параметра для идентификации привлекали данные об индексах удерживания (ИУ) веществ, которые рассчитывали с помощью программного комплекса AMDIS'32 по калибровке, полученной в результате анализа смеси нормальных углеводов в тех же хроматографических условиях. Содержание компонентов в табл. 1 вычислено по высоте пиков на хроматограмме.

Результаты исследований. Результаты анализов по определению наличия групп БАВ в водном извлечении из подземных органов папайи следует, что, как стебли и листья растения, подземные органы папайи также богаты полисахаридами и сапонины. Судя по предварительным тестам, сапонины представлены гликозидами тритерпеновой группы.

При изучении наличия полисахаридов в подземных органах папайи нами по отрицательной реакции с раствором Люголя было отмечено отсутствие в них крахмала. Известно, что в корнях некоторых растений, в частности, принадлежащих семейству Asteraceae (одуванчик — *Taraxacum*, топинамбур — *Helianthus tuberosus* L., цикорий — *Chorium intybus.*, девясил — *Inula*) и колокольчиковые — букашник гладкий) как запасной углевод накапливается фруктозан — инулин [4].

Фруктозаны с более короткой цепью леваноподобного типа, у которых мономеры (фруктоза) соединены β 2-6-гликозидными связями, а не β 2-1-связями, как в молекуле инулина, также обнаружены в листьях, стеблях и корнях некоторых представителей семейства злаковых — Роасеae [5]. При анализе порошка корневищ и корней папайи с помощью модифицированной реакции Молиша наблюдалось образование красно-оранжевого окрашивания, которое появляется при проведении аналогичной реакции с порошками корней одуванчика лекарственного и корневищ девясила высокого, достоверно содержащих инулин.

При определении содержания эфирного масла было получено небольшое количество (около 0,02% в пересчете на воздушно-сухое сырье) маслянистой жидкости желтоватого цвета, обладающей резким раздражающим запахом. В составе эфирного масла на хроматограмме (рис. 2) было установлено присутствие 6-ти компонентов. Среди них два вещества были идентифицированы как бензилизоцианат (около 0,6%) и бензилизотиоцианат (около 97%).

Из данных табл. 1 следует, что среди соединений, которые перегоняются с водяным паром из изученного образца подземных органов папайи, основным компонентом является бензилизотиоцианат. Это вещество, по данным литературы [7], содержится в семенах папайи и обладает антигельминтным действием.

Таблица 1

Содержание компонентов в эфирном масле подземных органов папайи, культивируемой в закрытом грунте

Время удерживания, мин	Название компонента	Содержание, %
5,23	не идентифицирован	0,36
5,44	не идентифицирован	0,48
6,73	не идентифицирован	0,36
7,15	Benzyl isocyanate	0,58
10,14	Benzyl isothiocyanate	96,89
11,27	не идентифицирован	1,33

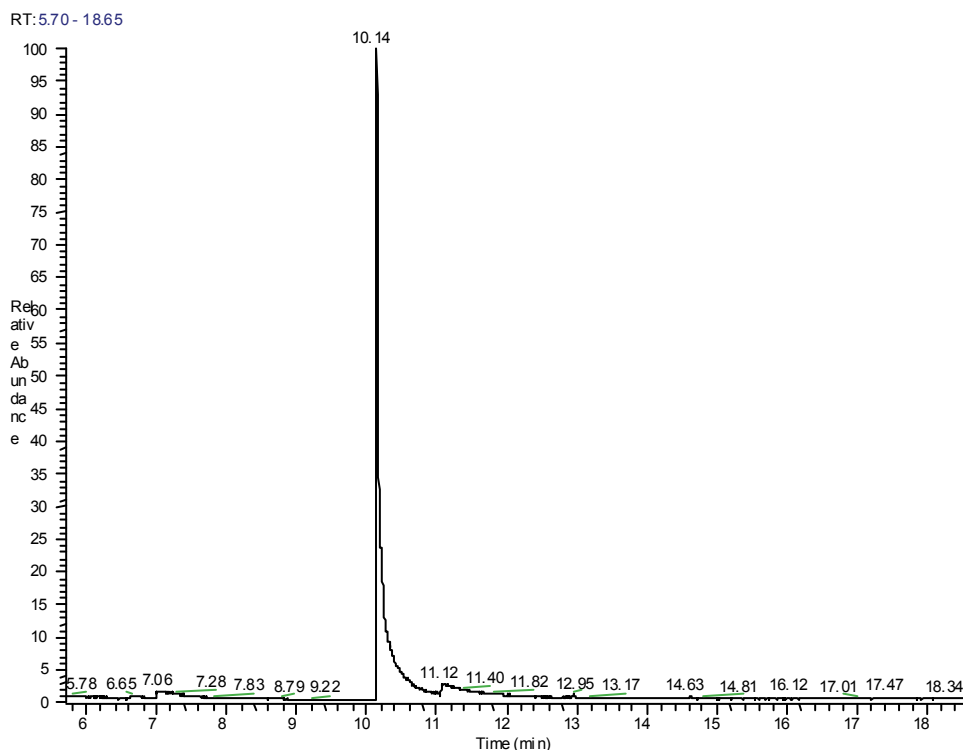


Рис. 2. Хроматограмма эфирного масла из подземных органов папайи по полному ионному току

Выводы

В ходе изучения наличия некоторых групп БАВ в подземных органах папайи, культивируемой в закрытом грунте, установлено, что в них накапливаются сапонины, полисахариды, фруктозаны, а также содержится небольшое количество эфирного масла (около 0,02%), которое на 97% состоит из бензилизотиоцианата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Государственная Фармакопея СССР. XI издание. — Вып. 1. — М.: Медицина, 1987.
- [2] Изучение морфологии и химического состава семян и других органов (*Carica papaya* L.) / Вафула М. Арнольд, Вандышев В.В., Пакина Е.Н., Ходыкина М.В. // Инновационные процессы в АПК: Сборник статей III Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 50-летию образования аграрного факультета РУДН. Москва, 13—15 апреля 2011 г. — М.: РУДН, 2011. — С. 8—10.
- [3] Фитохимический анализ лекарственного растительного сырья: Методические указания к лабораторным занятиям / Под ред. К.Ф. Блиновой. Репринтное издание — СПб.: СПХФА, 1998.
- [4] *Машковский М.Д.* Лекарственные средства. 9-е изд. В 2 т. — М.: Медицина, 1984. — Т. 2. — С. 67—68.
- [5] *Филитцова Г.Г., Смолич И.И.* Основы биохимии растений: Курс лекций. — Мн.: БГУ, 2004.
- [6] Почему растения лечат / М.Я. Ловкова, А.М. Рабинович, С.М. Пономарева и др. — М.: Наука, 1990. — С. 243—244.
- [7] *Ayotunde E.O., Offem B.O., Okey I.B., Ikpi G.U., Ochang S.N., Agbam N.E., Omini D.E.* Toxicity of pawpaw (*Carica papaya*) seed powder to sharptooth catfish *Clarias gariepinus* fingerlings and effects on haematological parameters // *International Journal of Fisheries and Aquaculture*. — July 2010. — Vol. 2(3). — P. 71—78.
- [8] *Matsuura F.C. A.U., Folegatti M.I.D.S., Cardoso R.L., Ferreira D.C.* 2004. Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and Acerola. *Science Agriculture (Piracicaba, Braz)*. 61: 604—608.
- [9] OECD, 2005. Consensus on the biology of papaya (*Carica papaya*). OECD environment, Health, and safety publications. Serves on harmonisation of regulatory oversight in biotechnology No 33. France available online at: <http://appii/aecd.org/olis/2005doc.nsf>.

STUDYING THE COMPOSITION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE UNDERGROUND PARTS OF *CARICA PAPAYA* L., CULTIVATED IN GREEN HOUSE CONDITIONS

Wafula M. Arnold¹, V.V. Vandyshev²,
E.N. Pakina¹, S.V. Goryainov³

¹Department of genetics, plant production and protection

²Department of botany, plant physiology and agricultural biotechnology

³Shared research and educational center

Peoples' Friendship University of Russia

Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

A study of *Carica Papaya* L. organs was carried out and was noted that the roots of *Carica papaya* cultivated in Ryazan under controlled green house conditions contains water-soluble polysaccharides, saponins, fructozanes and essential oils. It has also been established that the essential oil derived consists mainly of phenyl-isothiocyanate and other isothiocyanates.

Key words: *Carica papaya* L., green house, Benzyl isothiocyanate, essential oils, inulin fructozane.

REFERENCES

- [1] Gosudarstvennaja Farmakopeja SSSR. XI izdanie, vyp. 1. M.: Medicina, 1987.
- [2] Izuchenie morfologii i himicheskogo sostava semjan i drugih organov (*Carica papaya* L.) / Vafula M. Arnol'd, Vandyshev V.V., Pakina E.N., Hodykina M.V. // Innovacionnye processy v APK: Sbornik statej III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej, molodyh uchenyh, aspirantov i studentov, posvjashhennoj 50-letiju obrazovanija agrarnogo fakul'teta RUDN. Moskva, 13—15 aprelja 2011 g. — M.: RUDN, 2011. С. 8—10.
- [3] Fitohimicheskij analiz lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja: Metodicheskie ukazanija k laboratornym zanjatijam / Pod red. K.F. Blinovoj. Reprintnoe izdanie. — SPb.: SPHFA, 1998.
- [4] Lekarstvennye sredstva: Mashkovskij M.D. 9-e izd. V 2 tomah. T. 2. — M.: Medicina, 1984. — S. 67—68.
- [5] *Filipcova G.G., Smolich I.I.* Osnovy biohimii rastenij: Kurs lekcij. — Mn.: BGU, 2004.
- [6] Pochemu rastenija lechat / M.Ja. Lovkova, A.M. Rabinovich, S.M. Ponomareva i dr.— M.: Nauka, 1990. S. 243—244.
- [7] *Ayotunde E.O., Offem B.O., Okey I.B., Ikpi G.U., Ochang S.N., Agbam N.E., Omini D.E.* Toxicity of pawpaw (*Carica papaya*) seed powder to sharptooth catfish *Clarias gariepinus* fingerlings and effects on haematological parameters. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, Vol. 2(3), pp. 71—78, July 2010.
- [8] *Matsuura F.C. A.U, Folegatti M.I. D.S, Cardoso R.L. and Ferreira D.C.* 2004. Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and Acerola. *Science Agriculture (Piracicaba, Braz)*. 61: 604—608.
- [9] OECD, 2005. Consensus on the biology of papaya (*Carica papaya*). OECD environment, Health, and safety publications. Serves on harmonisation of regulatory oversight in biotechnology No 33, France available online at: <http://appii/aecd.org/olis/2005doc.nsf>.