

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С И ЙОДА В ПЛОДАХ ЗИЗИФУС *ZYZYPHUS JUJUBA MILL*

Е.В. Фокина 

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт биомедицинских систем и биотехнологий
Высшая школа биотехнологий и пищевых производств, г. Санкт-Петербург, Россия
elizabeth_fox@mail.ru

Аннотация. В данной исследовательской работе проведено изучение содержания витамина С и йода в плодах зизифуса *Zyzyphus jujuba Mill* нового селекционного сорта «Конфетный». Установлено, что данный плод богат биоактивными веществами, проявляющими антиоксидантную, противовоспалительную, противовирусную, антимикробную и прочие активности. Плод этого фрукта является источником каротиноидов, флавоноидов и других биоактивных соединений, перспективных для применения в пищевой, медицинской промышленности. Так же плод богат по содержанию макро- и микроэлементов, таких как витамин С и йод.

На основании анализа имеющихся методов по определению биологически активных веществ были выбраны простые в использовании методы: титриметрический, оптический и хроматографический.

Результаты исследований по определению содержания витамина С и йода в плодах *Zyzyphus jujuba Mill* селекционного сорта «Конфетный» могут быть использованы при разработке рецептурных композиций сладкой консервной продукции для функционального питания.

Ключевые слова: биологические активные вещества; микроэлементы; витамин С; йод; зизифус.

Введение

Фрукты – источник биологически активных веществ. Биологически активные вещества (БАВ) – химические или биологические вещества природного или синтетического происхождения, оказывающие влияние на процессы, протекающие в живом организме [1].

Фрукты как элементы питания являются источником биологически активных веществ. Биологически активные вещества фруктов представлены различными классами химических соединений (полифенолы, витамины и микроэлементы) и обладают антиоксидантными, противовоспалительными, антимикробными, кардиопротекторными и нейропротекторными свойствами [2, 3, 4, 5].

В связи с этим, фрукты являются функциональными продуктами питания. Экстракты из фруктов могут стать основой фармацевтических препаратов для предотвращения и/или лечения некоторых хронических осложнений.

Витамины – это низкомолекулярные органические соединения с различными химическими свойствами, которые ускоряют различные химические реакции, регулируют процессы, которые происходят в живом организме. Для нормальной жизнедеятельности

организма человека потребность в витаминах небольшая, но витамины синтезируются в не большом количестве или не синтезируются совсем. Поэтому они должны поступать в него с пищей [6]. Известно более 30 различных соединений, которые относят к витаминам. Большой интерес представляет витамин С.

Витамин С представляет собой водорастворимый витамин, который присутствует в некоторых продуктах, добавляется в другие и доступен в виде пищевой добавки. Организм человека не способен синтезировать самостоятельно витамин С, поэтому он является важным диетическим компонентом [7].

Витамин С необходим для синтеза коллагена, L-карнитина и некоторых нейромедиаторов; витамин С также участвует в белковом обмене [8, 7]. Коллаген является важным компонентом соединительной ткани, который играет жизненно важную роль в заживлении ран. Витамин С также является важным физиологическим антиоксидантом [9], и было показано, что он регенерирует другие антиоксиданты в организме, включая альфа-токоферол (витамин Е) [10]. Текущие исследования изучают, может ли витамин С, ограничивая разрушительное воздействие свободных радикалов благодаря своей антиоксидантной активности, помочь предотвратить или отсрочить развитие некоторых видов рака, сердечно-сосудистых заболеваний и других заболеваний, причиной которых является окислительный стресс [11]. В дополнение к своим биосинтетическим и антиоксидантным функциям витамин С играет важную роль в иммунной функции [10] и улучшает усвоение негемового железа [12], формы железа, присутствующей в растительных продуктах. Недостаточное потребление витамина С вызывает цингу, которая характеризуется утомляемостью или вялостью, распространенной слабостью соединительной ткани и ломкостью капилляров [8, 10, 7].

Микроэлементы. Немаловажную роль в обмене веществ играют микроэлементы. При этом содержание их в организме человека колеблется в пределах 10^{-3} - 10^{-12} %. Обмен белков, жиров, углеводов, теплообмен, кроветворение и ряд других процессов невозможны без участия микроэлементов [13]. Серьезные заболевания организма могут стать следствием нехватки микроэлементов.

Одним их основных микроэлементов является йод. Он является важным компонентом гормонов щитовидной железы. Заболевания, связанные с йододефицитом, диагностируют у 30 % населения [14]. Проблема дефицита йода остается актуальной как для развивающихся стран, так и промышленно развитых регионов мира [15]. Норма суточного потребления йода определяется возрастом человека и колеблется от 90 до 250 мкг [16].

Решением в борьбе с йододефицитом стало употребление в пищу йодированной соли. При этом до 90 % населения должно употреблять йодированную соль на постоянной основе. Фактически потребление йодированной соли не достигает целевого показателя и составляет порядка 30 % [17]. В связи с этим практически на всей территории России диагностируется йодная эндемия [18]. Отсутствие йода в потребляемой пище, или низкое его содержание, вызывает нарушения в работе щитовидной железы, как у детей, так и у взрослых [19], и является причиной патологий различной степени тяжести (в том числе нарушения умственного и физического развития, гипотиреоз, злокачественные образования щитовидной железы и др.) [20].

Восполнить йододефицит в организме можно введением в рацион продуктов, богатых йодом. В связи с этим, важно оценивать содержание биологически активных веществ и микроэлементов в продуктах и добавления их в пищевой рацион.

Зизифус – растение, которое было окультурено много лет назад и в настоящее время практически неизвестно в дикой природе. Существует две версии происхождения зизифуса. По одной версии, данное растение родом из Китая, откуда и произошло название «китайский финик», по другой – зизифус происходит из Африки. В настоящее время зизифус выращивают в регионах с субтропическим и тропическим климатом: Индия, Ближний Восток, Северная Африка, страны Средиземноморья, а также южный Китай и Япония. Введено в культуру в США, Австралии, Южной Америке.

Плоды зизифуса (*Zyzyphus jujuba* Mill) – излюбленная и здоровая пища, источник биоактивных веществ необходимых для организма человека, в том числе углеводов, белков, пищевых волокон, ненасыщенных жирных кислот, витаминов и минералов [21].

Плоды зизифуса особенно богаты витамином С, который при переработке плодов сохраняется на 60 % [22]. Содержание витамина С отличается у различных сортов и колеблется от 317,0 до 627,3 мг/100 г. Повышенное содержание витамина С отмечается у сортов зизифуса селекции Никитинского ботанического сада, достигая 627,3 мг/100 г.

Методы определения йода в растительном сырье. Предложено много методов определения йода в растительном сырье, но особенности химических свойств йода делает их трудоемкими и сложными. Можно выделить несколько методов для определения йода.

Для определения йода в воде, поваренной соли были разработаны титриметрические методы, которые не требуют специальной аппаратуры и просты в постановке. Многостадийность, необходимость введения нескольких окислителей и восстановителей, а также невысокая чувствительность (10^{-3} - 10^{-4} моль/л) являются недостатками данных методов [23].

Оптические методы более специфичны, используются для определения йода в биологических жидкостях, пищевых продуктах растительного и животного происхождения, в кормах и растениях, например, в картофеле, моркови, яблоках, молоке, морских продуктах, чае, сладостях и др. Они характеризуются довольно высокой чувствительностью и низким пределом обнаружения. Предел обнаружения йода в среднем составляет в фотометрических методах – 10^{-1} мг/л, экстракционно-фотометрических или флуориметрических – 10^{-2} мг/л, спектрофотометрических – 10^{-2} мг/л [24].

Хроматографические методы. Метод газожидкостной хроматографии чувствителен, используется для объектов с малым содержанием йода, предел обнаружения составляет 10^{-3} мг/л. Использование хроматографических методов требует сложно пробоподготовки [25].

Можно отметить еще ряд чувствительных методов определения йода. Однако они требуют сложного оборудования и являются мало доступными [26, 27]. Обширный набор методов количественного анализа йода свидетельствует о поиске учеными эффективных, высокоточных и доступных методов, позволяющих определять йод в различных объектах с целью решения проблемы йододефицита.

Материалы и методы

Основным объектом исследования являлись плоды зизифуса настоящего (*Ziziphus jujuba* Mill), нового сорта «Конфетный» Крымской селекции.

Определение содержания витамина С

Содержания витамина С в экстрактах плодов проводили в соответствии с ГОСТ 24556-89 [28].

Приготовление экстрагирующего раствора:

В качестве экстрагирующего раствора использовали раствор соляной кислоты с массовой долей 2 %.

Приготовление стандартных растворов аскорбиновой кислоты:

Для приготовления раствора аскорбиновой кислоты концентрации 1,0 г/дм³ взвешивали 0,1000 г аскорбиновой кислоты с погрешностью не более 0,0001 г, навеску растворяли в экстрагирующем растворе в мерной колбе вместимостью 100 см³, объем доводили до метки тем же раствором и перемешивали.

Для приготовления раствора с концентрацией 0,1 г/дм³ вносили пипеткой 10 см³ раствора аскорбиновой кислоты с концентрацией 1,0 г/дм³ в мерную колбу вместимостью 100 см³, объем доводили до метки экстрагирующим раствором и перемешивали.

Растворы аскорбиновой кислоты неустойчивы, поэтому их готовили перед проведением испытания.

Приготовление раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия и определение его титра:

Навеску 0,05 г 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия растворяли приблизительно в 150 см³ горячей воды, предварительно прокипяченной в течение 30 мин или содержащей 0,042 г двууглекислого натрия, охлаждали до комнатной температуры, доводили до объема 200 см³ той же охлажденной водой, перемешивали и фильтровали в темную склянку. Раствор хранили в холодильнике не более 10 дней.

Титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия устанавливали по стандартному раствору аскорбиновой кислоты с концентрациями 1,0 и 0,1 г/дм³ в день проведения испытания.

Для этого в две колбы вместимостью 50 или 100 см³, в которые предварительно прибавлено по 9 см³ воды, вносили пипеткой по 1 см³ раствора аскорбиновой кислоты и быстро титровали раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до светло-розовой окраски, не исчезающей в течение 15-20 с.

Одновременно проводили контрольное испытание. Для этого в колбу вместимостью 50 или 100 см³ вносили 1 см³ экстрагирующего раствора, 9 см³ дистиллированной воды и титровали раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия.

Титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия в граммах аскорбиновой кислоты, эквивалентного одному кубическому сантиметру раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, вычисляли по формуле:

$$T = \frac{m}{V_1 - V_2}, \quad (3)$$

где m - масса аскорбиновой кислоты, содержащаяся в 1 см³ стандартного раствора, г;

V_1 - объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на титрование стандартного раствора аскорбиновой кислоты, см³;

V_2 - объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на контрольное испытание, см³

Проведение испытания (экстрагирование и титрование):

Навеску исследуемой пробы от 5 до 50 г гомогенизировали не более 2 мин с небольшим количеством экстрагирующего раствора (не менее 1 см³ раствора на 1 г пробы) и переносили в мерную колбу или цилиндр вместимостью 100 см³, смывая гомогенат небольшими порциями экстрагирующего раствора до тех пор, пока объем не достигнет метки. Содержимое выдерживали в течение 10 мин, перемешивали и фильтровали.

В колбу вместимостью 50 или 100 см³ пипеткой вносили от 1 до 10 см³ экстракта, доводили объем водой до 10 см³ и титровали раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 15-20 с.

Обработка результатов:

Массовую долю аскорбиновой кислоты (X) в процентах вычисляли по формуле:

$$T = \frac{m}{V_1 - V_2} \quad (4)$$

где V₁ - объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на титрование экстракта пробы, см³;

V₂ - объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на контрольное испытание, см³;

T - титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, г/см³;

V₃ - объем экстракта, полученный при экстрагировании витамина С из навески продукта, см³;

V₄ - объем экстракта, используемый для титрования, см³;

m - масса навески продукта, г.

Определение содержания йода

Определение содержания йода проводили по методике выполнения измерений МУ 31–07/04 [29].

Приготовление аттестованных смесей на основе иодид-иона 1000 мг/дм³

1 мл иодид-иона 1000 мг/дм³ разводили в бидистиллированной воде до получения концентраций 100 мг/дм³, 10 мг/дм³, 1 мг/дм³.

Приготовление калия гидроокись 10 %

10 г калия гидроокиси растворяли бидистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 100 см³ и доводили объем раствора до метки бидистиллированной водой.

Приготовление раствора калия хлорид 1M

7,46 г калия хлорида растворяли бидистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 100 см³. Доводили объем до метки бидистиллированной водой.

Приготовление раствора калия перманганат 3 %

3 г калия перманганата растворяли бидистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 100 см³ и доводили объем до метки бидистиллированной водой.

Приготовление раствора цинка сернокислого 10 %

10 г цинка сернокислого растворяли в мерной колбе вместимостью 100 см³ бидистиллированной водой. Доводили объем раствора до метки бидистиллированной водой.

Приготовление фонового раствора

В кварцевый стаканчик добавили 9-11 см³ бидистиллированной воды и 0.5 см³ концентрированной муравьиной кислоты.

Подготовка электродов

- Приготовления хлорсеребряного электрода

Перед работой корпус хлорсеребряного электрода заполняли с помощью дозатора одномолярным раствором калия хлорида. Электрод перезаполняли новым раствором не реже одного раза в неделю.

- Приготовление рабочего электрода

Опускали часть рабочей поверхности электрода в металлическую ртуть. Затем ртуть на электроде растирали фильтровальной бумагой для равномерного ее распределения по всей рабочей поверхности.

Предварительная подготовка проб

Предварительно пробы продуктов тщательно гомогенизировали.

Взвешивали навеску 0,1-0,3 г в кварцевые стаканчики, добавляли 1 см³ раствора калия гидроокиси 10 %, оставляли на 30 мин.

Далее выпаривали в камере выпаривания печи ПДП при температуре 120 °С в течение 50 мин. Затем выдерживали стаканчики в камере озоления печи ПДП 20 мин при 550°С для обугливания образца.

Стаканчики охлаждали, добавляют в них 1 см³ бидистиллированной воды и калия перхлората на кончике лопатки. Хорошо перемешивали и выпаривали в выпаривателе печи ПДП по программе: 120°С – 5 минут, 150°С – 15 минут, 200°С – 5 минут.

Стаканчики помещали в камеру озоления печи ПДП и выдерживали пробу при температуре 550°С 20 мин.

Пробы растворяли в 10 см³ бидистиллированной воды. 1 см³ полученного раствора добавляли к фоновому раствору в кварцевый стаканчик.

Раствор анализировали в вольтамперометрическом анализаторе ТА-Lab, Томьаналит.

Результаты

Витамин С плодов *Ziziphus jujuba Mill.* Для определения содержания витамина С был выбран титриметрический метод.

Для экстрагирования витамина С брали навеску пробы 10 г, гомогенизировали с использованием небольшого количества соляной кислоты 2 %, далее все переносилось в колбу вместимостью 100 мл, добавляя соляную кислоту до метки, выдерживали 10 минут, фильтровали. Полученный экстракт использовался для определения витамина С с использованием титрования 2,6 – дихлорфенолдофенолятом. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание витамина С в субтропических фруктах

Наименование плода	Содержание витамина С, %	Метрологические данные			
		\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	$\Delta\bar{X}, \alpha=0,05$	$\varepsilon, \%$
Зизифус «Конфетный»	0,336	0,336	0,0252	0,020	3,1
Хурма «Никитинская»	0,009	0,0009	0,0001	0,000	7,7
Фейхоа	0,006	0,0006	0,0001	0,000	3,4

Как видно из данных таблицы 1, наибольшее содержание витамина С отмечено для плодов зизифуса. Однако по сравнению с другими сортами зизифуса Крымской селекции (таблица 1), сорт «Конфетный» содержит практически в два раза меньше витамина С. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах хурмы и фейхоа ниже в 30 и 50 раз, соответственно.

Определение и сравнительный анализ содержания йода в разноплодных субтропических фруктах

Содержание йода определяли в плодах хурмы, зизифуса и фейхоа. В работе использовали сорта Крымской селекции: хурма Никитинская, зизифус Конфетный и фейхоа.

Для определения йода вольтамперометрическим методом использовали золу, полученную из мякоти плодов.

Результаты исследования представлены в виде вольтамперограмм (рисунок 1-3).

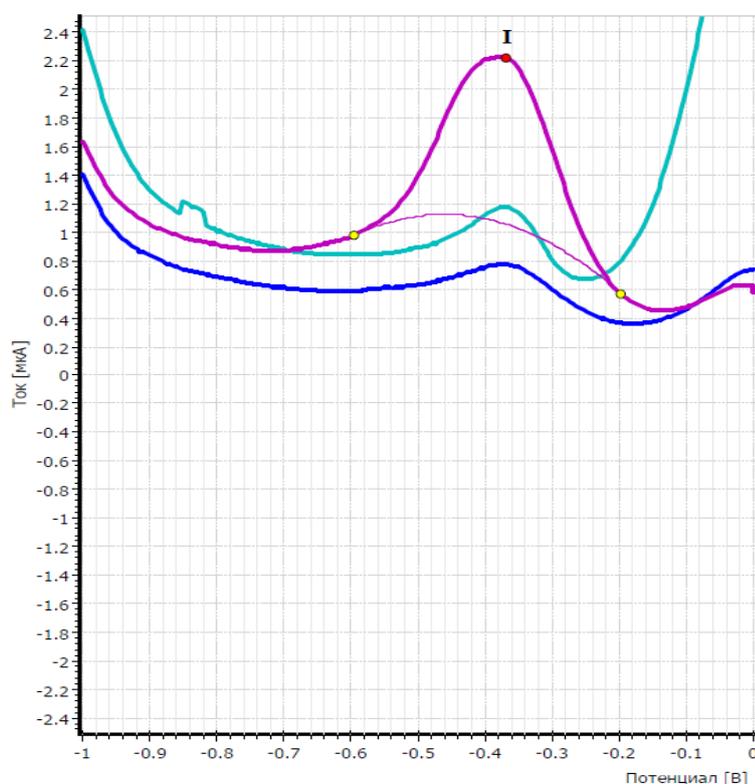


Рисунок 1 – Вольтамперограмма измерения массовой концентрации йода, полученная из золы мякоти зизифуса

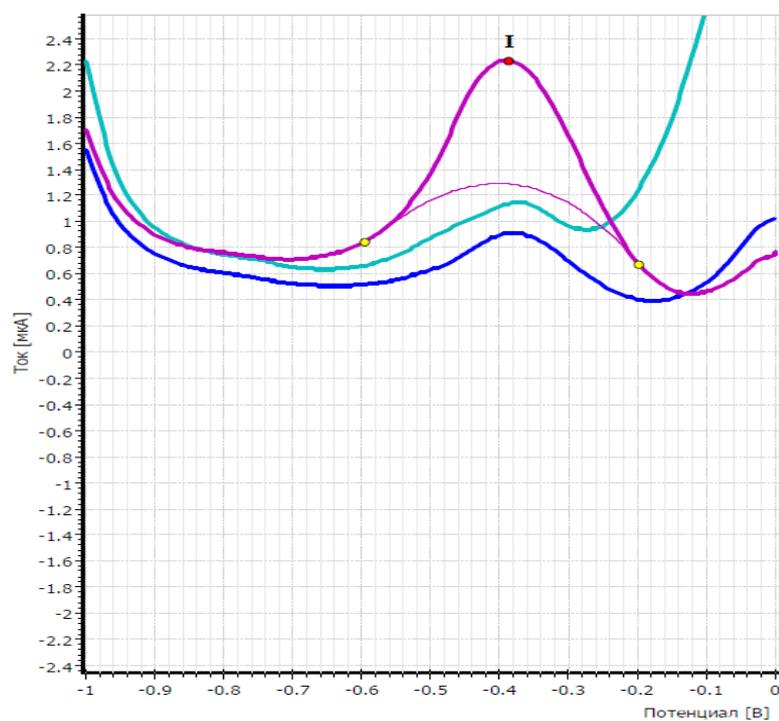


Рисунок 2 - Вольтамперограмма измерения массовой концентрации йода, полученная из золы мякоти фейхоа

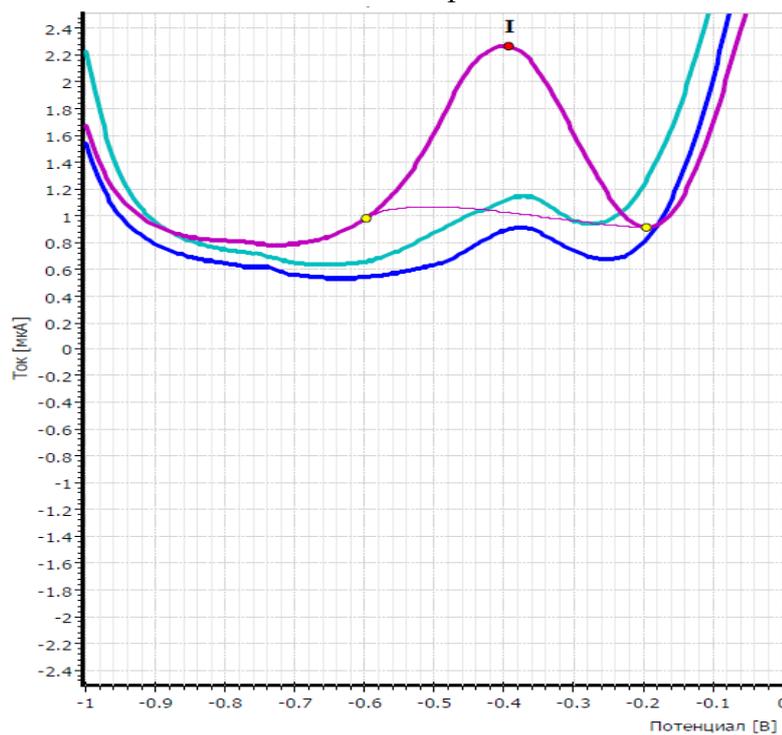


Рисунок 3 - Вольтамперограмма измерения массовой концентрации йода, полученная из золы мякоти хурмы.

После анализа полученных вольтамперограмм было рассчитано содержание йода в мг/кг (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание йода в разноплодных субтропических фруктах

Наименование плода	Содержание йода, мг/кг	Метрологические данные			
		\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	$\Delta\bar{X}, \alpha=0,05$	$\varepsilon, \%$
Зизифус «Конфетный»	0,173±0,002	0,173	0,003	0,002	0,6
Хурма «Никитинская бордовая»	0,229±0,009	0,229	0,015	0,009	2,1
Фейхоа «Никитинская ароматная»	0,350 ±0,016	0,350	0,024	0,016	2,3

Как видно из таблицы 2 наибольшее содержание йода установлено в плодах фейхоа.

В доступной литературе какой-либо информации о содержании йода в плодах зизифуса не было найдено. Результаты наших исследований показали, что в плодах зизифуса йод имеется и накапливается до 0,174 мг/кг.

Обсуждение

На содержание йода в плодах субтропических фруктов влияют условия произрастания. Сименко Е.С. и др. [30] в своих исследованиях установили, что содержание йода в плодах фейхоа колеблется от 0,31 до 1,5 мг/кг. Высокое содержание йода (около 0,3 мг/кг) в плодах фейхоа было установлено Омаровой З.М. [31] и др.

Батуч М.Г. [32] были проведены исследования по определению содержания йода в плодах хурмы сортов «Хачиа», «Зенджи-Мару» и «Хиакум» выращенные в Дагестане, результаты варьировались от 0,181 мг/кг до 0,21 мг/кг. Аналогичные результаты были получены Омаровым М.Д [33], содержание йода в плодах достигало 0,21 мг/кг.

Сравнивая результаты, полученные нами и другими исследователями, можно сказать, что хурма, выращенная крымскими селекционерами, не уступает по свойствам другим сортам.

Полученные нами данные показывают, что хурма, фейхоа и зизифус богаты йодом. Введение в рацион этих плодов позволит восполнить йододефицит у людей, проживающих в регионах с дефицитом содержания йода в продуктах питания.

Заключение

Установлено, что содержание витамина С в *Ziziphus jujuba Mill* сорта «Конфетный» составило 0,336±0,020 %; содержание йода – 0,173±0,002 мг/кг.

Сравнительный анализ определения содержания йода в плодах зизифуса, хурмы и фейхоа Крымской селекции показали, что содержание йода в плодах зизифуса, хурмы и фейхоа составляет 0,174±0,002, 0,230±0,009 и 0,360±0,016 мг/кг, соответственно, что хорошо согласуется с литературными данными.

Литературы

1. Зиганшин А.У. Биологически активное вещество // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал [Электронный ресурс] Режим доступа:

<https://bigenc.ru/c/biologicheskii-aktivnoe-veshchestvo-a85b26/?v=3906611>. – Дата обращения: 02.06.2022

2. Atanasov A.G., Waltenberger B., Pferschy-Wenzig. et al. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review // *Biotechnol. Adv.* – 2015. – Vol. 33. – P. 1582–1614. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.08.001

3. Dias D.A., Urban S., Roessner U. A historical overview of natural products in drug discovery // *Metabolites*. – 2012. – Vol. 2(2). – P. 303-336. doi: 10.3390/metabo2020303.

4. Jablonsky M., Nosalova J., Sládková A. Valorisation of softwood bark through extraction of utilizable chemicals. A review // *Biotechnol. Adv.* – 2017. – Vol. 35. – P. 726-750. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2017.07.007.

5. Lee G, Bae H. Therapeutic Effects of Phytochemicals and Medicinal Herbs on Depression. // *Biomed Res Int.* – 2017. – Vol. 2017. – P. 6596241. doi:10.1155/2017/6596241

6. Новикова Е.В., Балабай Е.С., Берестовая А.А. [и др.]; под общ. ред. Черевко А.И., Михайлов В.М., Павлюк Р.Ю. Энциклопедия питания. Том 5. Биологически активные добавки: справочное издание // Москва: КноРус. – 2022. – С. 380. – ISBN 978-5-406-10221-3. – URL: <https://book.ru/book/944715>. Дата обращения: 21.05.2023.

7. Li Y., Schellhorn H.E. New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C // *J Nutr.* – 2007. – Vol. 137. – P. 2171-2184.

8. Carr A.C., Frei B. Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans // *Am J Clin Nutr.* – 1999. – Vol. 69. – P.1086-1107.

9. Frei B., England L., Ames B.N. Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. // *Proc Natl Acad Sci U S A.* – 1989. – Vol. 86. – P. 6377-6381.

10. Jacob R.A., Sotoudeh G. Vitamin C function and status in chronic disease // *Nutr Clin Care.* – 2002. – Vol. 5. – P. 66-74.

11. Vitamin C: Fact Sheet for Health Professionals. – US National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. Updated: March 26, 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-HealthProfessional/#h1>. (Дата обращения 21 мая 2023 г.)

12. Gershoff S.N. Vitamin C (ascorbic acid): new roles, new requirements? // *Nutr Rev.* – 1993. – Vol. 51. – P. 313-326.

13. Лешкевич В.В. Микроэлементы и здоровье. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.10gkb.by/informatsiya/stati/>. Дата обращения 21 мая 2023 г.

14. Ma Z.F., Skeaff S.A. Assessment of population iodine status // *Iodine Deficiency Disorders and Their Elimination*. Berlin; Heidelberg, Germany: Springer, 2017. – P. 15-28.

15. The Iodine Global Network: 2018 Annual Report. [Электронный ресурс] URL: https://www.ign.org/cm_data/IGN_2018_Annual_Report_5_web.pdf. Дата обращения: 20 мая 2023 г.

16. Cesar J.A., Santos I.S., Black R.E, Chrestani M.A.D. Iodine status of Brazilian school-age children: A national cross-sectional survey // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12. – P. 1077-1092. <https://doi.org/10.3390/nu12041077>

17. Дефицит йода в России. Время принятия решений. Выступление чл.-кор. РАН, проф. Е. А. Трошиной // *Вестник эндокринологии*. – 2020. – № 1. – С. 8-9.

18. Duborska E., Matulova M., Vaculovic T., Matus P., Urik M. Iodine Fractions in Soil and Their Determination // *Forests*. – 2021. – № 12. – P. 1512. <https://doi.org/10.3390/f12111512>

19. Zimmermann M.B., Andersson M. Global perspectives in endocrinology: Coverage of iodized salt programs and iodine status in 2020 // *European Society of Endocrinology* – 2021. – Vol. 185, № 1. – P. 13-21.
20. Xin S., Zhongyan Sh., Weiping T. Effects of increased iodine intake on thyroid disorders // *Endocrinology and Metabolism* – 2014. – Vol. 29, № 3. – P. 240-247. <https://doi.org/10.3803/EnM.2014.29.3.240>
21. Lu Y., Bao T., Mo J., Ni J., Chen W. Research advances in bioactive components and health benefits of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit // *J Zhejiang Univ Sci B*. – 2021 – Vol. 22(6). – P. 431-449. doi: 10.1631/jzus. B2000594.
22. Рихтер А.А., Литвинова Т.В., Синько Л.Т. Зизифус: биология развития растений, хранение и переработка плодов. Методические рекомендации. – Ялта: НБС-ННЦ, 2011. – С. 42.
23. Явич П.А., Кахетелидзе М.Б., Чурадзе Л.И. Методы аналитического определения йода // *Исследования в области естественных наук*. – 2014. – № 1. URL: <https://science.snauka.ru/2014/01/6585> (дата обращения: 31.05.2022).
24. Сергеев Г.М., Шляпунова Е.В., Макеева И.В. Определение йодид-ионов в минеральных водах методом экстракционной редокс-фотометрии // *Аналитика и контроль*. – 2006. – Т. 10, № 1. – С. 49-54.
25. Колотилина Н.К., Долгоносков А.М. Определение йодид-иона в минерализованной природной воде методом изократической ионной хроматографии с кондуктометрическим детектированием // *Сорбционные и хроматографические процессы*. – 2009. – Т. 9, № 5. – С. 610-615.
26. Высокоточный метод первичных отношений для определения йода в сложных матрицах при помощи двойного изотопного разбавления с использованием мультиколлекторной масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и метки йод-129 06.20-19Г.144 // *РЖ 19ГД. Аналитическая химия. Оборудование лабораторий*. – 2006. – № 20.
27. Применение ионселективных электродов для определения йодид-ионов в питьевой и минеральной водах 06.13-19Г.176 // *РЖ 19ГД. Аналитическая химия. Оборудование лабораторий*. – 2006. – № 13.
28. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – Введен 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – С. 11.
29. МУ 31–07/04. Томьаналит. Методика выполнения измерений содержания йода в пищевых продуктах, продовольственном сырье, кормах и продуктах их переработки, лекарственных препаратах, витаминах, БАДах, биологических объектах методом инверсионного вольтамперометрии на анализаторах типа ТА
30. Симоненко Е.С., Симоненко С.В., Золотин А.Ю., Седова А.Е. Исследования экстрактов плодов фейхоа // *МНИЖ*. – 2018. – №11-2 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-ekstraktov-plodov-feyhoa> (дата обращения: 06.03.2023).
31. Омарова З.М., Кулян Р. В. Оценка гибридных форм фейхоа (*Feijoa sellowiana* Berg) по признакам продуктивности и качества плодов // *Новые технологии*. – 2019. – №3. – С. 181-189. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-gibridnyh-form-feyhoa-feijoa-sellowiana-berg-po-priznakam-produktivnosti-i-kachestva-plodov> (дата обращения: 06.04.2023).

32. Гусейнова Б.М. Химический состав плодов хурмы в зависимости от сорта и условий выращивания // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2017. – №144-1 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskiy-sostav-plodov-hurmy-v-zavisimosti-ot-sorta-i-usloviy-vyraschivaniya> (дата обращения: 06.03.2023).

33. Омаров М.Д., Омарова З.М. Биохимический состав плодов хурмы восточной и фейхоа // Аграрная наука: Современные проблемы и перспективы развития: Межд. науч.-практ. конф., Махачкала, 2012. – С. 1070-1074.

References

1. Ziganshin A.U. Biologicheski aktivnoe veshchestvo // Bol'shaya rossijskaya ehnciklopediya: nauchno-obrazovatel'nyj portal [Ehlektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://bigenc.ru/c/biologicheski-aktivnoe-veshchestvo-a85b26/?v=3906611>. – Data obrashcheniya: 02.06.2022

2. Atanasov A.G., Waltenberger B., Pferschy-Wenzig. et al. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review // Biotechnol. Adv. – 2015. – Vol. 33. – P. 1582–1614. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.08.001

3. Dias D.A., Urban S., Roessner U. A historical overview of natural products in drug discovery // Metabolites. – 2012. – Vol. 2(2). – P. 303-336. doi: 10.3390/metabo2020303.

4. Jablonsky M., Nosalova J., Sládková A. Valorisation of softwood bark through extraction of utilizable chemicals. A review // Biotechnol. Adv. – 2017. – Vol. 35. – P. 726-750. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2017.07.007.

5. Lee G, Bae H. Therapeutic Effects of Phytochemicals and Medicinal Herbs on Depression. // Biomed Res Int. – 2017. – Vol. 2017. – 6596241. doi:10.1155/2017/6596241

6. Novikova E.V., Balabaj E.S., Berestovaya A.A. [i dr.]; pod obshch. red. Cherevko A.I., Mikhajlov V.M., Pavlyuk R.YU. Ehnciklopediya pitaniya. Tom 5. Biologicheski aktivnye dobavki: spravocnoe izdanie // Moskva: KnORus. – 2022. – S. 380. – ISBN 978-5-406-10221-3. – URL: <https://book.ru/book/944715>. Data obrashcheniya: 21.05.2023.

7. Li Y., Schellhorn H.E. New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C // J Nutr. – 2007. – Vol. 137. – P. 2171-2184.

8. Carr A.C., Frei B. Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans // Am J Clin Nutr. – 1999. – Vol. 69. – P.1086-1107.

9. Frei B., England L., Ames B.N. Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. // Proc Natl Acad Sci U S A. – 1989. – Vol. 86. – P. 6377-6381.

10. Jacob R.A., Sotoudeh G. Vitamin C function and status in chronic disease // Nutr Clin Care. – 2002. – Vol. 5. – P. 66-74.

11. Vitamin C: Fact Sheet for Health Professionals. – US National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. Updated: March 26, 2021. [Ehlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-HealthProfessional/#h1>. (Data obrashcheniya 21 maya 2023 g.)

12. Gershoff S.N. Vitamin C (ascorbic acid): new roles, new requirements? // Nutr Rev. – 1993. – Vol. 51. – P. 313-326.

13. Leshkevich V.V. Mikroehlementy i zdorov'e. [Ehlektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.10gkb.by/informatsiya/stati/>. Data obrashcheniya 21 maya 2023 g.

14. Ma Z.F., Skeaff S.A. Assessment of population iodine status // Iodine Deficiency Disorders and Their Elimination. Berlin; Heidelberg, Germany: Springer, 2017. – P. 15-28.
15. The Iodine Global Network: 2018 Annual Report. [Elektronnyj resurs] URL: https://www.ign.org/cm_data/IGN_2018_Annual_Report_5_web.pdf. Data obrashcheniya: 20 maya 2023 g
16. Cesar J.A., Santos I.S., Black R.E., Chrestani M.A.D. Iodine status of Brazilian school-age children: A national cross-sectional survey // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12. – P. 1077-1092. <https://doi.org/10.3390/nu12041077>
17. Deficit joda v Rossii. Vremya prinyatiya reshenij. Vystuplenie chl.-kor. RAN, prof. E. A. Troshinoy // *Vestnik ehndokrinologii*. – 2020. – № 1. – С. 8-9.
18. Duborska E., Matulova M., Vaculovic T., Matus P., Urik M. Iodine Fractions in Soil and Their Determination // *Forests*. – 2021. – № 12. – P. 1512. <https://doi.org/10.3390/f12111512>
19. Zimmermann M.B., Andersson M. Global perspectives in endocrinology: Coverage of iodized salt programs and iodine status in 2020 // *European Society of Endocrinology* – 2021. – Vol. 185, № 1. – P. 13-21.
20. Xin S., Zhongyan Sh., Weiping T. Effects of increased iodine intake on thyroid disorders // *Endocrinology and Metabolism* – 2014. – Vol. 29, № 3. – P. 240-247. <https://doi.org/10.3803/EnM.2014.29.3.240>
21. Lu Y., Bao T., Mo J., Ni J., Chen W. Research advances in bioactive components and health benefits of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit // *J Zhejiang Univ Sci B*. – 2021 – Vol. 22(6). – P. 431-449. doi: 10.1631/jzus. B2000594.
22. Rihter A.A., Litvinova T.V., Sin'ko L.T. Zizifus: biologiya razvitiya rastenij, khranenie i pererabotka plodov. Metodicheskie rekomendacii. – Yalta: NBS-NNC, 2011. – S. 42.
23. Yavich P.A., Kakhetelidze M.B., Churadze L.I. Metody analiticheskogo opredeleniya joda // *Issledovaniya v oblasti estestvennykh nauk*. – 2014. – № 1. URL: <https://science.snauka.ru/2014/01/6585> (data obrashcheniya: 31.05.2022).
24. Sergeev G.M., Shlyapunova E.V., Makeeva I.V. Opredelenie jodid- ionov v mineral'nykh vodakh metodom ehkstrakcionnoj redoks-fotometrii // *Analitika i kontrol'*. – 2006. – T. 10, № 1. – S. 49-54.
25. Kolotilina N.K., Dolgonosov A.M. Opredelenie jodid-iona v mineralizovannoj prirodnoj vode metodom izokraticheskoy ionnoj khromatografii s konduktometricheskim detektirovaniem // *Sorbcionnye i khromatograficheskie processy*. – 2009. – T. 9, № 5. – S. 610-615.
26. Vysokotochnyj metod pervichnykh otnoshenij dlya opredeleniya joda v slozhnykh matricakh pri pomoshchi dvojnogo izotopnogo razbavleniya s ispol'zovaniem mul'tikollekcionnoj mass-spektrometrii s induktivno svyazannoj plazmoj i metki jod-129 06.20-19G.144 // RZH 19GD. *Analiticheskaya khimiya. Oborudovanie laboratorij*. – 2006. – № 20.
27. Primenenie ionselektivnykh ehlektrodov dlya opredeleniya jodid-ionov v pit'evoj i mineral'noj vodakh 06.13-19G.176 // RZH 19GD. *Analiticheskaya khimiya. Oborudovanie laboratorij*. – 2006. – № 13.
28. GOST 24556–89. Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya vitamina S. – Vveden 01.01.1990. – M.: Izd-vo standartov, 2003. – S. 11.
29. MU 31–07/04. Tom'analit. Metodika vypolneniya izmerenij sodержaniya joda v pishchevy produktakh, prodovol'stvennom syr'e, kormakh i produktakh ikh pererabotki,

lekarstvennykh preparatakh, vitaminakh, BADakh, biologicheskikh ob"ektakh metodom inversionnogo vol'tamperometrii na analizatorakh tipa TA

30. Simonenko E.S., Simonenko S.V., Zolotin A.YU., Sedova A.E. Issledovaniya ehkstraktov plodov fejkhoa // MNIZH. – 2018. - №11-2 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-ekstraktov-plodov-feyhoa> (data obrashcheniya: 06.03.2023).

31. Omarova Z.M., Kulyan R. V. Ocenka gibridnykh form fejkhoa (Feijoa sellowiana Berg) po priznakam produktivnosti i kachestva plodov // Novye tekhnologii. – 2019. – №3. – С. 181-189. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-gibridnyh-form-feyhoa-feijoa-sellowiana-berg-po-priznaka-m-produktivnosti-i-kachestva-plodov> (data obrashcheniya: 06.04.2023).

32. Gusejnova B.M. Khimicheskij sostav plodov khurmy v zavisimosti ot sorta i uslovij vyrashchivaniya // Biologiya rastenij i sadovodstvo: teoriya, innovacii. – 2017. – №144-1 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskij-sostav-plodov-hurmy-v-zavisimosti-ot-sorta-i-usloviy-vyrashchivaniya> (data obrashcheniya: 06.03.2023).

33. Omarov M.D., Omarova Z.M. Biohimicheskij sostav plodov khurmy vostochnoj i fejkhoa // Agrarnaya nauka: Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya: Mezhd. nauch.-prakt. konf., Makhachkala, 2012. – S. 1070-1074.

ZYZYPHUS JUJUBA MILL ЗИЗИФУС ЖЕМИСТЕРІНДЕГІ С ДӘРУМЕНІ МЕН ЙОДТЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Е.В. Фокина 

Ұлы Петр Санкт-Петербург политехникалық университеті

Биомедициналық жүйелер және биотехнологиялар институты

Биотехнология және тамақ өндірісі жоғары мектебі, Санкт-Петербург қ., Ресей

elizabeth_fox@mail.ru

Аннотация. Аталған зерттеу жұмысында жаңа асыл тұқымды «Конфетный» сортының *Zyzyphus jujuba Mill* жемістеріндегі С дәрумені мен йодтың құрамы зерттелді. Бұл жеміс антиоксидантты, қабынуға қарсы, вирусқа қарсы, микробқа қарсы және басқа да белсенділікті көрсететін биоактивті заттарға бай екендігі анықталды. Бұл жемістің жемісі тамақ және медицина өнеркәсібінде қолдануға перспективалы болып табылатын каротиноидтардың, флавоноидтардың және басқа да биоактивті қосылыстардың көзі болып табылады. Жеміс сонымен қатар С дәрумені мен йод сияқты макро- және микроэлементтерге бай.

Биологиялық белсенді заттарды анықтаудың қолда бар әдістерін талдау негізінде қолдануға оңай әдістер таңдалды: титриметриялық, оптикалық және хроматографиялық.

Zyzyphus jujuba Mill жемістеріндегі «Конфетный» асыл тұқымды сортының жемістеріндегі С дәрумені мен йодтың құрамын анықтау бойынша зерттеулердің нәтижелері функционалды тамақтану үшін тәтті консервілердің рецепттік композицияларын әзірлеуде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: биологиялық белсенді заттар; микроэлементтер; С дәрумені; йод; зизифус.

STUDY OF THE CONTENT OF VITAMIN C AND IODINE IN THE FRUITS OF *ZYZYPHUS JUJUBA MILL*

Y.V. Fokina 

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Institute of Biomedical Systems and Biotechnology
Higher School of Biotechnology and Food Production, St. Petersburg, Russia
elizabeth_fox@mail.ru

Abstract. In this research work, the content of vitamin C and iodine in the fruits of the *Zyzyphus jujuba Mill* new selection variety “Candy” was studied. It was found that this fruit is rich in bioactive substances that exhibit antioxidant, anti-inflammatory, antiviral, antimicrobial and other activities. This fruit is a source of carotenoids, flavonoids and other bioactive compounds that are promising for use in the food and medical industries. The fruit is also rich in macro- and microelements, such as vitamin C and iodine.

Based on the analysis of existing methods for determining biologically active substances, easy-to-use methods were selected: titrimetric, optical and chromatographic.

The results of studies on determining the content of vitamin C and iodine in the fruits of *Zyzyphus jujuba Mill* selection variety “Candy” can be used in the development of prescription compositions of sweet canned products for functional nutrition.

Keywords: biologically active substances; microelements; vitamin C; iodine; jujube.