

УДК 635.649:581.19

СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИФЕНОЛОВ, АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ, КАРОТИНОИДОВ И АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛОДОВ *CAPSIUM CHINENSE* JACQ.

Мамедов М.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. лабораторией селекции и семеноводства пасленовых культур

Пышная О.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зам директора

Джос Е.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур

Байков А.А. – старший н.с. лаборатории интродукции, физиологии и биохимии и биотехнологии функциональных продуктов

Матюкина А.А. – научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» (ФГБНУ ВНИИССОК)

143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

E-mail: mubaris-mamedov@yandex.ru

Плоды *Capsicum chinense* Jacq. являются богатым источником фитохимических веществ, такие как витамин С, фенольные соединения, флавоноиды и каротиноиды, и занимают значительное место в кулинарии многих народов. Изучен пигментный состав, определена сумма каротиноидов, аскорбиновой кислоты и их вклад в формирование антиоксидантных свойств. Среди изученных образцов *C. chinense* как общее содержание каротиноидов, так и красных, и желтых пигментов варьирует значительно. Самое высокое содержание каротиноидов наблюдается у сорта Огненная дева с красной окраской плодов в фазе биологической спелости – 0,581 мг/г, у которого красных пигментов накапливается на 56% больше, чем желтых. В плодах образца Колокольчик накапливаются только желтые пигменты (0,319 мг/г). Наличие значительного количества красных пигментов, в 2,03 раза превышающих количество желтых у сорта Trinidad Scorpion Chocolate, в комплексе с белками, могли стать причиной формирования коричневой окраски. У образца Trinidad Dglahou наблюдается другая тенденция. Количество желтых пигментов в 1,5 раза больше, чем красных: 0,118 мг/г желтых и 0,077 мг/г красных пигментов. Содержание аскорбиновой кислоты не зависит от окраски плода. В плодах сорта Огненная дева накапливается наибольшее количество аскорбиновой кислоты – 301 мг%. Максимальное суммарное содержание антиоксидантов (ССА, мг.экв. ГК/г) выявлено у сорта Огненная дева – 2,65. Анализ зависимости содержания термостабильных антиоксидантов от общего их количества показал вклад неустойчивых к термическому воздействию антиоксидантов (в первую очередь аскорбиновой кислоты) на уровне, в среднем, 16%. Проведена сравнительная оценка уровня остроты и количественное содержание капсаицина в плодах органолептическим, спектрофотометрическим и ВЭЖХ методами. Интервал наблюдаемых концентраций капсаицина составил 1,0-7,5 мг/г сухой массы (ВЭЖХ), уровень остроты по шкале Сковилля – 17440-153120 SHU. Установлена прямая корреляция между органолептической оценкой остроты плодов перца и содержанием капсаицина, определенным спектрофотометрическим и ВЭЖХ методами.

Ключевые слова: полифенолы, каротиноиды, аскорбиновая кислота, *Capsicum chinense*, антиоксиданты, селекция.

В современных условиях полноценные продукты растительно-го происхождения, в том числе овощные, рассматриваются как эффективное средство для стимулирования и поддержания здоровья и снижения

риска возникновения многих заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ.

Часто в селекции той или иной культуры не учитывается природный потенциал накопления биологически

активных соединений. Последние годы предпринимаются первые робкие шаги в селекции растений по показателям на качество продукции. Одно из самых заметных новшеств в сельскохозяйственной науке – био-

фортификация – процесс обогащения основных пищевых продуктов растениеводства необходимыми витаминами и минералами с помощью селекции. До сих пор в России практически отсутствует производство овощей функционального назначения.

Род *Capsicum* включает пять окультуренных – *Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. pubescens* и около 25 подтвержденных диких видов. В России широко распространены сорта как сладкого, так и острого перца, относящиеся к виду *C. annuum* L. Но, в большинстве стран другие виды рода *Capsicum* также имеют важное экономическое значение.

Виды, относящиеся к роду *Capsicum*, окультурены со времен возникновения сельского хозяйства и использовались в пищу как минимум 8500 лет до нашей эры. Как отмечают исследователи, центром происхождения рода *Capsicum* является американский континент. Несмотря на то, что один из видов называется перец китайский, предполагающий азиатское происхождение, на самом деле центром происхождения *C. chinense* (*cumari*, *murupi*, *habanero*, *biquinho*) с огромным разнообразием форм является Амазонская низменность.

В настоящее время различные сорта и формы *C. chinense*, широко используются во многих регионах земного шара из-за их вкуса, аромата и особенно высокой питательной и диетической ценности. Они значительно различаются по форме, размеру, окраске, а также аромату и вкусу, так как они могут быть острыми, сладкими, пикантными, землистыми, придымленными и цветочными.

Плоды *Capsicum chinense* Jacq. являются богатым источником фитохимических веществ, таких как витамины А и С, фенольные соединения, флавоноиды и каротиноиды и занимают значительное место в кулинарии многих народов. Например, жгучие острые плоды перца широко потребляются в мексиканской кухне, – на

душу населения, в среднем, производится 7-9 кг, что делает его вторым наиболее потребляемым овощем после томата. Такая широкопотребляемая овощная культура с разносторонним потенциалом для профилактики здоровья человека, требует определения содержания и количества биологически активных соединений для лучшего понимания возможности их применения и повышения информированности потребителей.

Плоды перца, как и многих других овощных культур, являются источником важнейших биологических компонентов – антиоксидантов.

Антиоксиданты представляют интерес, поскольку они снижают количество свободных радикалов и активных форм кислорода в организме. Активные формы кислорода и другие свободные радикалы генерируются в организме как часть нормального клеточного метаболизма в ответ на воздействия факторов окружающей среды, такие как ультрафиолетовое облучение [1]. Накопление высокореактивных молекул в клетке может повредить клеточные компоненты, такие как липиды, мембраны, нуклеиновые кислоты и белки. Окислительный стресс может прямо или косвенно привести к человеческим болезням, таким как сердечно-сосудистые заболевания и рак. Тело человека оснащено системой антиоксидантной защиты, которая отключает высокореакционных свободных радикалов [2]. Один из наиболее практичных способов управления свободными радикалами в организме – диета. Пищевые антиоксиданты могут играть важную роль в защите клетки от повреждений, действуя как акцепторы свободных радикалов, с образованием синглетного кислорода и путем формирования комплексов с прооксидантными металлами [3].

Каротиноиды придают оранжевую и красную окраску овощам. Желто-оранжевая окраска плодов перца формируется пигментами α – и β –каротинами, зеаксантином,



Перец острый Огненная дева

лютеином и β -криптоксантином. β -каротин является углеводородным каротиноидом, широко встречающимся в хлоропластах высших растений, производным провитамина А и мощным антиоксидантом. Роль каротиноидов в профилактике рака связана с их антиоксидантными свойствами [4]. Perera, Yen [5] сообщают, что потребление богатых каротиноидами пищевых продуктов снижает частоту ряда заболеваний, таких как рак, сердечно-сосудистые заболевания, возрастная макулярная дегенерация, катаракта, болезни, связанные с ослабленной иммунной системой, а также других дегенеративных заболеваний.

Фенолы растений – это простые фенолы, флавоноиды, антоцианы, лигнаны и лигнины и танины. Антиоксидантная функция фенолов по своим свойствам сходна с таковой витаминов С, Е и β -каротина. Широко распространённые фенольные соединения, формируемые в острых сортах перца, как капсаицин, обладают мощным антимуtagenным и антиканцерогенным свойствами. Перец – единственная культура, которая является

сточником капсаицина. Фенольные соединения не формируются в организме человека и восполняются, в основном, с помощью пищи. Знания о питательной и лечебной роли биологически активных фенольных антиоксидантов имеет важное значение для разработки функциональных продуктов питания. Функциональные продукты – это обычные продукты с дополнительной пользой для здоровья.

Аскорбиновая кислота является необходимым питательным веществом для человека, она функционирует, в первую очередь, как антиоксидант в биологических системах, позволяя предотвратить дегенеративные процессы. Тестирование производных аскорбиновой кислоты на раковых клетках показали ее противоопухолевую активность [6]. Аскорбиновая кислота, которая встречается в большинстве фруктов и овощей также защищает от заболеваний сердца, высокого уровня холестерина, высокого кровяного давления и рака [4].

Генотип, условия окружающей среды (температура, интенсивность освещенности, продолжительность светового периода, минеральное питание и состав атмосферы) и агротехнические приемы (фаза спелости при уборке, система полива) влияют на биохимический состав плодов.

Цель исследования – определить уровень накопления полифенолов, каротиноидов и аскорбиновой кислоты в плодах различных генотипов *C. chinense Jacq.*, и их антиоксидантной активности в условиях зоны умеренного климата.

Материал и методы

Исследования с различными образцами *Capsicum chinense Jacq.* проведены в условиях неотапливаемых пленочных теплиц зоны умеренного климата. Растения выращивали с мая по октябрь. Агротехника выращивания общепринятая в условиях пленочных теплиц. Повторность четырехкратная, размещение делянок рендо-

мизированное. Площадь делянки 5 м². Число учетных растений 20 штук.

C. chinense Jacq. – кустарник высотой до 1,5 м. Цветки висячие, по 2 или более на каждом узле, бледно-белые, иногда с небольшим зеленым оттенком. Плоды округлые или удлинённые с волнистой поверхностью, висячие. Окраска плодов от красно-коричневых до кремовых.

Исследованы образцы различного эколого-географического происхождения.

Для определения содержания биологически активных компонентов с каждого образца отбирали по 10-50 спелых плодов (в зависимости от размера плода) с двух наиболее типичных растений. Плоды высушивали до постоянной массы. 5 г плодов помещали в 100 мл колбу, содержащую 5 мл этанола, плотно закрывали и помещали на водяную баню при 80°C на 4 часа, периодически перемешивая. Затем образцы охлаждали, супернатант фильтровали и хранили при 5°C до начала анализа.

Содержание капсаицина определяли методом ВЭЖХ: подвижная фаза ацетонитрил – вода 50:50, скорость потока 0,9 мл/мин, температура колонки 60°C, температура образца 20°C, длина волны 222 нм. Колонка C18, размеры колонки 15x4,6, размер частиц 3 мкм, и спектрофотометрически [7]. Показатель остроты перца устанавливали органолептически и по шкале Сковилла. Максимум поглощения капсаицина и дигидрокапсаицина соответствует 281 нм, что позволяет определять эти капсаициноиды одновременно и спектрофотометрически [7].

Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) определяли амперометрическим методом [8], адаптированным для определения как гидрофильных, так липофильных фракций. Результат выражали в эквивалентах галловой кислоты – мг.экв.ГК/г. Для получения экстрактов из растительной ткани использовали: спирт этиловый 80% (9,10); смесь ацетона и эти-

лового спирта (1:1 v/v) [11]. В случае использования спирта этилового, 80%, анализ проводили в двух вариантах. В первом варианте измельченный в растворе растительный материал помещали в пробирки с крышками и нагревали при 60°C на водяной бане в течение 60 мин [9]. Во втором варианте стадию с нагревом пропускали [10], также поступали при экстракции смесью ацетона и этилового спирта. Далее гомогенат центрифугировали при 10000 г 15 мин при 4°C. Аликвоту супернатанта использовали для определения содержания антиоксидантов, при необходимости разбавляя. Измерения проводили на приборе «Цвет-Яуза-01-АА» в постоянно-токовом режиме.

Содержание пигментов определяли спектрофотометрическим методом. Для определения пигментов образцы гомогенизировали в ацетоне и оставляли на 1 час при температуре 5°C в темноте. Затем гомогенат фильтровали, или центрифугировали и измеряли оптическую плотность супернатанта.

Для определения пигментов использовали подход, предложенный Hornero-Mendez et al. [12]. Он основан на свойствах хромофоров каротиноидов, которые позволяет сгруппировать их в два изохромных семейства: желтые и красные пигменты. Содержание каждой изохромной фракции, общее содержание каротиноидов и соотношение изохромных фракций определяли по формулам, предложенной Сапожниковой и др. [13].

Содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты определяли йодометрическим методом, основанном на титровании аскорбиновой кислоты в окрашенных экстрактах йодатом калия в кислой среде в присутствии йодистого калия и крахмала [13]. Сухое вещество определяли методом высушивания в сушильном шкафу, до постоянной абсолютно сухой массы в течение двух суток при температуре 85°C.

1. Уровень остроты и содержание капсаицина у образцов *C. chinense* Jacq.

Образец, вид	Острота, в баллах	Содержание капсаицина, мг/г сухой массы		Шкала Сквилля (SHU)
		Спектрофотометрически	ВЭЖХ	
Habolokia	8-9	5,79	5,3	92640
Burkina Yellow	10	6,34	4,03	101440
Scorpion Morouga Trinidad	10	6,57	5,52	105120
Caimarca	1	1,09	1,0	17440
Lanterna	2	1,38	1,1	22080
Trinidad Scorpion Chocolate	9-10	9,04	7,1	144640
Trinidad Dglahou	10	9,57	7,5	153120
Maldivian	10	8,57	6,5	137120
Beni Highlands	3	1,36	1,29	23360

Статистическую обработку результатов проводили с помощью ПО Origin Pro 9.0.

Результаты исследований

Плоды перца (*Capsicum* sp.), как известно, богаты микроэлементами и биологически активными соединениями и признаны полезными для здоровья. Фенольные соединения являются важной группой вторичных метаболитов, синтезируемых в растениях, и повышают адаптивность растений к биотическим и абиотическим стрессорам (инфекции, ранения, водный стресс, высокий освещенность). Уровень их значительно меняется в процессе роста и созревания плодов и определяет остроту, жгучесть, терпкость вкуса и окраску.

В таблице 1 представлен уровень остроты образцов перца, установленный органолептическим, спектрофо-

тометрическим и ВЭЖХ методами. Средние концентрации капсаицина в исследуемых образцах находились в интервале концентраций 1,0-9,57 мг/г сухой массы. Наиболее острые образцы Trinidad Scorpion Chocolate, Trinidad Dglahou, Maldivian соответствовали 137000-153000 SHU, в то время как сорта с показателями 17400-23300 SHU были отнесены к группе умеренно острых. Наименьшее количество капсаицина, установленное для образца *C. chinense* из Перу, обусловлено, по-видимому, тем, что плоды были собраны в фазу технической спелости, когда содержание капсаицина еще не достигло максимума (табл.1). Полученные результаты соответствуют известным литературным данным по содержанию капсаицина в плодах *C. chinense* Jacq.

Исследованиями установлено, что

содержание капсаицина, определенное спектрофотометрическим методом, выше, чем ВЭЖХ. Действительно, в коротковолновой области спектра (около 280 нм) наблюдается максимум поглощения не только капсаицина, дигидрокапсаицина и нордигидрокапсаицина, но и некоторых других природных соединений. Поскольку спектрофотометрический метод не предусматривает выделение чистого капсаицина, то он дает завышенные результаты. Тем не менее, следует отметить, что в целях быстрой оценки сортообразцов и отбора индивидуальных растений с высоким содержанием капсаицина спектрофотометрический метод более удобен благодаря простоте и малому времени анализа.

Следует отметить, что органолептические исследования позволяют не только отличать интенсивность остро-

2. Содержание красных, желтых пигментов и их соотношение в плодах различных образцов *C. chinense* Jacq.

Название образца	Окраска плода в фазе тех./биол. спелости	Содержание каротиноидов, мг/г			соотношение пигментов красные/желтые
		желтые пигменты	красные пигменты	Σ красных и желтых пигментов	
Колокольчик	Темно-зеленая /желтая	0,318±0,016	0,001	0,319±0,016	0,01
Trinidad Dglahou	Черная /красная	0,119±0,006	0,077±0,004	0,196±0,010	0,65±0,03
Trinidad Scorpion Chocolate	Черная /коричневая	0,088±0,004	0,179±0,009	0,267±0,013	2,03±0,10
Огненная дева	Зеленая /красная	0,277±0,011	0,354±0,018	0,581±0,029	1,56±0,08

ты, но и воспринимать каждый капсаициноид по-разному. Органолептической оценкой обнаружено, что капсаицин, содержащийся в плодах, по-разному вызывает раздражение и жжение. У одних сортов это чувствуется передней частью рта и нёба, у других жжение ощущается немедленно после проглатывания и быстро сходит на нет, у третьих – жгучесть ощущается в середине рта и нёба, а у некоторых образцов, как в горле, так и на задней части языка. Различные комбинации капсаициноидов вызывают разное ощущение теплоты, и это у каждого сорта индивидуально. Кроме того, плоды перца острого, кроме жгучести, значительно различаются как по вкусу, так и по аромату. Кисло-сладкий, сладко-кислый, горький, шоколадный, миндальный, апельсиновой кожуры, черной смородины и др. – часто встречающиеся вкусовые ощущения плодов перца острого у разных сортов.

Каротиноиды – это жирорастворимые антиоксиданты, накапливающиеся во многих овощах. Отдельные овощные культуры характеризуются особыми механизмами биосинтеза каротиноидов, синтезируя строго специфические формы. Содержание красных и желтых пигментов определяет не только окраску (желтый, оранжевый, красный, коричневый или черный) плода, но и ее интенсивность.

Анализ содержания красных и желтых пигментов в плодах различных образцов *C. chinense* свидетельствует

о неповторимости количественного содержания каротиноидов.

Среди изученных образцов *C. chinense* как общее содержание каротиноидов, так и содержание красных и желтых пигментов варьирует значительно. Самое высокое содержание каротиноидов наблюдается у сорта Огненная дева с красной окраской плодов в фазе биологической спелости – 0,581 мг/г, у которого красных пигментов накапливается на 56% больше, чем желтых. У образца Колокольчик (желтая окраска) в плодах накапливаются только желтые пигменты – 0,318 мг/г.

Наличие значительного количества красных пигментов, в 2,03 раза превышающих количество желтых у сорта *Trinidad Scorpion Chocolate*, в комплексе с белками, могли стать причиной формирования коричневой окраски. У образца *Trinidad Dglaoui* наблюдается другая тенденция. Количество желтых пигментов 1,5 раза больше, чем красных: 0,119 мг/г желтых и 0,077 мг/г красных пигментов. Но при созревании плоды этого образца приобретают красную окраску. У обеих этих форм окраска плодов в фазе технической спелости темно-фиолетовая, почти черная. По мнению Ong et al. [14], пигменты обеспечивают различную окраску плодов от желтого до темно-красного, а в комплексе с белками могут давать зеленое и голубое окрашивание.

Среди овощных культур самое

высокое содержание аскорбиновой кислоты наблюдается в плодах перца. Потребление 100 г свежих плодов перца способно обеспечить 100-200% от рекомендуемой дневной нормы аскорбиновой кислоты.

Содержание аскорбиновой кислоты значительно варьирует и не зависит от окраски плода. В плодах сорта Огненная дева накапливается наибольшее количество аскорбиновой кислоты – 301 мг%.

Суммарное содержание антиоксидантов определяли двумя методами и между методами значительных различий не наблюдается. Огненная дева накапливает значительно больше (на 40,8-56,8%) антиоксидантов, в сравнении с другими образцами. Максимальное суммарное содержание антиоксидантов (ССА, мг.экв. ГК/г) среди образцов отмечено именно у этого сорта – 2,65 (табл. 3).

Анализ зависимости содержания термостабильных антиоксидантов от общего их количества при экстракции 80% этанолом при 60°C/60мин показал, что вклад неустойчивых к термическому воздействию антиоксидантов (в первую очередь, аскорбиновой кислоты) в среднем составляет 16%.

Очевидно, что селекция овощных культур по показателю антиоксидантной активности требует тщательного изучения не только накопления отдельных биохимических субстанций, но и вопроса взаимосвязи компонентов этих природных антиоксидан-

3. Содержание антиоксидантов в плодах различных образцов *C. chinense* Jacq.

Название образца	Острота, балл	ССА, мг. экв. ГК/г			Аскорбиновая кислота, мг%	Сухое вещество, %
		ацетон/этанол 1:1 v/v	этанол, 80%	этанол 80%, 60°C/60 мин		
Колокольчик	9	1,44±0,07	1,37±0,07	1,19±0,06	202±14	13,1±0,7
Trinidad Dglaoui	10	1,26±0,06	1,17±0,06	0,90±0,05	176±12	12,8±0,6
Trinidad Scorpion Chocolate	10	1,01±0,05	1,08±0,05	0,83±0,04	178±12	12,2±0,6
Огненная дева	8	1,85±0,09	2,65±0,13	2,03±0,10	301±21	16,3±0,8

4. Морфологическая и биохимическая характеристика сорта перца острого Огненная дева

Сорт	Острота, балл	Капсаицин, мг/г с.м.	β -каротин, мг/г с.м.	Масса плода, г.	Число плодов, шт./раст.	Продуктивность, кг/раст.
Огненная дева	8	0,62	0,107	8-15	50-60	0,4-0,6

тов. Оценка уровня накопления различных компонентов с высокими антиоксидантными свойствами позволяет выделить богатые источники, и включить их в качестве исходного материала в селекционный процесс.

В результате проведенных исследований установлено, что изученные образцы по содержанию фенольных соединений, каротиноидов, витамина С и других биологически активных компонентов, вкусу и аромату полностью удовлетворяют запросы потребителей. Однако все изученные образцы были позднеспелыми и за короткий период вегетации в условиях зоны умеренного климата не смогли реализовать свой потенциал продуктивности. Растения у них ширококораскидистые, с длинными междоузльями, ломкими ветвями, требующими дополнительной подвязки и формирования.

С применением различных схем скрещиваний (парные, ступенчатые, возвратные, насыщающие) и отбора из гибридных комбинаций создан сорт перца острого Огненная дева, с значи-

тельным накоплением биологически активных компонентов – капсаицина, витамина С и каротиноидов с высокими антиоксидантными свойствами, с жгучим вкусом и приятным ароматом.

В условиях необогреваемых пленочных теплиц у сорта Огненная дева накапливается: капсаицин – 0,62мг/г сухой массы, β -каротин – 0,107 мг/г сухой массы, витамина С – 301 мг% (табл.4).

Таким образом, установлено, что плоды изученных генотипов *Capsicum chinense* Jacq. являются богатым источником полифенолов, каротиноидов и аскорбиновой кислоты в условиях зоны умеренного климата. Их плоды можно употреблять в свежем виде или использовать в экстрактах для увеличения питательной ценности различных продуктов. Потребление плодов *Capsicum chinense* Jacq., накапливающих биологически активные компоненты с высокой антиоксидантной активностью может снижать заболеваемость человека некоторыми видами болезней.

POLYPHENOLS, ASCORBIC ACID AND CAROTENOIDS CONTENTS AND ANTIOXIDANT PROPERTIES IN FRUITS OF *CAPSICUM CHINENSE* JACQ.

Mamedov M.I., Pishnaya O.N.,
Dzhos Y.A., Baykov A.A., Matyukina A.A.

Federal State Budgetary Research Institution
'All-Russian Scientific Research Institute of vegetable
breeding and seed production'
143080, Russia, Moscow region, Odintsovo district, p.
VNIISOK, Selectionnaya st., 14
E-mail: mubaris-mamedov@yandex.ru

Capsicum chinense Jacq. is the rich source of phytochemical substances, such as vitamin C, phenolic compounds, carotenoids, and occupies a significant place in the cooking of many peoples. The pigment composition, the amount of carotenoids, ascorbic acid and their contribution to the formation of antioxidant properties were studied. The total content of carotenoids and red/yellow pigments varied greatly among the accessions of *C. chinense*. The highest content of carotenoids 0.581 mg/g was observed in the varieties 'Ognennaya Deva' with the red fruit color in the phase of biological ripeness, where red pigments accumulated 56% more than in yellow ones. Fruits of accessions 'Kolokolchik' only accumulated yellow pigments, 0.318 mg/g. Presence of significant amount, 2.03 times as much red pigments as yellow ones in the variety 'Trinidad Scorpion Chocolate', with protein complex could cause the formation of a brown fruit color. Another tendency was observed in 'Trinidad Dglahou'. The yellow pigment is 1.5 times as much amount as red, as estimated 0.119 mg/g of yellow and 0.077 mg/g of red pigment. The ascorbic acid content did not depend on the fruit color. Fruits of the 'Ognennaya Deva' accumulated the highest amount of ascorbic acid, 301 mg%. The maximum total antioxidant content, was detected in the variety 'Ognennaya Deva' 2.65 (TAC, mg.eq. GA/g). Analysis of the dependence of the content of thermo stable antioxidants to the total ones showed the contribution of the unstable antioxidants to thermal effects (particularly ascorbic acid) on the level of 16%, on average. A comparative assessment of the pungency level and quantitative capsaicin content in the fruit was carried out by organoleptic, spectrophotometric and HPLC methods. The intervals of observed concentrations of capsaicin were 1.0-7.5 mg/g of dry weight (HPLC), the level of pungency on the Scoville scale was 17440-153120 SHU. There was a direct correlation between the organoleptic assessment of the pepper fruit pungency and capsaicin content studied by spectrophotometry and HPLC methods.

Key words: polyphenols, carotenoids, ascorbic acid, *Capsicum chinense*, antioxidants, breeding.

Литература

- Halliwel B. Reactive species and Antioxidants. Redox Biology is a Fundamental Theme of Aerobic Life. *Plant Physiology*, 2006, v. 141, No.2, pp. 312-322.
- Oboh G., Rocha J.B.T. Distribution and antioxidant activity of Polyphenols in ripe and unripe tree pepper (*Capsicum pubescens*). *Journal of Food Biochemistry*. 2007, V.31, No. 4, pp. 456-473.
- Adedayo B.C., Oboh G., Akindahunsi A.A. Changes in the total phenol content and antioxidant properties of pepper fruit (*Dennettia pelata*) with ripening. *African Journal of Food Science*, 2010, V.4, No. 6, pp. 403-409.
- Antonious G., Lobel L., Kochhar T., Berke t., Jarret R. Antioxidants in *Capsicum chinense*: Variation among Countries of Origin. *Journal of Environmental Science and Health*, 2009, Part B, V. 44, No.6, pp. 621-626.
- Perera C.O., Yen G.M. Functional Properties of Carotenoids in Human Health. *International Journal of Food Properties*. 2007, V. 10, No. 2, pp. 201-230.
- Naidu K.A. Vitamin C in Human Health and Disease is still a mystery? An Overview. *Nutrition Journal*, 2003, V. 2, pp. 2-7.
- American Space Trade Association. Paprika oleoresin FNP-1992-Vol.52.
- Гинс М.С., Гинс В.К., Байков А.А., Романова Е.В., Кононков П.Ф., Торрес М.К., Лапо О.А. Методика анализа суммарного содержания антиоксидантов в листовых и листостебельных овощных культурах. Учебное методическое пособие. М.: РУДН, 2013, 40 с.
- Deera N., Kaur C., Singh B., Kapoor H. Antioxidant activity in some red sweet pepper cultivars//*J. Food Compos. Anal.*, 2006, 19, p. 572-578.
- Zhuang Y., Chen L., Sun L., Cao J. Bioactive characteristics and antioxidant activities in nine peppers// *Journal of Functional Foods*, 2012, 4, p. 331-338.
- Fox A.J., Del Pozo D., Lee J.H., Sargent S.A., Talcott S.T. Ripening-induced chemical and antioxidant changes in bell peppers as affected by harvest maturity and postharvest ethylene exposure//*HortScience*, 2005, 40(3), p. 732-736.
- Hornero-Mendez D., Minguéz-Mosquera M.I. Rapid spectrophotometric determination of red and yellow isochromic fractions in paprika and red pepper oleoresins// *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49, p. 3584-3588.
- Саложникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом // *Консервная и овощесушильная промышленность*, 1996, №5, с. 29-31.
- Ong A.S.H., Tee E.S. Natural sources of carotenoids from plants and oils// *Methods Enzymol*, 1992, v. 213, p. 142-167.