

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-54-60>
УДК: 635.1/7:581.19

Ю.В. Фотев^{1,2*}, Е.П. Храмова¹,
А.Ф. Петров²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН (ЦСБС СО РАН), 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет», 630039, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

*Автор для переписки: fotev_2009@mail.ru

Финансирование. Работа поддержана бюджетным проектом ЦСБС СО РАН АААА-А21-121011290027-6. Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность О.В. Чанкиной за проведение элементного анализа образцов методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА-СИ).

Вклад авторов: Фотев Ю.В.: Подготовка статьи, существенный вклад в замысел и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных. Храмова Е.П., ответственная за проведение биохимического анализа, методическое сопровождение. Петров А.Ф., ответственный за проведение биохимического анализа, методическое сопровождение.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Фотев Ю.В., Храмова Е.П., Петров А.Ф. Биохимические особенности новых для России овощных культур в связи с их нетрадиционным использованием. *Овощи России*. 2025;(2):54-60. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-54-60>

Поступила в редакцию: 21.01.2025
Принята к печати: 20.03.2025
Опубликована: 15.04.2025

Yury V. Fotev^{1,2*}, Elena P. Khramova¹,
Andrey F. Petrov²

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution Central Siberian Botanical Garden SB RAS (CSBS SB RAS), 101, Zolotodolinskaya Str., Novosibirsk, Russia, 630090

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University" 160, Dobrolyubova Str., Novosibirsk, Russia, 630039

*Correspondence Author: fotev_2009@mail.ru

Funding. The work was supported by the budget project of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS АААА-А21-121011290027-6.

Acknowledgments. The authors express their deep gratitude to O.V. Chankina for performing elemental analysis of the samples using X-ray fluorescence analysis with synchrotron radiation (XRF-SR).

Authors' Contribution: Fotev Y.V.: Preparation of the article, significant contribution to the concept and design of the study, analysis and interpretation of data. Khramova E.P.: Responsible for conducting the biochemical analysis, methodological support. Petrov A.F.: Responsible for conducting the biochemical analysis, methodological support.

Conflict of interest. All authors declare that they have no conflicts of interest.

For citation: Fotev Yu.V., Khramova E.P., Petrov A.F. The biochemical properties of new for Russia vegetable crops in relation to their non-traditional use. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(2):54-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-54-60>

Received: 21.01.2025
Accepted for publication: 20.02.2025
Published: 15.04.2025

Биохимические особенности новых для России овощных культур в связи с их нетрадиционным использованием

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Новые для России овощные культуры (вигна, кивано, момордика и бенинказа), расширяя свой сортимент и завоевывая внимание потребителей, постепенно увеличивают свою значимость в растениеводческой отрасли страны. Исследование биохимической ценности не только плодов этих культур, но и ранее нетрадиционных для использования в пищу частей фитомассы (листья, воск) может не только более полно обосновать их потребительские качества, но также увеличить эффективность производства и повысить охват пищевых предпочтений потребителей такой продукции.

Цель исследования – рассмотреть с позиции питательной ценности возможность нетрадиционного использования в условиях Сибири новых для России овощных культур в качестве функциональных продуктов питания.

Материалы и методы. Использовали 7 сортообразцов вигны, кивано, момордики и бенинказы из «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» УНУ № USU 440534 ЦСБС СО РАН, растения которых выращивали в условиях пленочной необогреваемой теплицы (54°49'33" с. ш. 83°06'34" в. д.) в почвогрунте на основе верхового торфа из семян, репродуцированных ранее в этих же условиях. Использовали стандартные методы анализа содержания аскорбиновой кислоты, пектинов. Содержание макро- и микроэлементов в плодах (в мезокарпии и экзокарпии) определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ), другими стандартными методами.

Результаты. В экзокарпии плодов кивано отмечено значительное, в 2-10 раз более высокое накопление Са (18 246 мкг/г), по сравнению с другими исследованными культурами. Установлено высокое содержание Fe в мезокарпии и, особенно, в воске плодов бенинказы – 141,6 и 473,2 мкг/г, соответственно. Количество аскорбиновой кислоты в листьях в 1,9-2,6 раза превышало этот же показатель в плодах. Самое высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено в листьях образцов вигны: Zinder – 98,35 мг% и сорта Юньнаньская – 91,18 мг%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

вигна, кивано, момордика, бенинказа, плоды, листья, биохимический анализ

The biochemical properties of new for Russia vegetable crops in relation to their non-traditional use

ABSTRACT

Relevance. New for Russia vegetable crops (vigna, kiwano, bitter melon and wax gourd), expanding their range and winning the attention of consumers, gradually increase their importance in the plant growing industry of the country. The study of the biochemical value of not only the fruits of these crops, but also previously non-traditional for food parts of the phytomass (leaves, wax on fruits) can not only more fully substantiate their consumer qualities, but also increase the efficiency of production and increase the coverage of food preferences of consumers of such products.

The aim of the study is to consider from a nutritional value position the possibility of non-traditional use in Siberia of new for Russia vegetable crops as functional food.

Materials and Methods. Seven varieties of vigna, kiwano, bitter melon and wax gourd from the "Collection of living plants in open and closed ground" UNU No. USU 440534 of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS were used. The plants were grown in an unheated film greenhouse (54°49'33" N 83°06'34" E) in soil based on high-moor peat from seeds reproduced earlier in the same conditions. Standard methods for analyzing the content of ascorbic acid and pectins were used. The content of macro- and microelements in fruits (mesocarp and exocarp) was determined by X-ray fluorescence analysis using synchrotron radiation (XRF SR) and other standard methods.

Results. In the exocarp of kiwano fruits, a significant, 2-10 times higher accumulation of Ca (18,246 µg/g) was noted, compared to other studied crops. A high content of Fe was found in the mesocarp and, especially, in the wax of wax gourd fruits – 141.6 and 473.2 µg/g, respectively. The amount of ascorbic acid in the leaves was 1.9-2.6 times higher than the same indicator in the fruits. The highest content of ascorbic acid was noted in the leaves of vigna accessions: Zinder – 98.35 mg% and cv. Yunnanskaya – 91.18 mg%.

KEYWORDS:

vigna, kiwano, bitter melon, wax gourd, fruits, leaves, biochemical analysis

Введение

Особенностью рациона питания современного человека является значительное однообразие используемых для приготовления пищи видов растений по сравнению с более ранними периодами человеческой истории [1]. Тем не менее, в настоящее время в мире выращивается 402 овощные культуры, относящиеся к 69 семействам и 230 родам [2]. По другим данным [3], в мире насчитывается более 1200 видов овощных растений, относящихся к 78 семействам, из которых культивируют около 600 видов. В России ассортимент этих культур значительно уже. По некоторым оценкам [4], в России лишь 6 видов овощных культур (капуста, томат, огурец, морковь, свекла и лук репчатый) обеспечивают свыше 80 % продукции товарного овощеводства. По мнению А.В. Солдатенко с соавт. (2019) [5], «видовое разнообразие овощных растений в России практически не используется, однако за счет интродукции и селекции расширение их ассортимента в стране представляется возможным». Сужение ассортимента выращиваемых видов растений сопровождается также обеднением их биохимического состава. За рубежом данные за 50 лет показывают снижение содержания Са в группе из 16 овощных культур в среднем на 23%, Fe – на 27% [6]. По группе микроэлементов скорость снижения содержания достигают 0,2-0,3% в год. В Сибирском регионе из-за обеднения почв усиливается биогеохимическая проблема дефицита в продукции Co, Cu, Mn, Zn [7], что отражается и на содержании некоторых вторичных метаболитов, синтезируемых в растении при их участии. Констатируется, что среди населения России широко распространены различные отклонения в пищевом статусе, в числе которых дефицит витаминов и минералов [8]. Нехватка этих веществ не только приводит к физиологическим нарушениям, но и вносит свой вклад в клиническую картину других соматических заболеваний, а в ряде случаев сама служит причиной болезни.

Отмечается значительная внутривидовая и экологическая изменчивость по содержанию макро- и микроэлементов у образцов вигны (*Vigna unguiculata*) [9], витамина С, каротиноидов и ликопина у томата (*Lycopersicon esculentum*) [10]. Интродукция и селекция новых для России овощных культур и сортов, впервые включенных в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию – спаржевой вигны, кивано, момордики и бенинказы, способны сформировать для взыскательных потребителей «нишу» продукции с высоким содержанием функциональных пищевых ингредиентов (ФПИ) [1; 11].

Использование новых (нетрадиционных) для России овощных культур может включать не только их «традиционное» с точки зрения региона/страны происхождения использование, например, только плодов, но и других частей растения, отличающихся высоким содержанием отдельных ФПИ. Так, данные, полученные Hall et al. [12] показали, что листья вигны и момордики содержат большое количество незаменимых аминокислот: лизина, лейцина и изолейцина, умеренное количество валина, треонина и фенилаланина и незначительное количество метионина и триптофана. В африканских странах листья вигны потребляют в качестве заменителя мяса [13].

У другой культуры – кивано, происходящей из Южной Африки, в Зимбабве помимо зрелых и незрелых плодов используют в пищу листья, которые моют и готовят как шпинат, а также используют для приготовления противовоспалительных компрессов [14]. Сообщается, что кивано рекомендуют в качестве лекарственного растения при сердечно-сосудистых заболеваниях, кроме того, обладающего антидиабетической, противоязвенной, антиоксидантной, противовоспалительной и антивирусной активностью [15]. Есть серьезные основания для исследования биоактивных пептидов и гидролизатов белка в семенах этой культуры, обладающих биофункциональной активностью [16]. В кожуре кивано, представляющей собой экзокарпий и часть мезокарпия плода, основными биоактивными соединениями являются флавоноиды и танины, но также обнаружены алкалоиды, стероиды и гликозиды [17]. Предлагается использование экстракта кожуры плодов кивано в качестве потенциального антиоксиданта и противогрибкового средства.

Резюмируя большой обзор по использованию бенинказы [18], его авторы констатировали, что эта культура используется в традиционной медицине Юго-Восточной Азии для лечения неврологических заболеваний, заболеваний почек, лихорадки и кашля, а также для борьбы с кишечными гельминтами. В Бангладеш, Индии и Непале в пищу помимо плодов употребляются в качестве зеленых овощей молодые побеги и листья растения [19]. Основные биоактивные соединения, содержащиеся в *Benincasa hispida*, – флавоноиды, алкалоиды, танины, сапонины и полифенолы обладают противовоспалительными, цитотоксическими и противораковыми свойствами [20]. Плоды многих сортов бенинказы в зрелом виде покрыты воском (см. рис. 1) в разной степени – от почти полного отсутствия до значительного (1,92 г/плод) как у сорта Акулина [21]. Химический состав его малоизучен. Известно, что в его составе в качестве основного компонента содержится редкий пентациклический тритерпен изомультифлоренол [22], обладающий высокой биологической активностью.

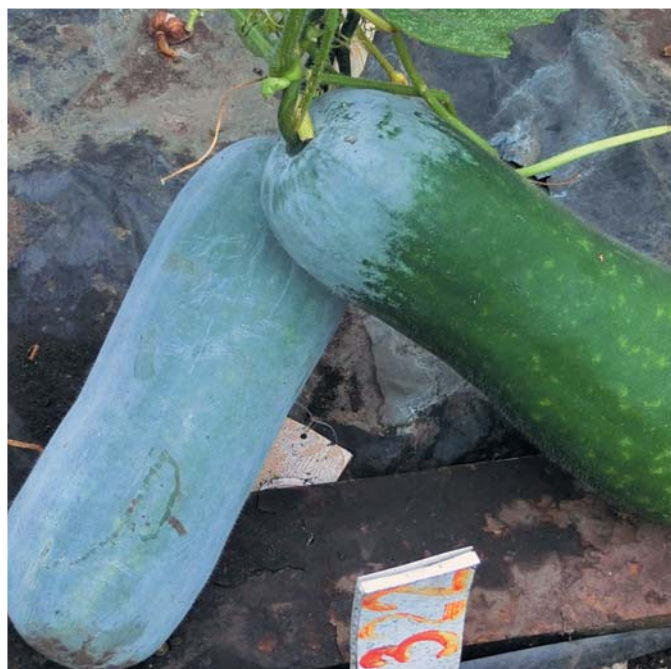


Рис. 1. Воск на поверхности плода бенинказы
Fig. 1. Wax on the surface of the wax gourd fruit

Цель работы – рассмотреть с позиции питательной ценности возможность нетрадиционного использования в условиях Сибири новых для России овощных культур в качестве функциональных продуктов питания.

Объекты и методы исследований

В качестве материала для исследования использовали образцы видов овощных растений из коллекций ФИЦ Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) и «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» УНУ № USU 440534 Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ЦСБС СО РАН), растения которых выращивали в условиях пленочной необогреваемой теплицы ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск (54°49'33" с. ш. 83°06'34" в. д.) из семян, репродуцированных ранее в этих же условиях.

В качестве объекта исследований использовали плоды, листья и семена спаржевой вигны (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *sesquipedalis* (L.) Verdc., cv. Сибирский размер, Юньнаньская), плоды и листья вигны «коровий горох» (*V. unguiculata* subsp. *unguiculata* (L.) Walp., cv. Красно-пестрая) и вигны «катыан» (*V. unguiculata* ssp. *cylindrica* (L.) Verdc., Zinder), плоды кивано (*Cucumis metuliferus* E.Mey, cv. Зелёный дракон), момордики (*Momordica charantia* L., cv. Гоша), плоды и воск на поверхности плодов бенинказы (*Benincasa hispida* (Thunb) Cogn., cv. Акулина), пчелиный воск с местной пасеки. При определении видовой принадлежности образцов вигны использовали Международный классификатор видов рода *Vigna* Savi [23]. Для сравнения использовали также плоды сортов традиционных для России культур – томата сорта Дельта 264 и огурца F₁ Регина.

Растения выращивали на тепличном грунте, приготовленном на основе верхового торфа. Подкормки проводили один раз в три недели удобрением «Растворин» (марка 10-5-20-5) производства Буйского химического завода (<https://bhz.ru/>) по рекомендации к его использованию на овощных культурах.

Содержание макро- и микроэлементов в плодах (в мезокарпии и экзокарпии) определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ) на станции элементного анализа Сибирского Центра синхротронного и терагерцового излучения Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (накопитель ВЭПП-3, 2 ГэВ). Пробоподготовка включала высушивание и растирание образцов с формированием перед анализом спрессованной таблетки [24].

Массовую долю сухих веществ определяли по ГОСТ 33977-2016 термогравиметрическим методом. Массовую долю азота и белка определяли по ГОСТ 13496.4-93. Сущность метода заключается в разложении органического вещества пробы кипящей концентрированной серной кислотой с образованием солей аммония, переводе аммония в аммиак, отгонке его в раствор кислоты, количественном учете аммиака титриметрическим методом и расчете содержания азота в исследуемом материале.

При определении содержания Zn и Cu, а также Cd и Pb использовали инверсионно-вольтамперометрический метод по ГОСТ 33824-2016. Массовую долю Mg определяли по «Методике измерений массовой доли

катионов магния методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель" (М-04-65-2010). Массовую долю Fe измеряли атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 27998-88.

Содержание аскорбиновой кислоты определяли по реакции Тильманса [25]. Для определения пектиновых веществ (пектинов и протопектинов) использовали бескарбазольный спектрофотометрический метод, основанный на получении специфического желто-оранжевого окрашивания урсонных кислот с тимолом в сернокислой среде [26].

Статистическая обработка опытных данных выполнена стандартным способом с помощью программ статистических расчетов STATISTICA 12 и MINITAB 14.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты анализа овощных культур методом РФА СИ показали заметную разницу в накоплении элементов овощными культурами (см. таб. 1). Обращает на себя внимание повышенное, относительно плодов разных культур, накопление Fe, Mn, Cu воском на поверхности плода бенинказы, по некоторым элементам в несколько раз превышающее содержание в плодах разных культур, в том числе в мезокарпии бенинказы.

Отмечено повышенное в 2...29 раз, относительно других культур, накопление Mo плодами спаржевой вигны. Как известно, этот элемент входит в состав жизненно важных для организма молибденсодержащих ферментов, имеющих также важное значение для продвижения ряда терапевтических и диагностических стратегий при различных состояниях здоровья человека.

В нетрадиционном для использования в пищу экзокарпии плодов кивано отмечено значительное, в 2...10 раз более высокое накопление Ca, по сравнению с другими исследованными культурами. По содержанию Ca экзокарпии кивано оказался в 10 раз богаче этим элементом по сравнению с семенами фасоли (1700 мкг/г) [27] – его признанным источником среди растительных продуктов питания.

Содержание Mn в воске на поверхности плода бенинказы оказалось в 7...12 раз выше по сравнению с плодами огурца и томата. Аналогичное превышение над этими же культурами составило в плодах вигны 13...107% и момордики – 31...140%, соответственно. Установлено высокое содержание Fe в мезокарпии и, особенно, в воске плодов бенинказы – 141,6 и 473,2 мкг/г, соответственно, при содержании в плодах томата и огурца в 4 ... 12 раз меньше. Содержание Fe в мезокарпии плодов бенинказы в нашем исследовании оказалось на 40% выше, по сравнению с данными, полученными ранее в Юго-Восточной Азии [28], что, возможно связано с генотипическими отличиями образцов и эдафическими условиями.

В целом, по сравнению с плодами томата и огурца плоды спаржевой вигны, кивано, бенинказы и момордики содержали больше элементов из так называемого «кровотворного комплекса» (Co, Cu, Fe, Mn) [29].

Результаты кластеризации по сходству содержания элементов в фитомассе овощных культур с использованием метода Ward'a и расчетом евклидова расстояния

Таблица 1. Содержание макро- и микроэлементов в фитомассе вигны, кивано, момордики и бенинказы, определенное методом РФА СИ, мкг/г
 Table 1. Content of macro- and microelements in the phytomass of vigna, kiwano, bitter melon, and wax gourd, determined by the XRF SI method, µg/g

Культура	K	Ca	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Cr	Rb	Mo
Спаржевая вигна, сорт Сибирский размер (плоды)	18 290	4 046	16,2	50,2	0,03	1,9	36,5	20,4	3,1	5,47
Кивано (мезокарпий)	26 526	3 272	9,8	45,2	0,02	2,5	32,9	30,4	5,3	0,79
Кивано (экзокарпий)	38 315	18 246	11,3	51,8	0,03	3,1	46,3	23,1	5,7	1,90
Момордика (плоды)	22 150	1 876	18,7	51,8	0,04	5,4	57,6	20,2	4,0	0,98
Бенинказа (мезокарпий)	30 902	3 863	11,2	141,6	0,05	2,4	50,6	64,4	4,1	2,65
Бенинказа (воск на поверхности плода)	1592	4512	76,0	473,2	0,12	24,1	24,6	34,0	1,6	0,1
Пчелиный воск	52	92	2,5	126	0,15	2,2	2	5,0	–	–
Огурец, F1 Регина (плоды)	26 668	4 884	14,3	44,8	0,02	2,9	51,2	66,6	7,5	0,81
Томат, сорт Дельта 264 (плоды)	30 847	2 727	7,8	38,0	0,03	1,7	18,5	41,5	4,3	0,19
LLD, ppm, ср.знач.*	22	12	1	0,5	0,01	0,2	0,3	2	0,1	0,1
Суточная потребность, мкг/сутки [30]	3500 мг/сутки	1000 мг/сутки	2000	10000–18000	10	1000	12000	40	1500–5000 ¹	70

* LLD (Lower limit of detection) – нижний предел обнаружения элементов, ppm; ** – суточная потребность

показали возможность выделения 5-х кластеров по степени сходства (см. рис. 2). В I-й вошли вигна и момордика, во II-й – плоды кивано (мезокарпий) и плоды огурца; в III-й – бенинказа (мезокарпий) и плоды томата, в IV-й – кивано (экзокарпий) и в V – воск на поверхности плода бенинказы и пчелиный воск. Можно заметить, что нетрадиционные для использования в качестве пищевых продуктов экзокарпий плодов кивано, а также воск на поверхности плодов бенинказы и пчелиный воск сформировали отдельные кластеры, отражая, вероятно, присущий им химический состав/соотношение элементов.

Проведенный биохимический анализ листьев и плодов трех подвидов вигны показал значительную разницу в накоплении аскорбиновой кислоты (см. таб. 2). Количество аскорбиновой кислоты в листьях в 1,9 - 2,6 раза превышало этот же показатель в плодах. Самое высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено в листьях образца Zinder (*V. unguiculata* ssp. *cylindrica*) (см. рис. 3) и сорта Юньнаньская (*V. unguiculata* subsp. *sesquipedalis*). Содержание пектина и протопектина не имело четкой приуроченности к определенной части фитомассы. Максимальный выход водорастворимого пектина из листьев и плодов составлял 0,13 и 0,12 % соответственно. Наибольший выход протопектинов из листьев и плодов тех же образцов вигны составлял 1,71 и 1,57 %, соответственно.

Проведенный комплексный биохимический анализ содержания белка и элементный анализ плодов, листьев и семян вигны сорта Сибирский размер показал содержание и соотношение этих соединений в фитомассе (табл.

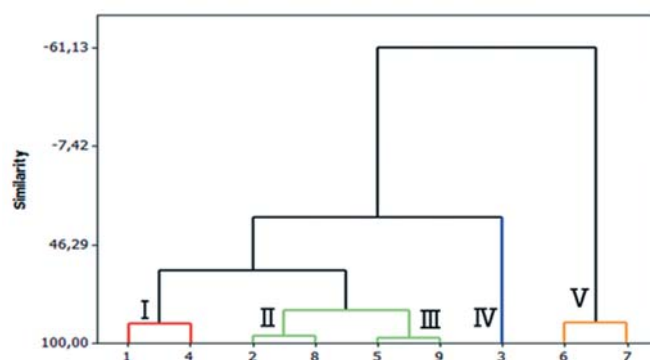


Рис. 2. Результаты кластерного анализа содержания элементов в фитомассе овощных культур с использованием метода Ward'a и расчетом Евклидова расстояния. 1. Спаржевая вигна, сорт Сибирский размер (плоды); 2 - Кивано (мезокарпий); 3. Кивано (экзокарпий); 4. Момордика (плоды); 5. Бенинказа (мезокарпий); 6. Бенинказа (воск на поверхности плода); 7. Пчелиный воск; 8. Огурец, F1 Регина (плоды); 9. Томат, сорт Дельта 264 (плоды). I - V – обозначения кластеров

Fig. 2. Results of cluster analysis of the content of elements in the phytomass of vegetable crops using Ward's method and calculation of the Euclidean distance

3). Самым высоким содержанием белка закономерно отличались семена (27,78%), однако листья этой культуры на 1/3 превосходили его содержание в плодах – 4,07 против 3,00%. Семена вигны содержали значительно больше Zn и Cu, по сравнению с листьями и плодами. Тем не менее, листья вигны превосходят плоды по содержанию Cu, накапливая одинаковое количество Zn. По содержанию железа листья в 4-5 раз уступали плодам и семенам.

¹ Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.). <https://upp.alregn.ru/pharmaceutical-industry/docs/inaya-poleznaya-informatsiya/MP%202.3.1.0253-21.pdf>

Таблица 2. Биохимический анализ листьев и плодов образцов вигны
Table 2. Biochemical analysis of vigna accessions leaves and fruits

Вид, подвид	Сорт, форма	Анализируемая часть фитомассы	Аскорбиновая к-та, мг%	Пектины, %	Протопектины, %
<i>V. ung. ssp. sesquip.</i>	Сибирский размер	листья	66,93	0,13	1,71
<i>V. ung. ssp. sesquip.</i>	Сибирский размер	плоды	34,58	0,11	0,83
<i>V. ung. ssp. sesquip.</i>	Юньнаньская	листья	91,18	0,10	0,97
<i>V. ung. ssp. sesquip.</i>	Юньнаньская	плоды	34,58	0,12	0,80
<i>V. ung. ssp. ung.</i>	Форма Красно-пестрая	листья	67,90	0,07	0,95
<i>V. ung. ssp. ung.</i>	Форма Красно-пестрая	плоды	25,59	0,07	1,02
<i>V. ung. ssp. cyl.</i>	Zinder	листья	98,35	0,09	0,97
<i>V. ung. ssp. cyl.</i>	Zinder	плоды	38,65	0,12	1,57

Примечание. *V. ung. ssp. sesquip.* = *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc., *V. ung. ssp. ung.* = *Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata* (L.) Walp., *V. ung. ssp. cyl.* = *Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica* (L.) Verdc. Все показатели рассчитаны на сырую массу сырья



Рис. 3. Листья и плоды коллекционного образца Zinder (*V. unguiculata* ssp. *cylindrica*)
Fig. 3. Leaves and fruits of collection accession Zinder (*V. unguiculata* ssp. *cylindrica*)

Заключение

Исследованием установлено значительное, в 2...10 раз более высокое накопление Са в экзокарпии плодов кивано, по сравнению с другими исследованными культурами. Установлено высокое содержание Fe в мезокарпии и, особенно, в воске плодов бенинказы – 141,6 и 473,2 мкг/г, соответственно, при содержании в плодах томата и огурца в 4-12 раз меньше. Количество аскорбиновой кислоты в листьях в 1,9-2,6 раза превышало этот же показатель в плодах, при этом самое высокое содержание ее отмечено в листьях сортов Zinder (*V. unguiculata* ssp. *cylindrica*) и Юньнаньская (*V. unguiculata* subsp. *sesquipedalis*). Нетрадиционные для использования в качестве пищевых продуктов экзокарпий плодов кивано, а также воск на поверхности плодов бенинказы и пчелиный воск, формируя по

Таблица 3. Содержание белка и элементный состав плодов, листьев и семян спаржевой вигны (сорт Сибирский размер)
Table 3. Protein content and elemental composition of fruits, leaves and seeds of vigna (Sibirsky Razmer variety)

Биохимический показатель	Ед. изм.	Содержание в фитомассе			Метод определения
		плоды	листья	семена	
Массовая доля сухих веществ	%	10,0±0,6	20,0±0,6	90,6±2,7	ГОСТ 33977-2016
Массовая доля белка	%	3,00±0,14	4,07±0,17	27,78±0,82	ГОСТ 13496.4-93
Массовая доля белка на сухое вещество	%	30,07±0,90	20,35±0,62	30,66±0,91	ГОСТ 13496.4-93
Массовая доля Zn	мг/кг	2,8±0,8	3,0±0,8	25,0±7,0	ГОСТ 33824-2016
Массовая доля Cu	мг/кг	0,0011±0,0004	0,34±0,11	2,1±0,7	ГОСТ 33824-2016
Массовая доля Mg	%	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	М-04-65-2010
Массовая доля Fe	мг/кг	1,1±0,20	0,25±0,05	1,3±0,6	ГОСТ 27998-88

химическому составу отдельные группы (кластеры), могут, вероятно, отражать сходный их химический состав/соотношение элементов. Разные количественные различия в накоплении элементов и соотношение между ними в ранее «нетрадиционных» частях фитомассы могут сформировать практическую возможность их использования в

качестве биодобавок к традиционным продуктам питания, формируя нишу обогащенных и функциональных продуктов питания. Расширение их списка за счет «нетрадиционных» частей фитомассы способно не только увеличить эффективность производства, но и повысить охват пищевых предпочтений потребителей такой продукции.

• Литература

1. Фотев Ю.В. К методике интродукции теплолюбивых овощных растений в Сибири. Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2018;(4):104-118. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-104-118>
<https://elibrary.ru/yrcjcx>
2. Kays S.J. Cultivated vegetables of the world: a multilingual onomasticon. Wageningen: Academic Pub.:2011. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-720-2/>
3. Мамедов М.И. Овощеводство в мире: производство основных овощных культур, тенденция развития за 1993-2013 годы по данным FAO. Овощи России. 2015;(2):3-9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-3-9>
<https://elibrary.ru/ucccif>
4. Силко Е.А., Гумеров В.Р., Карпов А.Н., Тарасенко Д.С. Динамика производства и потребления овощной продукции в России. Экономика сельского хозяйства России. 2014;(9):44-51. <https://elibrary.ru/socvez>
5. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Тареева М.М. Некоторые итоги и перспективы селекции овощных культур. Известия ФНЦО. 2019;(1):27-38. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-1-27-38>
<https://elibrary.ru/advrll>
6. Davis D.R., Epp M.D., Riordan H.D. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. J. Am. Coll. Nutr. 2004;23(6):669-682. <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719409>
7. Сысо А.И. Тяжелые металлы в окружающей среде: масштабы и степень угрозы растениям, животным и человеку. В кн.: Тяжелые металлы в окружающей среде. Материалы II Международной школы молодых ученых. Новосибирск: НГАУ. 2017. С. 224-241. <https://elibrary.ru/zuvhqz>
8. Дроздов В.Н. Рациональное возмещение дефицита витаминов и микроэлементов. Лечебное дело. 2009;(3):34-40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnoe-vozmeshchenie-defitsita-vitaminov-i-mikroelementov> (дата обращения: 08.01.2025).
9. Фотев Ю.В., Шевчук О.М., Сысо А.И. Изучение вариабельности элементного состава семян сортообразцов *Vigna unguiculata* (L.) Walp. на юге Западной Сибири и в Крыму. Химия растительного сырья. 2021;(2):217-226. <https://doi.org/10.14258/jcprn.2021027543>
<https://www.elibrary.ru/pztznr>
10. Radzevičius A., Karklelienė R., Bobinas C., Viskelis P. Nutrition quality of different tomato cultivars. Zemdribyste. 2009;96(3):P.67-75.
11. Fotev Y., Artemyeva A. The concept of introduction and breeding of non-traditional vegetable plants in Siberia. BIO Web of Conferences. International Conferences "Northern Asia plant diversity: current trends in research and conservation", Novosibirsk. 6-12.09.2021. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20213800034>
12. Hall N., Nagy S., Barry R. Leaves for food: protein and amino acid contents of leaves from 23 tropical and subtropical plants. Proceedings of the annual meeting: ub 15. 1976;88:486-490.
13. Mekonnen, T.W., Gerrano, A.S., Mbuma, N.W., Labuschagne, M.T. Breeding of vegetable cowpea for nutrition and climate resilience in Sub-Saharan Africa: progress, opportunities, and challenges. Plants. 2022;11:1583. <https://doi.org/10.3390/plants11121583>
14. Bester S., Condry G. *Cucumis metuliferus* E. Mey. ex Naudin. Flower Plants Afr. 2013;63:56-64.
15. Usman J.G., Sodipo O.A., Kwaghe A., Sandabe U.K. Uses of *Cucumis metuliferus*: a review. Cancer Biol Ther. 2015;5(1):24-34.
16. Vieira E., Grosso C., Rodrigues F., Moreira M., Fernandes V., Delerue-Matos C. Bioactive compounds of horned melon (*Cucumis metuliferus* E. Meyer ex Naudin). In: Bioactive compounds in underutilized vegetables and legumes, Reference Series in Phytochemistry. Eds.: H.N. Murthy, K.Y. Paek. Switzerland: Springer Nature AG. 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-57415-4_21.
17. Šeregelj V., Šovljanski O., Tumbas Šaponjac T.V., Vulić J., Četković G., Markov S., Čanadanović-Brunet J. Horned Melon (*Cucumis metuliferus* E. Meyer Ex. Naudin) – current knowledge on its phytochemicals, biological benefits, and potential applications. Processes. 2022;10:94. <https://doi.org/10.3390/pr10010094>.
18. Islam M.T., Quispe C, El-Kersh D.M., Shill M.C., Bhardwaj K., Bhardwaj P., Sharifi-Rad J., Martorell M., Hossain R., Al-Harrasi A., Al-Rawahi A., Butnariu M., Rotariu L.S., Suleria H., Taheri Y., Docea A.O., Calina D., Cho W.C. A Literature-Based Update on *Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.: Traditional Uses, Nutraceutical, and Phytopharmacological Profiles. Oxid Med Cell Longev. 2021;10:6349041. <https://doi.org/10.1155/2021/6349041>
19. Zaini N.A.M., Anwar F., Hamid A.A., Saari N., Kundur [Benincasa hispida (Thunb.) Cogn.]: a potential source for valuable nutrients and functional foods. Food Res. Int. 2011;44:2368-2376.
20. Singh S., Gohil K.J., Singh M.P. Pharmacological update on *Benincasa hispida* (Thunb.): A review. Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine. 2024;100478. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2024.100478>
21. Фотев Ю.В., Белоусова В.П. Бенинказа. В кн.: Интродукция нетрадиционных плодово-ягодных и овощных растений в Западной Сибири. Новосибирск: Издательство «Гео». 2013:220-233.
22. Wollenweber E., Gaydou E.M. A rare triterpene as major constituent of the "wax" on fruits of *Benincasa hispida*. Indian drugs. 1991;28(10):1-3.
23. Бурляева М.О., Гуркина М.В., Чебукин П.А., Киселева Н.А. Международный классификатор видов рода *Vigna* Savy. СПб: ВИР. 2016.
24. Трунова В.А., Зверева В.В. Метод рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения: объекты исследования. Журнал структурной химии. 2016;57(7):1401-1407. <https://doi.org/10.15372/JSC20160705>
<https://www.elibrary.ru/wzviml>
25. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. Ленинград: Агропромиздат. 1987.
26. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ. Труды Никитского ботанического сада. 1989;109:128-137.
27. Azizirram Z., Cheghamirza K., Zarei L., Beheshti-Alagha A. Chemical and morphological characteristics of common bean seed and evaluating genetic advance in commercial classes. Cellular and Molecular Biology. 2021;67(6):89-99. <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2021.67.6.13>
28. Marr K., Xia Y.-M., Bhattarai N. Allozymic, Morphological, Phenological, Linguistic, Plant Use, and Nutritional Data of *Benincasa hispida* (Cucurbitaceae). Economic Botany. 2007;61:44-59. <https://doi.org/10.1663/0013-0001>
29. Круглов Д. С. Индивидуальная изменчивость элементного состава надземной части *Pulmonaria mollis* Hornem. Химия растительного сырья. 2010;1:131-136. <https://www.elibrary.ru/lrhjsh>
30. Барашков В.А., Копосова Т. С., Белых А. И., Лукина С.Ф., Морозова Л.В., Соколова Л.В. Химические элементы в организме человека: справочные материалы. Архангельск: Издательство Поморского государственного университета им. М. В. Ломоносова. 2001.

References

1. Fotev Y.V. On the methodology of introducing heat-loving vegetable plants in Siberia. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2018;(4):104-118. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-104-118> <https://elibrary.ru/yrcjcx> (in Russ.)
2. Kays S.J. Cultivated vegetables of the world: a multilingual onomasticon. Wageningen: Academic Pub.:2011. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-720-2/>
3. Mamedov M. I. Vegetable growing in the world: production of major vegetable crops, development trends for 1993-2013 according to FAO data. *Vegetable crops of Russia ("Ovoshchi Rossii")*. 2015;(2):3-9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-3-9> <https://elibrary.ru/ucccif> (in Russ.)
4. Silko E.A., Gumerov V.R., Karpov A.N., Tarasenko D.S. Dynamics of production and consumption of vegetable products in Russia. *Economics of Agriculture of Russia*. 2014;(9):44-51. (in Russ.) <https://elibrary.ru/socvez>
5. Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Tareeva M.M. Some results and prospects of vegetable crop breeding. *News of Federal Scientific Vegetable Center (Izvestiya of FSVC)*. 2019; (1):27-38. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-1-27-38>. (in Russ.) <https://elibrary.ru/advrll>
6. Davis D.R., Epp M.D., Riordan H.D. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *J. Am. Coll. Nutr.* 2004;23(6):669-682. <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719409>
7. Syso A.I. Heavy metals in the environment: scale and degree of threat to plants, animals and humans. In: Heavy metals in the environment. *Proceedings of the II International School of Young Scientists*. Novosibirsk: NGAU. 2017. P. 224-241. <https://elibrary.ru/zuvhqz> (in Russ.)
8. Drozdov V.N. Rational compensation for deficiency of vitamins and microelements. *General medicine*. 2009;(3):34-40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnoe-vozmeschenie-defitsita-vitaminov-i-mikroelementov> (date of access: 08.01.2025). (in Russ.)
9. Fotev Y.V., Shevchuk O.M., Syso A.I. Study of variability of elemental composition of seeds of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. accessions in the south of Western Siberia and in Crimea. *Chemistry of plant raw materials*. 2021;(2):217-226. <https://doi.org/10.14258/jcpwm.2021027543>. (in Russ.) <https://www.elibrary.ru/pztznr>
10. Radzevičius A., Karklelienė R., Bobinas C., Viskelis P. Nutrition quality of different tomato cultivars. *Zemdirbyste*. 2009;96(3):P.67-75.
11. Fotev Y., Artemyeva A. The concept of introduction and breeding of non-traditional vegetable plants in Siberia. BIO Web of Conferences. International Conferences "Northern Asia plant diversity: current trends in research and conservation", Novosibirsk. 6-12.09.2021. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20213800034>
12. Hall N., Nagy S., Barry R. Leaves for food: protein and amino acid contents of leaves from 23 tropical and subtropical plants. *Proceedings of the annual meeting: ub 15*. 1976;88:486-490.
13. Mekonnen, T.W., Gerrano, A.S., Mbuma, N.W., Labuschagne, M.T. Breeding of vegetable cowpea for nutrition and climate resilience in Sub-Saharan Africa: progress, opportunities, and challenges. *Plants*. 2022;11:1583. <https://doi.org/10.3390/plants11121583>
14. Bester S., Condry G. *Cucumis metuliferus* E. Mey. ex Naudin. *Flower Plants Afr.* 2013;63:56-64.
15. Usman J.G., Sodipo O.A., Kwaghe A., Sandabe U.K. Uses of *Cucumis metuliferus*: a review. *Cancer Biol Ther.* 2015;5(1):24-34.
16. Vieira E., Grosso C., Rodrigues F., Moreira M., Fernandes V., Delerue-Matos C. Bioactive compounds of horned melon (*Cucumis metuliferus* E. Meyer ex Naudin). In: Bioactive compounds in underutilized vegetables and legumes, Reference Series in Phytochemistry. Eds.: H.N. Murthy, K.Y. Paek. Switzerland: Springer Nature AG. 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-57415-4_21.
17. Šeregelj V., Šovljanski O., Tumbas Šaponjac T.V., Vulić J., Četković G., Markov S., Čanadanović-Brunet J. Horned Melon (*Cucumis metuliferus* E. Meyer Ex. Naudin) – current knowledge on its phytochemicals, biological benefits, and potential applications. *Processes*. 2022;10:94. <https://doi.org/10.3390/pr10010094>.
18. Islam M.T., Quispe C, El-Kersh D.M., Shill M.C., Bhardwaj K., Bhardwaj P., Sharifi-Rad J., Martorell M., Hossain R., Al-Harrasi A., Al-Rawahi A., Butnariu M., Rotariu L.S., Suleria H., Taheri Y., Docea A.O., Calina D., Cho W.C. A Literature-Based Update on *Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.: Traditional Uses, Nutraceutical, and Phytopharmacological Profiles. *Oxid Med Cell Longev*. 2021;10:6349041. <https://doi.org/10.1155/2021/6349041>
19. Zaini N.A.M., Anwar F., Hamid A.A., Saari N., Kundur [Benincasa hispida (Thunb.) Cogn.]: a potential source for valuable nutrients and functional foods. *Food Res. Int.* 2011;44:2368-2376.
20. Singh S., Gohil K.J., Singh M.P. Pharmacological update on *Benincasa hispida* (Thunb.): A review. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*. 2024;100478. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2024.100478>
21. Fotev Y.V., Belousova V.P. Benincasa. In: Introduction of non-traditional fruit, berry and vegetable plants in Western Siberia. Novosibirsk: Geo Publishing House. 2013: 220-233. (in Russ.)
22. Wollenweber E., Gaydou E.M. A rare triterpene as major constituent of the "wax" on fruits of *Benincasa hispida*. *Indian drugs*. 1991;28(10):1-3.
23. Burlyayeva M.O., Gurkina M.V., Chebukin P.A., Kiseleva N.A. International classifier of species of the genus *Vigna* Savy. St. Petersburg: VIR. 2016. (in Russ.)
24. Trunova V.A., Zvereva V.V. Method of X-ray fluorescence analysis using synchrotron radiation: objects of study. *Journal of Structural Chemistry*. 2016;57(7):1401-1407. <https://doi.org/10.15372/JSC20160705> (in Russ.) <https://www.elibrary.ru/wzvml>
25. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., et al. Methods of biochemical study of plants. Leningrad: Agropromizdat. 1987. (in Russ.)
26. Kriventsov V.I. Carbazole-free method of quantitative spectrophotometric determination of pectin substances. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*. 1989;109:128-137. (in Russ.)
27. Aziziaran Z., Cheghamirza K., Zarei L., Beheshti-Alagha A. Chemical and morphological characteristics of common bean seed and evaluating genetic advance in commercial classes. *Cellular and Molecular Biology*. 2021;67(6):89-99. <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2021.67.6.13>
28. Marr K., Xia Y.-M., Bhattarai N. Allozymic, Morphological, Phenological, Linguistic, Plant Use, and Nutritional Data of *Benincasa hispida* (Cucurbitaceae). *Economic Botany*. 2007;61:44-59. <https://doi.org/10.1663/0013-0001>
29. Kruglov D.S. Individual variability of the elemental composition of the aboveground part of *Pulmonaria mollis* Hornem. *Chemistry of plant raw materials*. 2010;1:131-136. (in Russ.) <https://www.elibrary.ru/lrhjsh>
30. Barashkov V.A., Kuposova T.S., Belykh A.I., Lukina S.F., Morozova L.V., Sokolova L.V. Chemical elements in the human body: reference materials. Arkhangelsk: Publishing house of Pomor State University named after M.V. Lomonosov. 2001. (in Russ.)

Об авторах:

Юрий Валентинович Фотев – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-0299-3689>, ID SCOPUS 57204771390, Researcher ID R-8406-2016, SPIN-код: 2741-5163, автор для переписки, fotev_2009@mail.ru

Елена Петровна Храмова – доктор биологических наук, SPIN-код: 8373-1260, elenakhramova2023@yandex.ru

Андрей Федорович Петров – доктор сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-4521-9087>, SPIN-код: 4731-5977, petrov190378@mail.ru

About the Authors:

Yu. V. Fotev – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0299-3689>, ID SCOPUS 57204771390, Researcher ID R-8406-2016, SPIN-code: 2741-5163, Corresponding Author, fotev_2009@mail.ru

Elena P. Khramova – Dr. Sci. (Biology), SPIN-code: 8373-1260, elenakhramova2023@yandex.ru

Andrey F. Petrov – Dr. Sci. (Agriculture), <https://orcid.org/0000-0002-4521-9087>, SPIN-code: 4731-5977, petrov190378@mail.ru