УДК 634.75:581.19

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЙ КОМПЛЕКС ПЛОДОВ ЗЕМЛЯНИКИ

И.В. ЛУКЪЯНЧУК, Е.В. ЖБАНОВА

ФГБНУ ФНЦ им. И.В. Мичурина,
ул. Мичурина, 30, г. Мичуринск, 393774, Россия,
e-mail: info@fnc-mich.ru

АННОТАЦИЯ

В работе представлена характеристика плодов земляники как важнейших источников биологически активных соединений – витамина С, фолиевой кислоты, а также фенольных составляющих (антоцианов, эллаговой кислоты, флавонолов, гидроксикоричных кислот, гидроксибензойных кислот и др.). На основе литературных источников составлен витаминный профиль, отражающий накопление специфичных для данной культуры групп витаминов. Несмотря на все разнообразие обнаруженных в плодах земляники витаминов, она представляет ценность в качестве источника витамина С, фолиевой кислоты, полифенольных соединений (антоцианов, катехинов, эллаговой кислоты). В результате исследования витаминного и полифенольного комплекса плодов генколлекции сортов земляники в условиях ЦЧР (Мичуринск) выделены наиболее ценные формы: по содержанию аскорбиновой кислоты (Фестивальная ромашка, Корона, Сударушка, Русановка, Привлекательная, Фестивальная (апомикт), Памяти Зубова), катехинов (Привлекательная, Ласточка, Памяти Зубова, Ред Гонтлет, Фестивальная (апомикт)), антоцианов (Флора, Фейерверк, Памяти Зубова, Привлекательная, Рубиновый кулон), суммы флавонолов (Рубиновый кулон, Памяти Зубова, Привлекательная, Яркая).

Ключевые слова: земляника, *Fragaria x ananassa* Duch., сорта, витамины, полифенолы, аскорбиновая кислота, антоцианы, антиоксидантные свойства, Россия.

ВВЕДЕНИЕ

Многими эпидемиологическими исследованиями показано, что диета, богатая фруктами и овощами, ассоциируется с более низкой частотой некоторых хронических патологий, в том числе ожирение, инфекции, сердечно-сосудистые и неврологические заболевания, а также рак. Плоды земляники в настоящее время считаются функциональным пищевым продуктом в связи с высоким содержанием основных питательных веществ и фитохимических соединений, оказывающих положительное влияние на здоровье человека [1]. По общей витаминности или по количеству содержания витаминов среди ягодных культур земляника занимает второе место после смородины черной [2].

Цель исследования состояла в обобщении информации, отражающей специфику культуры земляники по комплексу витаминов и полифенольных соединений, а также выявлении на основе собственных исследований наиболее ценных высоковитаминных сортов и форм.

Витаминный профиль плодов земляники. Большой интерес к землянике обусловлен высоким содержанием аскорбиновой кислоты, что делает ее важным источником этого витамина в питании человека. Аскорбиновая кислота обладает антиоксидантными свойствами, способностью препятствовать развитию процессов свободнорадикального окисления, приводящих к негативным последствиям. Однако аскорбиновая кислота больше рассматривается как синергист антиоксидантов. Она регенерирует фенольные антиоксиданты, повышая их концентрацию, что приводит к повышению общей антиоксидантной активности [3]. В плодах земляники аскорбиновой кислоты содержится в пределах 11,4–118,2 мг/100 г, чаще всего С-витаминность изменяется от 40 до 80 мг/100 г. Для удовлетворения суточной потребности организма человека в витамине С достаточно всего 100–150 г свежих ягод земляники [4].

Фолиевая кислота (витамин B_9) также играет важную роль в содержании питательных микронутриентов земляники, принимая во внимание, что данная культура входит в число наиболее богатых естественных источников этого витамина. Существенным считается содержание фолиевой кислоты в диапазоне от 20 до 25 мг/100 г. Например, употребление 250 г земляники (содер-

жание фолиевой кислоты составляет в среднем 60 мг) может обеспечить 30 % рекомендуемой суточной нормы в Европе и США [1, 5]. Содержание железа в мякоти из 100 г ягод невысокое (порядка 0,9–1,4 мг/100 г). Поэтому известное гематогенное (кроветворное) действие земляники связано не с одним железом, а с «гематогенным комплексом соединений, таких как витамины B_9, С и железо» [6].

Кроме того, земляника, хотя и в меньшей степени, является источником ряда других витаминов: каротина (п-А) – 0,3–0,5 мг/100 г, K_1 – 0,12 мг/100 г, тиамина (B_1) – 0,03 мг/100 г, рибофлавина (B_2) – 0,1 мг/100 г, никотиновой кислоты – 1,0–1,4 мг/100 г, инозита – 60,0 мг/100 г, биотина – 4 мкг/100 г, D – 0,05 мкг/100 г, пантотеновой кислоты – 260 мкг/100 г. Витамина Е в ее плодах обнаружено 0,54–0,78 мг/100 г, что превосходит по этому показателю апельсины, смородину, вишню [7, 8].

На основе литературных источников представлен витаминный профиль, отражающий накопление специфичных для данной культуры групп витаминов (таблица 1).

Таблица 1 – **Содержание витаминов в плодах земляники садовой**

Витамин	Среднее содержание		Адекватный уровень потребления (в сутки) [10]
	по Скурихин, Тутельян, 2007 [9]	по Giampieri [et al.], 2008 [1]	
Аскорбиновая кислота (витамин С)	60,0 мг/100 г	58,8 мг/100 г	70 мг
Тиамин (B_1)	0,03 мг/100 г	0,024 мг/100 г	1,7 мг
Рибофлавин (B_2)	0,05 мг/100 г	0,022 мг/100 г	2,0 мг
Ниацин (никотиновая кислота, витамин PP, B_3)	0,3 мг/100 г	0,386 мг/100 г	20 мг
Пантотеновая кислота (витамин B_5)	–	0,125 мг/100 г	5 мг
Пиридоксин (витамин B_6)	–	0,047 мг/100 г	2,0 мг
Фолиевая кислота (витамин B_9)	–	24 мкг/100 г	400 мкг
Холин	–	5,7 мг/100 г	0,5 г
Витамин Е, α-токоферол	–	0,29 мг/100 г	5 мг
β-токоферол	–	0,01 мг/100 г	
γ-токоферол	–	0,08 мг/100 г	
δ-токоферол	–	0,01 мг/100 г	
Витамин К (филлохинон)	–	2,2 мкг/100 г	120 мкг
Витамин А, РАЭ (эквивалент активного ретинола) лютеин + зеаксантин	5 мкг/100 г	1 мкг/100 г 26 мкг/100 г	1 мг 6 мг
β-каротин	30 мкг/100 г	–	5 мг

Полифенольный профиль плодов земляники. В наибольшей мере фитохимические соединения в землянике представлены обширным классом фенольных соединений. Основным классом фенольных соединений являются флавоноиды, в основном антоцианы (флаванолы и флавонолы обеспечивают незначительный вклад), затем гидролизуемые танины (эллаготанины и галлотанины) и фенольные кислоты (гидроксибензойные и гидроксикоричные кислоты), конденсированные танины (проантоцианидины), являющиеся мелкими составляющими (рисунок 1) [11–13].

Антоцианы – самые известные полифенольные соединения в землянике и количественно наиболее важные. Они показывают значительную ценность, напрямую связанную с целым рядом преимуществ для здоровья человека, включая антиоксидантный потенциал, противораковую активность, противовоспалительные и антиангиогенные свойства. Количественное содержание компонентов антоцианового профиля определяется генотипом земляники [14]. Комитетом экспертов ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) рассчитана допустимая суточная норма потребления антоцианов (ADI) для человека в количестве 2,5 мг/кг массы тела [15]. Согласно рекомендациям российских ученых, необходимый уровень потребления антоцианов должен составлять 50–150 мг в сутки [10]. Многие исследователи определили общее содержание антоцианов в пределах

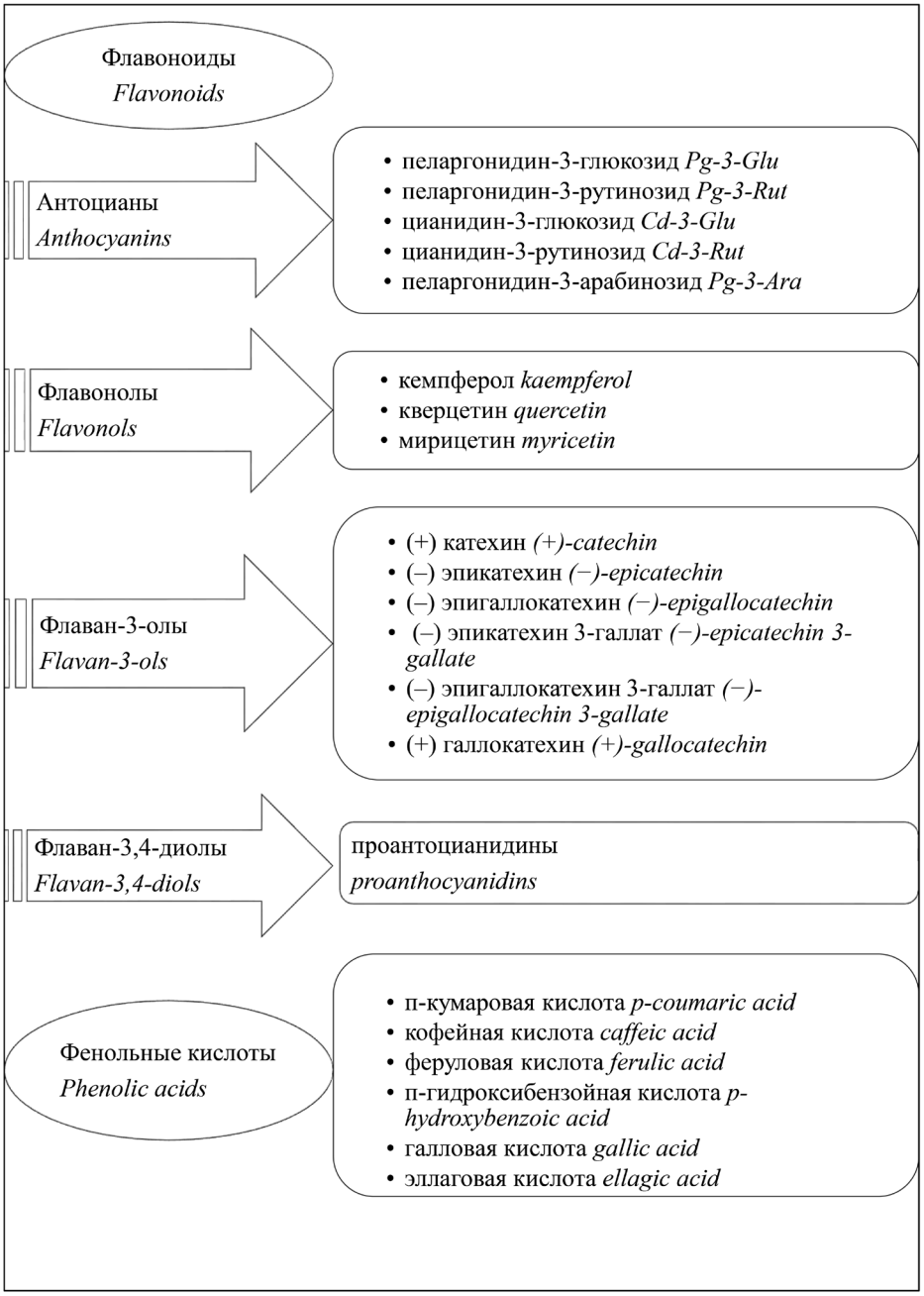


Рисунок 1 – Полифенольный профиль плодов земляники (сост. И.В. Лукъянчук, Е.В. Жбанова).

от 150 до 600 мг/кг сырого веса [16, 17]. По данным других исследователей [18], в ягодах земляники накапливается до 800 мг/кг антоцианов. В землянике было идентифицировано более 25 различных антоциановых пигментов, однако пеларгонидин-3-глюкозид является основным антоцианом, вне зависимости от генетических факторов и факторов окружающей среды [19]. Наличие цианидин-3-глюкозида является постоянным в землянике, хотя содержится он в меньшем количестве [1]. Помимо этих основных антоцианов, в плодах земляники также имеются несколько других, таких как пеларгонидин-3-рутинозид, пеларгонидин-3-арабинозид [19, 20].

По сообщению Hakkinan с соавт. (1999), эллаговая кислота является преобладающей фенольной кислотой в землянике [14, 21]. Она присутствует в землянике, а также других ягодных куль-

турах, в виде эллаготанинов, которые высвобождают эллаговую кислоту после гидролиза. Эллаговая кислота представляет собой биологически активное соединение, рассматриваемое как профилактическое средство против различных заболеваний, а также демонстрирующее противораковые и антиоксидантные эффекты [22]. Она оказывает гипотензивный эффект, так как вызывает переход гистамина из связанного состояния в свободное и выход его в кровь, что в свою очередь вызывает расширение сосудов и снижение кровяного давления. Эллаговая кислота играет определенную роль в механизме воспалительной реакции, способствуя увеличению активности кининовой системы. Большинству эллаготанинов свойственны антиоксидантная, противовоспалительная, анти-ВИЧ активности [23]. Уровень накопления эллаговой кислоты у различных сортов земляники может изменяться в широких пределах – от 19,9 до 522 мкг/г сырого веса [24].

Земляника также содержит небольшое количество других фенольных соединений. Содержание и состав флавонолов был предметом многих исследований [25]. Эти соединения идентифицированы как производные кверцетина и кемпферола, наиболее распространенными являются производные кверцетина. Флаванолы найдены в землянике в мономерных (катехины) и полимерных формах (процианидины). Земляника содержит также различные фенольные кислоты, являющиеся производными гидроксикоричной кислоты [1, 12, 26, 27]. По данным Kahonen с соавт. (2001), содержание гидроксикоричных кислот в плодах земляники составило 55 мг/100 г, гидроксибензойных кислот – 33 мг/100 г сухой массы [11, 28].

Антиоксидантная сила фруктов тесно связана с наличием поглотителей радикалов кислорода, таких как витамин С и фенольные соединения. В группе плодовых культур земляника обладает большей антиоксидантной способностью, чем яблоки, персики, груши, виноград, апельсины, киви [1]. Важным фактором является не только определение суммарной антиоксидантной способности, но и выявление индивидуального вклада различных фитохимических соединений. В исследованиях Tulipani с соавт. (2008b) было установлено, что одним из наиболее важных компонентов, вклад которого в общую антиоксидантную активность земляники составляет более чем 30 %, является аскорбиновая кислота, антоцианы вносят от 25 до 40 %, остальную часть составляют производные эллаговой кислоты и флавонолов [29]. Эти результаты показывают, что суммарная антиоксидантная активность ягод земляники является показателем общего содержания витамина С и общего содержания фенольных веществ и, следовательно, антоцианов и эллаготанинов.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

За период 2009–2016 гг. был проанализирован биохимический состав плодов в общей сложности 73 сортообразцов земляники, в том числе в 2009–2012 гг. у сортов: Амулет, Барлидаун, Гардиан, Гея, Брио, Вантидж, Гигантелла, Горноуктусская, Деданка, Зенит, Зенга Тигайга, Зефир, Золушка, Источник, Кама, Кардинал, Кокинская заря, Кокинская поздняя, Корона, Куйбышевская, Львовская ранняя, Мармион, Марышка, Ред Гонтлет, Русановка, Сударушка, Торпеда, Трубадур, Тиога, Тристар, Тенира, Фаветта, Фестивальная, Фестивальная (апомикт), Фестивальная ромашка, Холидей, Хуммиджента, Царскосельская; в 2013–2016 гг. – у сортов: Дукат, Баунти, Эльсанта, Вима Тарда, Вима Занта, Лорд, Кимберли, Сельва, Мармолада, Клэри, Джоли, Хоней, Ароза, Терната, Кария, Галя Чив. Сорта Зенга Зенгана, Урожайная ЦГЛ, Рубиновый кулон, Фейерверк, Привлекательная, Памяти Зубова, Флора, Ласточка, Яркая, Праздничная, Лакомая, элитные и отборные формы селекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» – 613-30, 750-30, 298-22-19-21, 298-19-9-43, 915-104, 920-62, 914-9, 914-30 анализировали в течение всего периода исследований (2009–2016 гг.).

Биохимические анализы свежих плодов проводили в период их массового созревания общепринятыми стандартизированными методами: аскорбиновую кислоту определяли йодометрическим методом – титрованием 0,001 N йодата калия в присутствии 1%-ного раствора йодистого калия [30], катехины – фотоколориметрическим методом по окраске спиртовой вытяжки с ванилиновым реактивом (1%-ный кристаллический ванилин в конц. HCl) (по Мурри) [31],

антоцианы – спектрофотометрическим методом [32], сумму флавонолов – спектрофотометрическим методом с хлоридом алюминия [31]. Статистическую обработку экспериментальных данных (вычисление таких статистических показателей, как среднее арифметическое – x, стандартная ошибка – $S_{(x)}$, коэффициент вариации – V) осуществляли общепринятыми методами [33] с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2007 и программы Statistica 6,0.

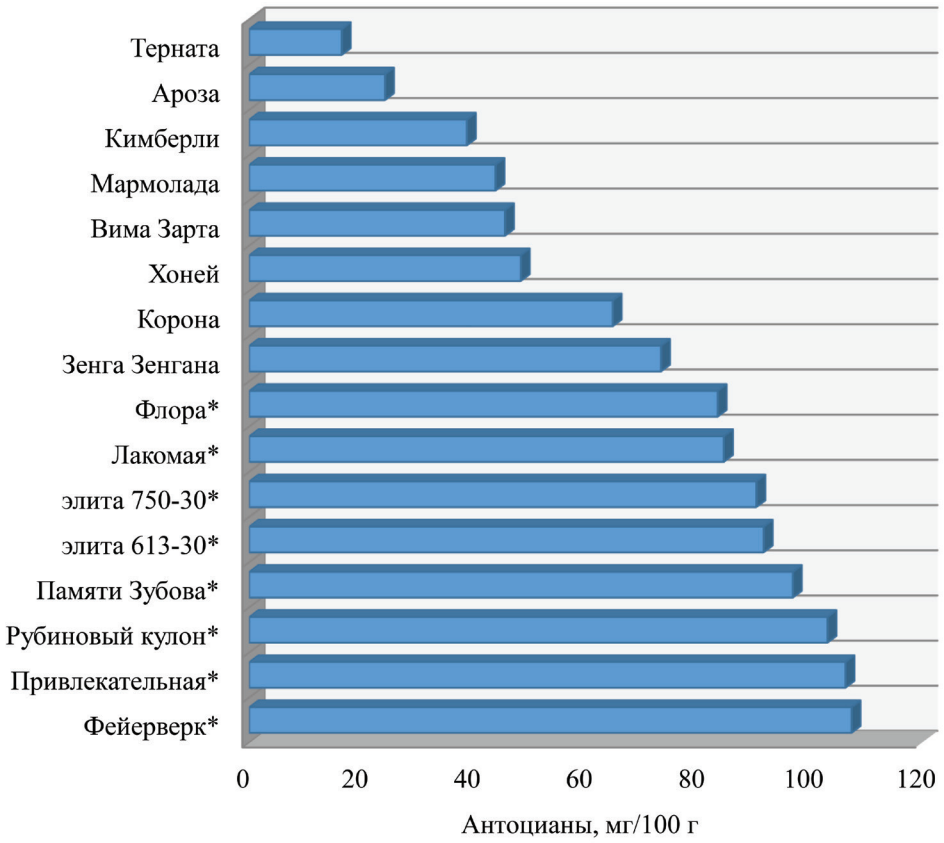
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изменчивость по сортам накопления витамина С составляла от 44,1 до 102,3 мг/100 г при среднем по коллекции значении 68,5 мг/100 г (таблица 2). Минимальное за годы исследований количество аскорбиновой кислоты находилось в ягодах сорта Зенга Зенгана (27,8 мг/100 г) при среднем значении за 8 лет 47,2 мг/100 г; максимальное – у сорта Зефир (125,4 мг/100 г) при среднем содержании за 4 года 102,3 мг/100 г.

Таблица 2 – **Пределы изменчивости накопления аскорбиновой кислоты и полифенолов в плодах земляники за 2009–2016 гг.**

Показатель	Интервалы варьирования			Среднее (x)	Стандартная ошибка $S_{(x)}$	Коэффициент вариации, V, %	Сорта с наилучшими показателями
	min.	max.	разность (Δ)				
АК, мг/100 г	44,1	102,3	58,2	68,5	1,38	17,2	Фестивальная ромашка, Корона, Сударушка, Русановка, Привлекательная, Памяти Зубова, Фестивальная (апомикт)
Катехины, мг/100 г	40	352	312	212	7,04	28,4	Привлекательная, Ласточка, Памяти Зубова, Ред Гонтлет, Фестивальная (апомикт)
Антоцианы, мг/100 г	10,5	171,6	161,1	52,3	2,50	38,4	Флора, Фейерверк, Памяти Зубова, Привлекательная, Рубиновый кулон
Сумма флавонолов, мг/100 г	3,9	44,5	40,6	20,3	3,02	61,5	Рубиновый кулон, Памяти Зубова, Привлекательная, Яркая

Исходя из среднего для культуры содержания витамина С, равного 60,0 мг/100 г, большинство (64,4 %) исследованных сортов отнесено к группе с высоким содержанием витамина С – 60,1–80,0 мг/100 г. Низко- и средневитаминных сортов обнаружено 5,4 и 16,4 % соответственно. К низковитаминным (уровень накопления аскорбиновой кислоты менее 50,0 мг/100 г) следует отнести сорта Зенга Зенгана, Источник, Редкоут. Наибольший интерес представляет группа сортов с накоплением аскорбиновой кислоты в ягодах более 80,0 мг/100 г, их доля составляет 13,8 % от всех изученных сортов. В данную группу отнесены: Фестивальная ромашка, Корона, Русановка, Лорд, Фестивальная (апомикт), Тенира, Лировидная, Сударушка, Зенга Тигайга, Зефир. Ряд сортов показывает потенциальную возможность накопления в отдельные годы аскорбиновой кислоты свыше 90,0 мг/100 г: Горноуктусская, Зенит, Кардинал, Корона, Куйбышевская, Львовская ранняя, Марышка, Привлекательная, Русановка, Фестивальная (апомикт), Фестивальная ромашка, Хуммиджента, Яркая; свыше 100,0 мг/100 г: Зенга Тигайга, Зефир, Сударушка, Торпеда, Фестивальная. Содержание аскорбиновой кислоты – достаточно изменчивый показатель. Коэффициент вариации составлял от 7,0 % – Сударушка, Фестивальная (апомикт) – до 39,2 % – Куйбышевская. Наиболее высокий уровень гомеостатичности при достаточно высоком накоплении витамина С отмечен у сортов Львовская ранняя, Сударушка, Фестивальная (апомикт), что указывает на их селекционную ценность. В этом отношении следует также выделить сорта: Привлекательная, Памяти Зубова, Русановка, Фестивальная, Фестивальная ромашка.



Примечание: * – сорта и элитные формы селекции ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина (авторы А.А. Зубов, И.В. Лукъянчук).

Рисунок 2 – Сравнительная оценка ряда сортов и элитных форм земляники по накоплению в ягодах антоцианов.

Сорта со светлоокрашенными ягодами и, соответственно, низким уровнем антоцианов (менее 50,0 мг/100 г) менее пригодны для переработки и замораживания. Однако проведенный анализ большого количества сортов (73) различного эколого-географического происхождения показал, что на их долю приходится значительная часть исследованных форм (52,3 %). Количество генотипов с уровнем накопления антоцианов в пределах 50,0–80,0 мг/100 г составило 38,5 %. Сортов с высоким (80,1-100,0 мг/100 г) и очень высоким (более 100,0 мг/100 г) содержанием антоцианов значительно меньше – по 4,6 % соответственно. Различия по накоплению антоцианов между сортами весьма велики (рисунок 2).

Минимальное за годы исследований накопление антоцианов отмечено у сорта Кария (10,5 мг/100 г), максимальное – у сорта Рубиновый кулон (171,6 мг/100 г) при среднем значении по всем сортам 52,3 мг/100 г. Многие современные сорта американской (Сельва, Камароза, Хоней), голландской (Вима Рина, Вима Занта, Кимберли), итальянской (Джоли, Ароза, Клэри, Галя чив) селекции характеризуются светлой окраской плодов и содержат менее 50,0 мг/100 г антоцианов. Сорт Камароза, плоды которого занимают примерно 50 % мирового рынка земляники [34], по нашим данным, накапливает всего 36 мг/100 г антоцианов. К богатым антоцианами сортам земляники следует отнести: Зенга Зенгана, Лакомая, Привлекательная, Рубиновый кулон, Торпеда, Фейерверк. Сорта Привлекательная, Рубиновый кулон, Фейерверк (селекции ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина) сочетают высокое (более 100 мг/100 г по среднемноголетним данным) и стабильное накопление антоцианов в ягодах. Причем получены они при использовании в гибриди-

зации ценного донора по данному признаку – сорта Зенга Зенгана. Также высоким их уровнем (среднее многолетнее 66,7–91,7 мг/100 г) отличаются сорта и элитные формы: Памяти Зубова, Флора, 298-22-19-21, 613-30, 750-30.

Минимальное за годы изучения количество катехинов отмечено у сорта Кама (40 мг/100 г), максимальное – у сорта Привлекательная (352 мг/100 г). Основное количество исследованных сортов земляники отнесены к группам с содержанием Р-активных катехинов в пределах 101–200 мг/100 г (38,4 %) и 201–300 мг/100 г (50,7 %). Количество сортов с низким уровнем накопления катехинов (ниже 100 мг/100 г) составило 4,1 %. К ним относятся: Гея, Зенга Тигайга, Брио. Сорта с высоким уровнем накопления данной группы веществ (выше 300 мг/100 г) составляют 6,8 % от общего количества исследованных форм. Сюда относятся: Источник, Привлекательная, Гигантелла, Ласточка, Памяти Зубова, Ред Гонтлет, Фестивальная (апомикт). Относительной стабильностью данного признака (коэффициенты вариации 2,7–23,2 %) характеризуются: Амулет, Барлидаун, Горноуктусская, Куйбышевкая, Торпеда, Фаветта. Сильная изменчивость содержания катехинов характерна для сортов Кама, Ред Гонтлет, Памяти Зубова, где коэффициенты вариации достигали 70,5 %; 51,9; 67,5 % соответственно.

Кверцетин и его гликозид рутин являются одними из наиболее известных флавонолов, которые широко распространены в растительном мире. Земляника не является, в сравнении с другими плодовыми и ягодными культурами, богатым источником флавонолов. У исследованных сортов суммарное содержание флавонолов варьировало в пределах 3,9–44,5 мг/100 г при среднем значении 20,3 мг/100 г. По данному признаку выделены сорта Рубиновый кулон, Памяти Зубова, Привлекательная, Яркая.

ВЫВОДЫ

1. Несмотря на все разнообразие обнаруженных витаминов, земляника представляет ценность в качестве источника витамина С, фолиевой кислоты, а также таких полифенольных соединений, как антоцианы, катехины, эллаговая кислота.

2. В результате проведенных исследований выделены ценные сорта, характеризующиеся высоким уровнем накопления аскорбиновой кислоты и веществ полифенольного комплекса:

Фестивальная ромашка, Корона, Сударушка, Русановка, Привлекательная, Памяти Зубова, Фестивальная (апомикт) (высокое содержание аскорбиновой кислоты);

Привлекательная, Ласточка, Памяти Зубова, Ред Гонтлет, Фестивальная (апомикт) (высокое содержание катехинов);

Флора, Фейерверк, Памяти Зубова, Привлекательная, Рубиновый кулон (высокое содержание антоцианов);

Рубиновый кулон, Памяти Зубова, Привлекательная, Яркая (высокое содержание флавонолов).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health / F. Giampieri [et al.] // Nutrition. – 2012. – Vol. 28, is. 1. – P. 9–19.

2. Мажоров, Е.В. Диетические и лечебные свойства земляники / Е.В. Мажоров // Бюл. ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. – Л., 1977. – Вып. 75. – С. 41–46.

3. Шелеметьева, О.В. Особенности хроматографического определения биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье, БАД и пищевых продуктах на их основе / О.В. Шелеметьева, Т.Б. Слепченко // Химия, химическая технология и биотехнология на рубеже тысячелетий: матер. междунар. науч. конф., Томск, 11–16 сент. 2006 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.onti.tpu.ru.

4. Ширко, Т.С. Новые методы повышения качества и сохраняемости плодов и ягод / Т.С. Ширко, В.А. Радюк. – Минск, 1987. – 46 с.

5. Folate content in different strawberry genotypes and folate status in healthy subjects after strawberry consumption / S. Tulipani [et al.] // Biofactors. – 2008a. – Vol. 34. – P. 47–55.

6. Вигоров, Л.И. Сад лечебных культур / Л.И. Вигоров. – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во. – 1976. – 172 с.

7. Ширко, Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко, И.В. Ярошевич. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – 294 с.

8. Лойко, Р.Э. Фрукты и овощи: Рецепты оздоровления / Р.Э. Лойко, З. Кавецки. – М.: АСТ-пресс книга, 2004. – 352 с.

9. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян // Справочник. – М.: ДеЛи принт., 2007. – 276 с.

10. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 28 с.

11. Kähkönen, M.P. Berry phenolics and their antioxidant activity / M.P. Kähkönen, A.I. Hopia, M. Heinonen // J. Agric. Food Chem. – 2001. – Vol. 49. – P. 4076–4082.

12. Määttä-Riihinen, K.R. Identification and quantification of phenolic compounds in berries of *Fragaria* and *Rubus* species (family *Rosaceae*) / K.R. Määttä-Riihinen, A. Kamal-Eldin, A.R. Törrönen // J. Agric. Food Chem. – 2004. – Vol. 52. – P. 6178–6187.

13. Aaby, K. Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*) / K. Aaby, G. Skrede, R.E. Wrolstad // J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol. 53. – P. 4032–4040.

14. Fruit and Cereal Bioactives: Sources, Chemistry, and Applications / Özlem Tokus¸og˘lu, Clifford Hall III. – CRC Press. – 2013. – 473 p.

15. Kylli, P. Berry phenolics: isolation, analysis, identification, and antioxidant properties / P. Kulli // Academic dissertation, University of Helsinki Department of Food and Environmental Sciences Food Chemistry. – Helsinki, 2011. – 90 p.

16. Clifford, M.N. Anthocyanins – nature, occurrence and dietary burden / M.N. Clifford // J. Sci. Food Agric. – 2000a. – Vol. 80. – P. 1063–1072.

17. Identification of anthocyanin pigments in strawberry (cv. Camarosa) by LC using DAD and ESI-MS detection / F. Lopes-da-Silva [et al.] // Eur. Food Res. Technol. – 2002. – Vol. 214. – P. 248–253.

18. Garcia-Viguera, C. The use of acetone as an extraction solvent for anthocyanins from strawberry fruits / C. Garcia-Viguera, P. Zafrilla, F.T. Tomas-Barberan // Phytochem. Anal. – 1998. – Vol. 9. – P. 274–277.

19. Anthocyanin pigments in strawberry / F. Lopes-da-Silva [et al.] // LWT Food Sci. Technol. – 2007. – Vol. 40. – P. 374–382.

20. HPLC-MS analysis of proanthocyanidin oligomers and other phenolics in 15 strawberry cultivars / B. Buendía. [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2010. – Vol. 58. – P. 3916–3926.

21. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries / S. Häkkinen [et al.] // Food Research International. – 1999. – Vol. 32. – P. 345–353.

22. Bojarska, J.E. Ellagic acid content in fruits of selected strawberry cultivars / J.E. Bojarska, R. Zadernowski, S. Czaplicki // Pol. J. Natur. Sci. – 2011. – Vol. 26 (2). – P. 171–177.

23. Мушкина, О.В. Получение эллаговой кислоты / О.В. Мушкина, Н.С. Гурина // Вестник ВГМУ. – 2008. – Т. 7, № 4. – С. 81–86.

24. Clifford, M.N. Ellagitannins – nature, occurrence and dietary burden / M.N. Clifford, A. Scalbert // J. Sci. Food Agric. – 2000b. – Vol. 80. – P. 1118–1125.

25. Häkkinen, S.H. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and Vaccinium species: Influence of cultivars, cultivation site and technique / S.H. Häkkinen, A. Törrönen // Food Research International. – 2000. – Vol. 33. – P. 517–524.

26. Aaby, K. Characterization of phenolic compounds in strawberry (*Fragaria* x *ananassa*) fruits by different HPLC detectors and contribution of individual compounds to total antioxidant capacity / K. Aaby, D. Ekeberg, G. Skrede // J. Agric. Food Chem. – 2007. – Vol. 55. – P. 4395–4406.

27. Mattila, P. Phenolic acids in berries, fruits, and beverages / P. Mattila, J. Hellstrom, R. Törrönen // J. Agric. Food Chem. – 2006. – Vol. 54. – P. 7193–7199.

28. Упадышев, М.Т. Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений / М.Т. Упадышев. – М.: Изд. дом МСП, 2008. – 320 с.

29. Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes // S. Tulipani [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2008b. – Vol. 56. – P. 696–704.

30. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]; под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.

31. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

32. Леонченко, В.Г. Динамика цианидинов в коре однолетних ветвей яблони в связи с морозостойкостью / В.Г. Леонченко, Н.П. Ханина // Бюл. науч. информ. Центр. генет. лаб. – 1985. – Вып. 42. – С. 15–19.

33. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

34. Comparison of the total phenolic content, total anthocyanin content and antioxidant activity of polyphenol-rich fruits grown in Chile / C. Fredes [et al.] // Cien. Inv. Agr. – 2014. – Vol. 41, is. 1. – P. 49–60.

BIOLOGICALLY ACTIVE COMPLEX OF STRAWBERRY FRUIT

I.V. LUKYANCHUK, Ye.V. ZHBANOVA

Summary

The paper presents the strawberry fruit characteristics as an important source of biologically active compounds – vitamin C, folic acid and phenolic constitutes as well (anthocyanins, ellagic acid, flavonols, hydroxycinnamic acids, hydroxybenzoic acids and others). On the base of the scientific publications vitamin profile was composed, it reflects the accumulation of vitamin groups – especially for this crop. In spite of all diversity of strawberry vitamins, the importance of the given crop as source of vitamin C, folic acid, polyphenol compounds (anthocyanins, catechins, ellagic acid) is obvious. As a result of investigations of vitamin and polyphenol composition of fruit taken from gene collection of strawberry fruit under the circumstances of the Central Black Soil Region (Michurinsk), the most important forms were isolated for the content of: ascorbic acid – (Festivalnaya romashka, Korona, Sudarushka, Rusanovka, Privlekatelnaya, Festivalnaya (apomicts), Pamyati Zubova), catechins – (Privlekatelnaya, Lastochka, Pamyati Zubova, Red Gauntlet, Festivalnaya (apomicts)), anthocyanins – (Flora, Feyerverk, Pamyati Zubova, Privlekatelnaya, Rubinovy kulon), total flavonols – (Rubinovy kulon, Pamyati Zubova, Privlekatelnaya, Yarkaya).

Keywords: strawberry, *Fragaria x ananassa* Duch., varieties, vitamins, polyphenols, ascorbic acid, anthocyanins, antioxidant properties, Russia.

Дата поступления статьи в редакцию 15.05.2017