

УДК 634.1: 634.7: 664.014: 664.019

Исследование биологической особенности и химического состава кинкана (*Fortunella Swingle*), прорастающего в Азербайджанской Республике и пути использования его как продукта питания

¹ Лянкяранский Региональный Научный Центр АН Азербайджана

² Азербайджанский Государственный Экономический Университет

³ Лянкяранский Государственный Университет

Ф. А. Кулиев¹, М. М. Баширов¹, С. И. Магеррамова²,
М. А. Магеррамов³

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Кулиев Фарман Агадеде оглы
Адрес: AZ4200, ул. Ш. Ахундов,
город Лянкярань, Азербайджан
E-mail: prof.fquliyev@mail.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:
данные текущего исследования
доступны по запросу
у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кулиев, Ф. А., Баширов, М. М., Магеррамова, С. И., & Магеррамов, М. А. (2022). Исследование биологической особенности и химического состава кинкана (*Fortunella Swingle*), прорастающего в Азербайджанской Республике и пути использования его как продукта питания *Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья*, (3). <https://doi.org/10.36107/spfrp.2022.329>

ПОСТУПИЛА: 16.05.2022

ПРИНЯТА: 20.08.2022

ОПУБЛИКОВАНА: 30.09.2022

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа частично выполнена в рамках грантового проекта Министерства Образования Азербайджанской Республики (№ государственной регистрации 622/21/1108-A3-456/U/A2; Контракт № АОИТИ-2021-07)



АННОТАЦИЯ

Введение. *Fortunella Swingle* (кинкан) — это общее название группы кустовидных деревьев из рода *Fortunella* семейства *Rutaceae*. В связи с отсутствием данных о содержании биологически активных веществ в плодах кинкана, произрастающих в Лянкяранском экономическом регионе, представляет большой интерес определение их химического состава для изучения пути использования его как продукта питания.

Цель. Исследование биологической особенности, химического состава и пищевой ценности кинкана, прорастающего в Азербайджанской Республике и возможности использование его плодов для создания новых видов продуктов питания, таких как варенье, джем, компоты, соки, напитки и т.д.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования выступали плоды кинкана, выращенные за 2018–2021 годы на территории Лянкяранского экономического региона Азербайджанской Республики. Определение содержания сухих веществ и влажности в плодах кинкана проводилось термогравиметрическим методом, определение растворимых сухих веществ — рефрактометрическим методом, определение титруемых кислот (общей кислотности) — методом потенциометрического титрования, определение пектиновых веществ — фотометрическим методом, массовой доли золы — общепринятым весовым методом, определение аскорбиновой кислоты (витамина С) — с помощью высокочувствительной жидкостной хроматографии, определение фенольных веществ проводили спектрофотометрическим способом с использованием Фолина-Чиокальтеу (Folin-Ciocalteu).

Результаты. Исследованные нами виды кинкана, такие как *Fortunella margarita*, *Fortunella japonica* и *Fortunella crassifolia*, по количеству фенольных соединений (от $518,43 \pm 2,37$ до $596,28 \pm 3,17$ мг ЕГК/г), вполне могут конкурировать с такими культурами, как черная смородина, черника, гранат, барбарис и т.д. Полученные результаты показывают, что основные показатели химического состава кинкана зависят от их вида.

Выводы. Комплексная оценка полезных свойств плодов кинкана, составляющих биологическую и пищевую ценность, свидетельствует об их безусловной пригодности как для непосредственного использования в свежем виде, так и для переработки с получением продуктов, обогащенных физиологически активными веществами, признанными эссенциальными микронутриентами. Результаты данной работы могут быть использованы в целях оптимизации рецептуры, технологических режимов производства, в том числе режимов тепловой стерилизации новых продуктов из кинкана.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

кинкан, *Fortunella Swingle*, биологическая и пищевая ценность, вид, химический состав

Study of the Biological Characteristics and Chemical Composition of Kinkan (*Fortunella Swingle*), Sprouting in the Republic of Azerbaijan and Ways of Using it as a Food Product

¹ Lankaran Regional Scientific Center of the Academy of Sciences of Azerbaijan

² Azerbaijan State Economic University

³ Lankaran State University

CORRESPONDENCE:

Farman A. Guliyev

Address: 33, st. Sh. Akhundov, Lankaran, AZ4200, Azerbaijan Republic
E-mail: prof.fguliyev@mail.ru

FOR CITATIONS:

Guliyev, F. A., Bashirov, M. M., Maharramova, S. I., & Maharramov, M. (2022). A. Biological characteristics, chemical composition and nutritional value of Kinkan (*Fortunella Swingle*), sprouting in the Lankaran-Astara region of the Republic of Azerbaijan. *Storage and Processing of Farm Products*, (3). <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.329>

RECEIVED: 16.05.2022

ACCEPTED: 20.08.2022

PUBLISHED: 30.09.2022

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



Farman A. Guliyev¹, Miraziz M. Bashirov¹, Sevinj I. Maharramova², Mikail A. Maharramov³

ABSTRACT

Background. *Fortunella Swingle* (kinkan) is the common name for a group of bushy trees from the genus *Fortunella* in the family Rutaceae. This article includes a botanical description, a literature review and the results of our research on chemical composition, as well as a description of the biological characteristics and nutritional value.

Purpose. To study the biological characteristics, chemical composition and nutritional value of kinkan sprouting in the Republic of Azerbaijan and the possibility of using its fruits to create new or enrich existing products. Due to the lack of data on the content of biologically active substances in kinkan fruits growing in the Lankaran economic region, it is of great interest to determine their chemical composition.

Materials and Methods. Standard and special research methods were used in the work. There was the determination of the total solids content and moisture by the thermogravimetric method, the determination of soluble solids by the refractometric method, the determination of sugars, the determination of titratable acids (total acidity) by the potentiometric titration method, the determination of pectin substances by the photometric method, the mass fraction of ash was determined by the generally accepted weight method, the determination of ascorbic acid (vitamin C) - using high-performance liquid chromatography, the determination of phenolic substances was carried out spectrophotometrically using the Folin-Ciocalteu method.

Results. Most of the kinkan species studied by us can compete with such crops as blackcurrant, blueberry, pomegranate, barberry, etc. The results obtained show that the main indicators of the chemical composition of kinkan depend on the type of raw material.

Conclusions. A comprehensive assessment of the beneficial properties of kinkan fruits, which make up its biological and nutritional value, indicates its unconditional suitability both for direct fresh use and for processing to obtain products enriched with physiologically active substances recognized as essential micronutrients. The results of this work can be used to optimize the recipes, technological production modes, including thermal sterilization modes for new products from kinkan.

KEYWORDS

Kinkan, *Fortunella Swingle*, biological and nutritional value, species, chemical composition

ВВЕДЕНИЕ

В связи с тем, что в последние годы постоянно растет потребность вовлечения все новых видов растительного сырья, в том числе субтропических плодов, в производство продуктов питания, актуальным является вопрос исследования возможности использования плодов кинкана (*Fortunella Swingle*), произрастающих в Азербайджанской Республике, как в свежем виде, так и как сырье для выработки на их основе различных продуктов питания.

Ботаническое описание, химический состав, биологической особенности и пищевой ценности кинкана (*Fortunella Swingle*)

Кинкан (*Fortunella Swingle*) — это общее название группы кустовидных деревьев из рода *Fortunella* семейства *Rutaceae*, произрастающих в основном в Центральном Китае и плодов этих деревьев (Barreca et al., 2011). В основном описываются маленькие, оранжево-желтые, мягкие, гладкие, тонкие и блестящие цитрусовые плоды округлой формы (Əhmədov, 2014). Вид кинкана, который был включен в род *Citrus* столетие назад, был отнесен к роду *Fortunella* в результате таксономических исследований и также классифицирован как *Citrus japonica* в *Citrus sensu lato* (Barreca et al., 2011). Международное научное название — *Fortunella Swingle*, отдел — цветковые, класс — двудольные, порядок — сапиндоцветные, семейство — рутовые (*Rutaceae*), род — *Fortunella* (Кулиев, 2011). Виды кинкана: *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle typus — кинкан маргарита, или кинкан овальный, или нагами; *Fortunella japonica* (Thunb.) Swingle — кинкан японский, или кинкан круглый, или маруми; *Fortunella crassifolia* Swingle — кинкан Мейва; *Fortunella hindsii* Swingle — кинкан гонконгский дикий; *Fortunella obovata* Tanaka или *Fortunella polyandra* (Ridl.) Tanaka — кинкан малайский¹ (Əhmədov, 2014; Wang et al., 2012; Воронцов, 2009; Olcay, 2019). Кинкан овальной формы типа *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle typus с 2–5 семенами, темно-оранжевого цвета, приятного аромата; плоды круглой формы типа *Fortunella japonica* (Thunb.) Swingle с 1–3 семенами, меньшего размера по сравнению с *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle typus, тонкий, сладкий,

с гладкой кожицей и более морозостойкий; тип *Fortunella crassifolia* Swingle, который имеет толстую кожицу, мало семян, мякоть плодов и сладкий сок, также называется сладким кинканом (Peng et al., 2013; Jarvis, 2017; Olcay, 2019). *Fortunella crassifolia* Swingle, который предпочитают потребители как наиболее подходящий вид для употребления в свежем виде, считается естественным гибридом видов *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle typus и *Fortunella japonica* (Thunb.) Swingle (Olcay, 2019).

Ареал вида охватывает территорию Азербайджана, Турции, Филиппин, Китая, Чили, Кореи, Японии, Тайваня, Юго-Восточной Азии, Непала, Южного Пакистана, Ирана, Европы, особенно Греции, такие штаты Америки, как Флорида, Алабама, Луизиана, Калифорния и Гавайи.

Кинкан — это самый маленький по размеру цитрусовый фрукт. Он похож на апельсин, но имеет диаметр 2–3 см и длину 2,5–4 см. Вес одного плода 12–15 г, форма круглая и овальная. Кожура тонкая, оранжевая или красно-оранжевая. Плод ароматный, напоминает апельсин. Наиболее распространены сорта кинкана — *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle typus и *Fortunella crassifolia* Swingle. Кинкан отличается от других цитрусовых тем, что он употребляется с кожурой (Əhmədov, 2014). Мякоть плода кислая, сладкая из-за флавоноидов и терпеноидов, входящих в состав кожуры, и имеет сильный сладкий, затем слегка вяжущий, терпкий вкус при употреблении (Barreca et al., 2011; Wang et al., 2012). Кинкан содержит 14,5 % углеводов, в том числе 10,8 % сахаров, 0,7 % белка, 0,3 % жира, 2,7 % органических кислоты, 0,6 % минеральных веществ (в том числе 188 мг% калия, 0,6 мг% железа), 38 мг% витамина С, 0,09 мг % В₁, 0,08 мг% В₂, 0,21 мг% b-каротина (Кулиев, 2011; Peng et al., 2013).

Кинкан, медленнорастущее, сильнорослое, продуктивное, вечнозеленое, кустарниковое субтропическое дерево. Его ветви редкие, с небольшими шипами или без них, листья маленькие, блестящие и темно-зеленые, а цветы белые, высота дерева составляет 2,5–4,5 метра. Хотя климатические и почвенные требования кинкана аналогичны требованиям других цитрусовых, это более долговечный фрукт, чем другие цитрусовые. Его можно выращивать как в поле, так и в горшках, а идеальная по-

¹ Воронцов, В. В. (2009). Кинкан. В *Большая российская энциклопедия* (с. 709). М.

чва — суглинистые и глубокие почвы. Поскольку корни плохо развиваются при выращивании из семян, его обычно прививают на апельсиновые подвои или деревья липы и грейпфрута. Он плодоносит в основном после 3–4 лет прививки. Его можно удобрять азотными, фосфорными и калийными удобрениями, подходящими для цитрусовых, а для придания им формы можно провести обрезку. Повреждение средиземноморской плодовой мухой, которая является наиболее серьезным вредителем растения, можно предотвратить с помощью регулярного опрыскивания (Love et al., 2017; Jarvis, 2017). Плоды кинкана можно хранить в промышленных и бытовых холодильниках при температуре 2–4 °C сроком 1–2 месяца. Он может оставаться пригодным к использованию в течение 2–3 недель в прохладных помещениях и 2–7 дней при комнатной температуре, а также может храниться путем замораживания или в сахарном сиропе. Блистерная упаковка предпочтительна для предотвращения повреждений, вызванных сжатием во время транспортировки (Barreca et al., 2011). Кинкан в основном употребляется в свежем виде (Jarvis, 2017; Olcay, 2019). Его можно добавлять в фруктовые салаты и напитки в свежем виде. Он также перерабатывается в такие продукты, как сахарный фрукт, варенье, мармелад, вино, ликеры, соленья и соусы (Barreca et al., 2011; Əhmədov, 2014; Wang et al., 2012; Sadek et al., 2009). Фруктовый чай из кинкана — это особая форма потребления кинкана на Тайване, он также используется в пищевой промышленности в виде сахарного сиропа (Əhmədov, 2014; Wang et al., 2012).

Кинкан, это фрукт, богатый пектином, кальцием, фосфором, железом, витаминами, каротиноидами, флавоноидами и эфирными маслами, с высокой антиоксидантной способностью и фитохимическим содержанием (Wang et al., 2012; Allam et al., 2015; Liu et al., 2018). Плоды и листья видов *Fortunella* используются в традиционной народной медицине из-за их высокой пищевой ценности и лечебных свойств (Sadek et al., 2009). Сегодня кинкан стал замечательным фруктом в области альтернативной медицины, фармакологии и пищевых продуктов с точки зрения его биоактивных компонентов и функциональности (Bareça et al., 2014; Çakmakçı et al., 2016; Dai, 2015). Согласно

исследованиям, содержание витаминов, минералов, каротиноидов, флавоноидов и эфирных масел велико, антиоксидантная способность и фитохимическое содержание высокое (Wang et al., 2012; Olcay, 2019; Sadek et al., 2009; Liu et al., 2018). Shanmugavelan et al. (2013) исследовали содержание сахара и состав продуктов, часто потребляемых в Корее, и обнаружили, что кинкан содержит 10,36 г фруктозы / 100 г, 9,47 г глюкозы / 100 г и 12,42 г сахарозы / 100 г. В свете этих исследований, можно сказать, что значительная часть питательных веществ кинкана состоит из углеводов, а большая часть углеводов состоит из сахаров, тогда как его горький вкус происходит от флавоноидов и терпеноидов в его структуре.

Почвенные и природно-климатические условия оказывают значительное влияние на пищевую ценность плодов. В связи с отсутствием данных о содержании биологически активных веществ в плодах субтропических культур, произрастающих в Лянкаранском экономическом регионе, представляет большой интерес определение их химического состава. Исследования химического состава кинкана по видам, в Азербайджане проводится впервые.

Субтропическое и цитрусовое плодоводство в Азербайджанской Республике

Значительная часть (более 65,0 %) земель в Азербайджанской Республике, пригодны для выращивания субтропических и цитрусовых культур — это территории Апшеронского — Хызинского, Шеки-Закатальского, Центральноаранского, Лянкаранско-Астаринского, Нахичеванского, Карабахского, Гянджа-Дашкесанского экономических регионов² (Quliyev, 2018). В настоящее время индустриальное развитие цитрусового хозяйства осуществляется в субтропическом районе Лянкань-Астара, расположенном в юго-восточной части страны. Климат региона характеризуется умеренно жаркой, влажной, мягкой зимой и засушливыми летними месяцами. Среднегодовая температура региона +14,2 °C (Quliyev, 2018).

Субтропические и цитрусовые плоды и ягоды являются важными и полезными компонентами про-

² Указ Президента Азербайджанской Республики от 7 июля 2021 года о разделении экономических районов в Азербайджанской Республике. (2021). <https://president.az/ru/articles/view/52389>

дуктов питания; в них содержатся белки, сахара, органические кислоты, жиры, дубильные и ароматические вещества, различные витамины, минеральные вещества и др. Таким образом, использование плодов и ягод субтропических и цитрусовых как источника биологически активных веществ приобретает существенное народнохозяйственное значение (Quliyev, 2018; Магеррамов, 2020). Ассортимент выращиваемых в Азербайджанской Республике субтропических и цитрусовых культур очень обширный: хурма восточная (*Diospyros kaki*), актинидия китайская (*Actinidia deliciosa*), фейхоа (*Feijoa sellowiana*), инжир (*Ficus carica* L.), гранат (*Punica granatum*), киви (*Actinidia deliciosa Kiwifruit Grubu*), кинкан (*Fortunella Swingle*), лимоны (*Citrus limon*), мандарины (*Citrus reticulata*), апельсины (*Citrus sinensis*) и др. Общая площадь всех насаждений субтропических и цитрусовых плодово-ягодных культур с частным сектором на сегодня составляет около 5,0 тыс. га (Кулиев, 2011).

Перспективным, но малоизученным в Лянкаранском экономическом районе субтропическим плодом является кинкан (*Fortunella Swingle*). Поскольку это гидрофильное дерево, урожайность плодов высока при выращивании на участках вблизи воды и требует орошения в течение длительных периодов засухи (Кулиев, 2011; Love et al., 2017; Güney et al., 2015; Jarvis, 2017). Он теплоустойчив, чувствителен к засухе и наводнениям, слабоустойчив к холоду. Созревшие и приобретающие оранжевый цвет плоды можно собирать в течение длительного периода с конца октября до начала апреля (Love et al., 2017; Güney et al., 2015). В Азербайджанской Республике кинкан (*Fortunella Swingle*) встречается на территории Апшеронско-Хызинском, Нахичеванском, Карабахском, Гянджа-Дашкесанском, Шеки-Закатальском, Центральноаранском экономическом регионах, но основная их часть (около 90,0 %) сосредоточен на территории Лянкаранском экономическом регионе (Кулиев, 2011).

Учитывая пищевую, биологическую и хозяйственную ценность плодов кинкана нами проводятся комплексное исследование возможности использование плодов и листьев кинкана для создания новых или обогащения существующих продуктов питания за счет высокой биоактивности и биодоступности содержащихся в нем компонентов питания.

Целью настоящей работы является исследование биологической особенности, химического состава и пищевой ценности кинкана, произрастающего в Азербайджанской Республике и возможности использования его плодов для создания новых видов продуктов питания, таких как варенье, джемы, компоты, соки, напитки безалкогольные и т.д.

Исследованные нами видов кинкана, такие как *Fortunella margarita*, *Fortunella japonica* и *Fortunella crassifolia*, по количеству фенольных соединений (от $518,43 \pm 2,37$ до $596,28 \pm 3,17$ мг ЕГК/г), вполне могут конкурировать с такими культурами, как черная смородина, черника, гранат, барбарис и т.д. Полученные результаты показывают, что основные показатели химического состава кинкана зависят от их вида.

Комплексная оценка полезных свойств плодов кинкана, составляющих биологическую и пищевую ценность, свидетельствует об их безусловной пригодности как для непосредственного использования в свежем виде, так и для переработки с получением продуктов, обогащенных физиологически активными веществами, признанных эссенциальными микронутриентами. Результаты данной работы могут быть использованы в целях оптимизации рецептуры, технологических режимов производства, в том числе режимов тепловой стерилизации новых продуктов из кинкана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования

В качестве объектов исследования выступали плоды видов *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle typus, *Fortunella japonica* (Thunb.) Swingle и *Fortunella crassifolia* Swingle, выращенные за 2018–2021 годы на территории Лянкаранского экономического региона Азербайджанской Республики.

Оборудование и инструменты

Хроматограф жидкостный LHLC-A10, системы HPLC; колонки RP-HPLC (Jupiter, 250x4.6mm, 5μ, 3000Å) Phenomenex (Torrance, CA); чувствительные весы (Mettler Toledo, XS204), мельница (Perten, 3303), баня водяная (PolyScience, Inc., 28L),

вортекс (Heidolph), холодильник (+4 °C, Arçelik), сушильный шкаф-стерилизатор BOV-V30F, настольный pH-метр PH-210, аналитические весы BA2204C, центрифуга BK-TN16, стандартно-ротторные 12 × 1,5/2,0 ml, вортекс-миксер MX-S, спектрометр BK-UV 1900, ТДС-метр PH-950, фотокалориметр BCM-110, спектрофотометр BK-UV 1000, вискозиметр капиллярный BS/U-Tube (A-H, разнокалиберные, комплект), электронный рефрактометр PDR-35, гомогенизатор ULTRA-TURRAXT25; лабораторные весы BK-1500.1, эксикатор по ГОСТ 25336³ исполнения 2, с фарфоровой выставкой по ГОСТ 9147⁴, стаканчики по ГОСТ 25336⁵ типа СН 60/14 или СН 85/15, палочки из химико-лабораторного стекла по ГОСТ 21400⁶, сита с сетками по ГОСТ 6613⁷ № 2,5; 1; 0,63; 0,5; 0,25 или сита типа КСИ и др.

Методы

При выполнении работы использовались стандартные и специальные методы исследований:

- (1) определение общего содержания сухих веществ и влажности — термогравиметрическим методом путем высушивания исследуемых проб до постоянного веса (ГОСТ 33977–2016⁸);
- (2) определение растворимых сухих веществ — рефрактометрическим методом, основанном на определении показателя преломления исследуемого раствора по рефрактометру и мас-

совой доли растворимых сухих веществ (ГОСТ ISO 2173–2013⁹);

- (3) определение сахаров — по Бертрону (ГОСТ 8756.13–87¹⁰);
- (4) определение титруемых кислот (общей кислотности) — методом потенциометрического титрования (ГОСТ 51434–99¹¹);
- (5) определение пектиновых веществ — фотометрическим методом (ГОСТ 32223–2013¹²);
- (6) массовой доли золы определяли общепринятым весовым методом, после минерализации навески продукта до постоянной массы в муфельной печи при температуре 525±25 °C (ГОСТ 25555.4–91¹³);
- (7) определение аскорбиновой кислоты (витамина С) — с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ГОСТ 34151–2017¹⁴);
- (8) определение фенольных веществ проводили спектрофотометрическим способом с использованием реактива Фолина-Чиокальтеу (Folin-Ciocalteu; Olcay, 2019).

Процедура исследования и анализ данных

При проведении данной работы осуществлен аналитический анализ изученности вопроса биологических особенностей, химического состава и пищевой ценности кинкана, после чего выбраны методы исследований.

³ ГОСТ 25336–82. (2009). Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры. М.: Стандартинформ.

⁴ ГОСТ 9147–80. (2011). Посуда и оборудование лабораторные фарфоровые. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁵ ГОСТ 25336–82. (2009). Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ 21400–75. (2011). Стекло химико-лабораторное. Технические требования. Методы испытаний. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ 6613–86. (2011). Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁸ ГОСТ 33977–2016. (2019). Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения общего содержания сухих веществ. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ ISO 2173–2013. (2019). Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ 8756.13–87. (2010). Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ Р 51434–99. (2006). Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности. М.: Стандартинформ.

¹² ГОСТ 32223–2013. (2019). Продукция соковая. Определение пектина фотометрическим методом. М.: Стандартинформ.

¹³ ГОСТ 25555.4–91. (2019). Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы. М.: Стандартинформ.

¹⁴ ГОСТ 34151–2017. (2019). Продукты пищевые. Определение витамина С с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. М.: Стандартинформ.

Исследования начаты с отбора плодов, их подготовки к анализу по действующей методике ГОСТа 26671–2014¹⁵. Работы выполнены с использованием стандартных и специальных методов исследований. Полученные результаты анализов зафиксированы по каждому показателю в отдельной книге, затем осуществлена статистическая обработка данных.

Исследования проводили в 3 параллельных определениях, результаты количественного анализа химического состава кинкана представлены в виде среднего результата и \pm стандартного отклонения.

Исследования выполнялись в период с 2018 по 2021 годы, на экспериментальной базе Лянкяранского Регионального Научного Центра Национальной Академии Наук Азербайджанской Республики, на базе учебно-исследовательской лаборатории «Технология пищевых продуктов» кафедры «Технология и технические науки» Лянкяранского Государственного Университета и в учебно-методической лаборатории кафедры «Инженерия и прикладные науки» Азербайджанского Государственного Экономического Университета.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что биологическая и пищевая ценность плодов зависит от их химического состава. В целях определения биологического и химического свойства, пищевой ценности кинкана, прорастающего в Азербайджанской Республике и возможности использования его как в свежем виде, так и для переработки с получением продуктов, обогащенных физиологически активными веществами, был исследован химический состав плодов.

Результаты исследований химического состава плодов кинкана, произрастающих на территории Лянкяранского экономического региона Азербайджанской Республики за 2018–2021 годы представлены в Таблице 1.

Как видно из Таблицы 1, влажность плодов составляет от $78,69 \pm 0,98$ % (вид *Fortunella crassifolia*) до $81,14 \pm 1,36$ % (вид *Fortunella japonica*). Массовая доля растворимых сухих веществ и сумма сахаров плодов вида *Fortunella crassifolia* ($16,06 \pm 0,20$ %) превосходит аналогичные показатели кинкана видов *Fortunella margarita* ($15,24 \pm 0,34$ %) и *Fortunella japonica* ($13,95 \pm 0,19$ %).

Таблица 1.

Средний химический состав плодов кинкана по видам

Показатели, единица измерения	Виды кинкана		
	<i>Fortunella margarita</i>	<i>Fortunella japonica</i>	<i>Fortunella crassifolia</i>
Влажность, %	$80,48 \pm 1,22$	$81,14 \pm 1,36$	$78,69 \pm 0,98$
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	$15,24 \pm 0,34$	$13,95 \pm 0,19$	$16,06 \pm 0,20$
Сумма сахаров, %, в том числе:	$12,35 \pm 0,19$	$10,84 \pm 0,10$	$12,94 \pm 0,31$
Редуцирующие сахара, из них:	$8,48 \pm 0,29$	$6,64 \pm 0,33$	$8,71 \pm 0,18$
– глюкоза	$4,87 \pm 0,16$	$3,50 \pm 0,13$	$4,93 \pm 0,09$
– фруктоза	$3,61 \pm 0,11$	$3,14 \pm 0,18$	$3,74 \pm 0,28$
– сахароза	$3,87 \pm 0,14$	$4,20 \pm 0,09$	$4,23 \pm 0,15$
Массовая доля органических кислот, %	$2,62 \pm 0,10$	$2,75 \pm 0,16$	$2,44 \pm 0,12$
Сахарокислотный индекс	$4,71 \pm 0,25$	$3,94 \pm 0,18$	$5,30 \pm 0,26$
Пектиновые вещества, %	$2,62 \pm 0,01$	$2,91 \pm 0,07$	$3,06 \pm 0,04$
Массовая доля золы, %	$0,52 \pm 0,19$	$0,61 \pm 0,09$	$0,58 \pm 0,13$
Витамин С, мг/100 г	$58,1 \pm 1,20$	$49,76 \pm 0,58$	$55,35 \pm 0,47$
Фенольные соединения, мг ЕГК/г	$565,64 \pm 2,51$	$596,28 \pm 3,17$	$518,43 \pm 2,37$

¹⁵ ГОСТ 26671–2014. (2019). Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов. М.: Стандартинформ.

Наиболее высоким содержанием сахаров выделяется кинкан вида *Fortunella crassifolia* (12,94 %), в плодах других видов кинкана от 10,84 до 12,35 %. Во всех исследуемых видах кинкана относительно мало фруктозы, от $3,14 \pm 0,18$ % (*Fortunella japonica*) до $3,74 \pm 0,28$ % (*Fortunella crassifolia*). Преобладают глюкоза (от 3,50 до 4,93 %) и сахароза (от 3,87 до 4,23 %).

Содержание массовой доли органических кислот больше у плодов кинкана вида *Fortunella japonica* ($2,75 \pm 0,16$ %), чем у кинкана видов *Fortunella margarita* и *Fortunella crassifolia* (2,62 % и 2,44 % соответственно). Соотношение сахаров и кислот (сахарокислотный индекс) определяет гармоничность вкуса плодов и ягод. Оптимальным для цитрусовых является значение сахарокислотного показателя равное 7,0 (Brummell, 2006; Winkler et al., 2015; Кадочникова, 2007). Однако, плоды кинкана вида *Fortunella crassifolia* имеют относительно гармоничный вкус за счет высокого содержания сахаров, сахарокислотный индекс для этого вида составляет 5,30. Другие виды кинкана обладают кисло-сладким и кислым вкусом. Сахарокислотный индекс кинкана вида *Fortunella margarita* — 4,71, вида *Fortunella japonica* — 3,94.

Содержание пектиновых веществ в исследуемых плодах кинкана, составляет от 2,62 % (*Fortunella margarita*) до 3,06 % (*Fortunella crassifolia*). Массовая доля золы в зависимости от видов кинкана составляет от 0,52 % (*Fortunella margarita*) до 0,61 % (*Fortunella japonica*). Согласно Национальной базе данных¹⁶ о составе пищевых продуктов, количество золы в сортах апельсина составляет 0,36–0,49 %, грейпфрута 0,26–0,33 %, лимона 0,33–0,39 %, мандарина 0,29–0,33 %. Показано, что общая зольность кинкана (0,44 %) выше этих значений (Turgut, 2015).

Сопоставление литературных данных² (Turgut, 2015) с результатами наших исследований показывает, что содержание золы кинкана, прорастающего в Лянкаранско-Астарином регионе превышает литературные данные примерно в 1,2–1,4 раза. Что касается содержания витамина С, то по этому показателю вид *Fortunella margarita* превосходит ($58,1 \pm 1,20$ мг/100 г) виды *Fortunella japonica* и *Fortunella crassifolia* ($49,76 \pm 0,58$ мг/100 г и $55,35 \pm 0,47$ мг/100 г соответственно). Как видно,

содержание витамина С в исследуемых видах кинкана находится в диапазоне от 49,76 до 58,1 мг/100 г, что может удовлетворить половину потребности дневного рациона человека, который составляет примерно 70,0–100,0 мг/сутки².

В исследовании Olcaу (2019), посвященном содержанию аскорбиновой кислоты в экзотических фруктах, содержание аскорбиновой кислоты в съедобных частях свежего кинкана было определено как 55,29 мг/100 г. В свете этой информации и на основании данных, показанных в Таблице 1, кинкан следует рассматривать как хорошую альтернативу традиционным цитрусовым, его можно использовать в качестве поддерживающей здоровье натуральной пищевой добавки и дополнительного источника витамина С в ежедневном рационе.

Большинство исследованных нами видов кинкана по количеству фенольных соединений (от $518,43 \pm 2,37$ до $596,28 \pm 3,17$ мгЕГК/г) вполне могут конкурировать с такими культурами как черная смородина, черника, гранат, барбарис и т.д. (Barreca et al., 2011; Ahmadov, 2014; Turgut et al., 2015; Кадочникова, 2013; Пастушкова и др., 2016; Salgado et al., 2016).

Известно, что количество химических веществ в сырье и их разнообразие, пищевая ценность и устойчивость к хранению зависит от вида, сорта, ботанического строения растений, а также от экологических факторов, от структуры и состава почвы, высоты над уровнем моря, от климатических условий и метеорологических особенностей региона выращивания (Maharramov, 2015).

Результаты анализов, приведенные в Таблице 1 показывают, что основные показатели химического состава плодов кинкана имеют выраженную зависимость от вида кинкана. На наш взгляд, указанная зависимость связана с наследуемыми морфологически-биологическими особенностями видов кинкана, что согласуется с результатами работ других исследователей (Barreca et al., 2011; Ahmadov, 2014; Wang et al., 2012; Turgut et al., 2015).

Комплексная оценка полезных свойств плодов кинкана, произрастающего в Лянкаранском экономическом регионе, составляющих биологическую

¹⁶ USDA Food Composition Databases. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2254?manu=&fgcd=&ds>

и пищевую ценность, свидетельствует об их безусловной пригодности как для непосредственного использования в свежем виде, так и для переработки с получением продуктов, обогащенных физиологически активными веществами, признанными эссенциальными микронутриентами (Пастушкова и др., 2016; Salgadol et al., 2016).

Нами в течение ряда лет проводится работа по выработке различных продуктов питания, в том числе соков, безалкогольных напитков, варенье, джемы, компоты и т.д., на основе плодов кинкана и с учетом биологической и пищевой ценности плодов кинкана различных видов, произрастающих в Азербайджанской Республике. Разработаны образцы продуктов, получены предварительные положительные результаты. Проведенные исследования позволяют получить натуральный и функциональный продукт из плодов кинкана. Необходимо также исследовать влияние экологических факторов, структуры и состава почвы, ее высоты над уровнем моря, климатических условий и метеорологических особенностей региона выращивания на химический состав плодов кинкана, произрастающих в указанном регионе. Однако, указанные работы являются объектом наших дальнейших исследований и не входят в задачи данного исследования.

ВЫВОДЫ

Основной целью данной работы являлось исследование химического состава и пищевой ценности плодов кинкана, прорастающих в Азербайджанской Республике. В результате установлено, что влажность плодов кинкана составляет от $78,69 \pm 0,98$ % (вида *Fortunella crassifolia*) до $81,14 \pm 1,36$ % (вида *Fortunella japonica*). Массовая доля растворимых сухих веществ и сумма сахаров плодов кинкана

вида *Fortunella crassifolia* ($16,06 \pm 0,20$ %) превосходит аналогичные показатели видов *Fortunella margarita* ($15,24 \pm 0,34$ %) и *Fortunella japonica* ($13,95 \pm 0,19$ %). Одновременно исследовано содержание массовой доли органических кислот, золы, пектиновых веществ, витамина С, фенольные соединения.

Результаты проведенных анализов свидетельствуют, что основные показатели химического состава ягоды кинкана зависят от вида сырья. Биологическая и пищевая ценность ягод кинкана различных видов, произрастающих в Азербайджанской Республики, позволяет рассматривать их как дополнительный источник физиологически активных веществ и сырье для выработки на их основе различных продуктов питания, таких как соки, напитки безалкогольные, варенье, джемы, компоты и других продуктов питания. В целях оптимизации рецептуры, технологических режимов производства, в том числе, режимов тепловой стерилизации, исследование в данном направлении продолжается.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Кулиев Ф. А.: концептуализация; методология.

Баширов М. М.: программное обеспечение; проведение исследования; верификация данных.

Магеррамова С. И.: визуализация; проведение исследования; создание рукописи и ее редактирование.

Магеррамов М. А.: научное руководство исследованием; создание черновика рукописи и ее редактирование.

ЛИТЕРАТУРА

- Кадочникова, Е. Н. (2007). *Товароведная характеристика плодов дикорастущей и культивируемой ежевики и продуктов ее переработки* [Кандидатская диссертация, Сибирский университет потребительской кооперации]. Новосибирск, Россия.
- Кулиев, Ф. А. (2011). Состояние и перспективы отрасли чаеводства и субтропических культур в Республике Азербайджан. *Субтропические и декоративное садоводство*, (44), 51–64.
- Магеррамов, М. А. (2020). *Научные основы производства, тепло и электрофизические свойства плодоовощных соков*. Лянкарань: ЛГУ.
- Пастушкова, Е. В., Заворохина, Н. В., & Вяткин, А. В. (2016). Растительное сырье как источник функционально-пищевых ингредиентов. Вестник южно-уральского государственного университета. *Пищевые и биотехнологии*, (4), 105–113.
- Allam, M., Khedr, A. A., & Beltagy, A. (2015). Kumquat as a potent natural material to improve lipid profile of hypercholesterolemic rats. *Biolife An International Quarterly Journal of Biology and Life Sciences*, 3(1), 171–181.
- Barreca D., Bellocco E., Caristi C., Leuzzi U., & Gattuso G. (2011). Kumquat (*Fortunella japonica Swingle*) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties. *Food Research International*, (44), 2190–2197.
- Barreca, D., Bellocco, E., Laganà, G., Ginestra, G., & Bisignano, C. (2014). Biochemical and antimicrobial activity of phloretin and its glycosylated derivatives present in apple and kumquat. *Food Chemistry*, 160, 292–297. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.118>
- Brummell, D. (2006). Cell wall disassembly in ripening fruit. *Functional Plant Biology*, 33(2), 103–119. <https://doi.org/10.1071/FP05234>
- Dai, J. S. (2015). *Antibacterial activity and effective components in the peel of kumquat and calamondin*. Taiwan: Department of Food Science. National Ilan University.
- Əhmədov, Ə. İ. (2014). *Yeyilən bitkilərin müalicəvi xassələri*. Bakı.
- Güney, M., Öz, A. T., & Kafkas, E. (2015). Comparison of lipids, fatty acids and volatile compounds of various kumquat species using HS/GC/MS/FID techniques. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1268–1273. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6817>
- Jarvis, B. J. (2017). *Get acquainted with kumquat*. Florida: Pasco County Cooperative Extension.
- Liu, Y., Liu, Y., Liu, Y., Liu, H., & Shang, Y. (2018). Evaluating effects of ellagic acid on the quality of kumquat fruits during storage. *Scientia Horticulturae*, 227, 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.055>
- Love, K., Bowen, R., & Fleming, K. (2017). *Twelve fruits with potential value-added and culinary uses*. University of Hawai'i College of Tropical Agriculture and Human Resources.
- Məhərrəmov, M. Ə. (2015). *Qida məhsulları texnologiyasının nəzəri əsasları*. Bakı: İqtisad Universiteti.
- Olçay, N. (2019). *Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkanları. Yüksek lisans tezi*. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Peng, L. W., Sheu, M. J., Lin, L. Y., Wu, C. T., Chiang, H. M., Lin, W. H., Lee, M. C., & Chen, H. C. (2013). Effect of heat treatments on the essential oils of kumquat (*Fortunella margarita Swingle*). *Food Chemistry*, 136(2), 532–537. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.014>
- Quliyev, F. A. (2018). *Sitrus bitkilərinin əsas bioloji xüsusiyyətləri və suvarılması rejimi*. Bakı.
- Sadek, E. S., Makris, D. M., & Kefalas, P. (2009). Polyphenolic composition and antioxidant characteristics of kumquat (*Fortunella margarita*) peel fractions. *Plant Foods of Human Nutrition*, 64(4), 297–302. <https://doi.org/10.1007/s11130-009-0140-1>
- Salgado, A. A., Clark, J. R. (2016). “Crispy” blackberry genotypes: A breeding innovation of the university of arkansas blackberry breeding program. *HortScience*, 51(5), 468–471. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.5.468>
- Shanmugavelan, P., Kim, S. Y., Kim, J. B., Kim, H. W., Cho, S. M., Kim, S. N., Kim, S. Y., Cho, Y. S., Kim, H. R. (2013). Evaluation of sugar content and composition in commonly consumed Korean vegetables, fruits, cereals, seed plants, and leaves by HPLC-ELSD. *Carbohydrate Research*, 380, 112–117. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2013.06.024>
- Turgut, Y. D., Gölükcü, M., & Tokgöz, H. (2015). Kamkat (*Fortunella margarita Swingle*) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Derim*, 32(1), 71–80. <https://doi.org/10.16882/derim.2015.00773>
- Wang, Y. W., Zeng, W. C., Xu, P. Y., Lan, Y. J., Zhu, R. X., Zhong, K., Huang, Y. N., & Gao, H. (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of kumquat (*Fortunella crassifolia Swingle*) peel. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(3), 3382–3393. <https://doi.org/10.3390/ijms13033382>
- Winkler, A., Ossenbrink, M., & Knoche, M. (2015). Malic acid promotes cracking of sweet cherry fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 140(3), 280–287. <https://doi.org/10.21273/JASHS.140.3.280>

REFERENCES

- Kadochnikova, E. N. (2007). *Tovarovедnaya kharakteristika plodov dikorastushchei i kul'tiviruemoi ezheviki i produktov ee pererabotki* [Commodity characteristics of fruits of wild and cultivated blackberries and products of its processing] [Candidate Dissertation, Sibirskii universitet potrebitel'skoi kooperatsii]. Novosibirsk, Russia.
- Kuliev, F. A. (2011). Sostoyanie i perspektivy otrasli chaevodstva i subtropicheskikh kul'tur v Respublike Azerbaidzhan [The state and prospects of tea growing and subtropical crops in the Republic of Azerbaijan]. *Subtropicheskie i dekorativnoe sadovodstvo* [Subtropical and Ornamental Gardening], (44), 51–64.
- Magerramov, M. A. (2020). *Nauchnye osnovy proizvodstva, teplo i elektrofizicheskie svoystva plodoovoshchnykh sokov* [Scientific bases of production, heat and electrophysical properties of fruit and vegetable juices]. Lyankaran': LGU.
- Pastushkova, E. V., Zavorokhina, N. V., & Vyatkin, A. V. (2016). Rastitel'noe syr'e kak istochnik funktsional'no-pishchevykh ingredientov [Vegetable raw materials as a source of functional food ingredients]. *Vestnik yuzhno-ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Pishchevye i biotekhnologii* [Bulletin of the South Ural State University. Food and biotechnology], (4), 105–115.
- Allam, M., Khedr, A. A., & Beltagy, A. (2015). Kumquat as a potent natural material to improve lipid profile of hypercholesterolemic rats. *Biolife An International Quarterly Journal of Biology and Life Sciences*, 3(1), 171–181.
- Barreca D., Bellocco E., Caristi C., Leuzzi U., & Gattuso G. (2011). Kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties. *Food Research International*, (44), 2190–2197.
- Barreca, D., Bellocco, E., Laganà, G., Ginestra, G., & Bisignano, C. (2014). Biochemical and antimicrobial activity of phloretin and its glycosylated derivatives present in apple and kumquat. *Food Chemistry*, 160, 292–297. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.118>
- Brummell, D. (2006). Cell wall disassembly in ripening fruit. *Functional Plant Biology*, 33(2), 103–119. <https://doi.org/10.1071/FP05234>
- Dai, J. S. (2015). *Antibacterial activity and effective components in the peel of kumquat and calamondin*. Taiwan: Department of Food Science. National Ilan University.
- Əhmədov, Ə. İ. (2014). *Yeyilən bitkilərin müalicəvi xassələri* [Healing properties of edible plants]. Bakı.
- Güney, M., Öz, A. T., & Kafkas, E. (2015). Comparison of lipids, fatty acids and volatile compounds of various kumquat species using HS/GC/MS/FID techniques. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1268–1273. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6817>
- Jarvis, B. J. (2017). *Get acquainted with kumquat*. Florida: Pasco County Cooperative Extension.
- Liu, Y., Liu, Y., Liu, Y., Liu, H., & Shang, Y. (2018). Evaluating effects of ellagic acid on the quality of kumquat fruits during storage. *Scientia Horticulturae*, 227, 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.055>
- Lou, S. N., Lai, Y. C., Hsu, Y. S., & Ho, C. T. (2016). Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents. *Food Chemistry*, 197(A), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.096>
- Love, K., Bowen, R., & Fleming, K. (2017). *Twelve fruits with potential value-added and culinary uses*. University of Hawai'i College of Tropical Agriculture and Human Resources.
- Məhərrəmov, M. Ə. (2015). *Qida məhsulları texnologiyasının nəzəri əsasları* [Theoretical foundations of food technology]. Bakı: İqtisad Universiteti.
- Olçay, N. (2019). *Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkanları. Yüksek lisans tezi* [Possibilities of using kumquat fruit dried by different techniques in the production of biscuits and cakes. Master thesis]. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Peng, L. W., Sheu, M. J., Lin, L. Y., Wu, C. T., Chiang, H. M., Lin, W. H., Lee, M. C., & Chen, H. C. (2013). Effect of heat treatments on the essential oils of kumquat (*Fortunella margarita* Swingle). *Food Chemistry*, 136(2), 532–537. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.014>
- Quliyev, F. A. (2018). *Sitrus bitkilərinin əsas bioloji xüsusiyyətləri və suvarılması rejimi* [The main biological characteristics and watering regime of citrus crops]. Bakı.
- Sadek, E. S., Makris, D. M., & Kefalas, P. (2009). Polyphenolic composition and antioxidant characteristics of kumquat (*Fortunella margarita*) peel fractions. *Plant Foods of Human Nutrition*, 64(4), 297–302. <https://doi.org/10.1007/s11130-009-0140-1>
- Salgadol, A. A., Clark, J. R. (2016). “Crispy” blackberry genotypes: A breeding innovation of the university of arkansas blackberry breeding program. *HortScience*, 51(5), 468–471. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.5.468>
- Shanmugavelan, P., Kim, S. Y., Kim, J. B., Kim, H. W., Cho, S. M., Kim, S. N., Kim, S. Y., Cho, Y. S., Kim, H. R. (2013). Evaluation of sugar content and composition in commonly consumed Korean vegetables, fruits, cereals, seed plants, and leaves by HPLC-ELSD. *Carbohydrate Research*, 380, 112–117. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2013.06.024>
- Turgut, Y. D., Gölükcü, M., & Tokgöz, H. (2015). Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri [Kumquat (*Fortunella margarita* Swing.) some physical and chemical properties of its fruit and jam]. *Derim [I say]*, 32(1), 71–80. <https://doi.org/10.16882/derim.2015.00773>
- Wang, Y. W., Zeng, W. C., Xu, P. Y., Lan, Y. J., Zhu, R. X., Zhong, K., Huang, Y. N., & Gao, H. (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) peel. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(3), 3382–3393. <https://doi.org/10.3390/ijms13033382>
- Winkler, A., Ossenbrink, M., & Knoche, M. (2015). Malic acid promotes cracking of sweet cherry fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 140(3), 280–287. <https://doi.org/10.21273/JASHS.140.3.280>