

**М. Ю. Акимов**, директор, к.с.-х.н.

**В. Н. Макаров**, гнс, д.с.-х.н.

**Е. В. Жбанова**, внс, д.с.-х.н.

**И. В. Лукьянчук**, снс, к.с.-х.н.

**А. С. Лыжин**, внс, к.с.-х.н.

ФГБНУ «ФНЦ имени И. В. Мичурина», Россия, Тамбовская обл.,  
г. Мичуринск

*shbanovak@yandex.ru*

УДК 634.232:581.19

DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-250-257

## **ИСТОЧНИКИ ПИЩЕВЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЗЕМЛЯНИКИ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ В СЕЛЕКЦИИ НА УЛУЧШЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ**

**Реферат.** Представлены результаты комплексной оценки сортов генетической коллекции земляники ФГБНУ «ФНЦ имени И. В. Мичурина» по химическому составу и антиоксидантной ценности плодов. По каждому исследуемому биохимическому показателю выделены лучшие сорта — источники высокого содержания сахаров (Урожайная ЦГЛ, Привлекательная, Вима Кимберли, Яркая, Кокинская Заря), аскорбиновой кислоты (Кокинская Заря, Дукат, Купчиха, Памяти Зубова, Фестивальная Ромашка, Эльсанта), антоцианов (Фейерверк, Лакомая, Привлекательная, Флора), высокой суммарной антиоксидантной активности плодов (Привлекательная, Фейерверк, Памяти Зубова). Сорта Урожайная ЦГЛ, Привлекательная, Лакомая, Памяти Зубова, Фейерверк, Флора представляют интерес как для свежего потребления и переработки, так и для дальнейшей селекционной работы на улучшенный химический состав плодов.

**Ключевые слова:** земляника, сорта, биохимический состав, аскорбиновая кислота, антоцианы

**Summary.** The paper presents the results of integrated assessment of the strawberry varieties from the genetic collection of I. V. Michurin Federal Research Center for chemical composition and antioxidant value of fruits. For each biochemical parameter under study, the best varieties were identified: sources of high sugar content (Urozhaynaya TsGL, Privlecatelnaya, Vima Kimberly, Yarkaya, Kokinskaya zarya); sources of high ascorbic acid content (Kokinskaya Zarya, Dukat, Kupchikha, Pamyati Zubova, Festivalnaya romashka, Elsanta); sources of high anthocyanins content (Feyerverk, Lakomaya, Privlecatelnaya, Flora). The varieties Privlecatelnaya, Feyerverk, Pamyati Zubova were revealed by high total antioxidant activity of fruits. The varieties Urozhaynaya TsGL, Privlecatelnaya, Lakomaya, Pamyati Zubova, Feyerverk, Flora are of great interest for fresh consumption and processing as well as further breeding work for improvement of chemical composition of fruits.

**Keywords:** strawberry, varieties, fruit quality, biochemical composition, ascorbic acid, anthocyanins

**Н**а сегодняшний день одна из важнейших задач государственной политики в области здорового питания — улучшение качества жизни и здоровья населения за счет получения безопасного и высококачественного

сельскохозяйственного сырья и включения в потребительский рацион продуктов с высокой общей антиоксидантной активностью. Земляника (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) принадлежит к числу наиболее популярных ягодных культур во всем мире, высоко ценится за отменный вкус, аромат, диетические и лечебные свойства плодов [1-3]. По количеству содержания витаминов среди ягодных культур земляника занимает второе место после смородины черной. В США земляника находится на четвертом месте по объему производства после винограда, апельсинов и яблок, и на пятом по потреблению (после бананов, яблок, апельсинов и винограда) [4].

В большинстве программ ЕС по выращиванию фруктов, в том числе земляники, при создании новых сортов наряду с такими агрономическими характеристиками, как урожайность, устойчивость к патогенам, большое внимание уделяется показателям качества [5]. Возрос интерес к скринингу генотипов земляники по фитонутриентному направлению. Красный цвет плодов, обусловленный наличием антоцианов, служит одной из первоначальных привлекательных черт для потребителей при оценке качества. Земляника темной окраски с высоким содержанием антоцианов востребована как на рынке свежих фруктов, так и в перерабатывающих отраслях промышленности [2, 6]. Согласно данным эпидемиологических исследований и клинических испытаний, употребление плодов, богатых фитонутриентами, способствует профилактике гипертонии, атеросклероза и воспалительных процессов.

Для потребителей необходима более полная информация о количественном содержании у новых селекционных сортов и форм земляники химических компонентов, определяющих лечебно-профилактические свойства [7, 8]. В связи с массовой интродукцией и повсеместным внедрением в производство зарубежных сортов земляники существует острая необходимость создания конкурентоспособных отечественных сортов.

Чтобы успешно конкурировать с ежегодно ввозимыми новыми интродуцированными сортами, современные сорта земляники отечественной селекции должны обладать параметрами качества не ниже европейских и американских [6]. По сообщению Carocasa et al. [9], среди основных сортов земляники, возделываемых на сегодняшний день в Европе и за ее пределами, значительных различий по биохимическому составу плодов не выявлено. Немногие сорта сочетают высокий уровень качества плодов и повышенное накопление в них биологически активных веществ. В этой связи важнейшее значение приобретает направленная селекция по созданию генотипов земляники с повышенным содержанием антиоксидантов в плодах. При этом необходимо учитывать влияние условий окружающей среды на потенциал накопления биологически активных веществ.

Цель исследования — комплексная оценка сортов земляники генетической коллекции ФГБНУ «ФНЦ имени И. В. Мичурина» по химическому составу и антиоксидантной ценности плодов в условиях ЦЧР (Мичуринск). В задачи ис-

следования входило определение в данных условиях интервалов накопления в плодах земляники основных пищевых и биологически активных компонентов; выделение ценных генотипов — источников высокого содержания сахаров, аскорбиновой кислоты, антоцианов; выделение ценных генотипов, характеризующихся высокой суммарной антиоксидантной активностью плодов.

### Объекты и методы исследования

Исследования проводились в период 2015-2018 гг. Объектами исследования служили плоды перспективных сортов генетической коллекции земляники, созданной и собранной в лаборатории частной генетики и селекции ФГБНУ «ФНЦ имени И. В. Мичурина», включающей сорта селекции ФНЦ имени И. В. Мичурина, а также интродуцированные сорта отечественной и зарубежной селекции. Анализ биохимического состава плодов земляники проводили с использованием общепринятых стандартизированных методов: содержание растворимых сухих веществ определяли рефрактометрическим методом (ГОСТ 28562-90); содержание сахаров — по Бертрану (ГОСТ 8756.13-87); титруемую кислотность устанавливали титрованием вытяжек 0,1н. NaOH в присутствии индикатора фенолфталеина с последующим пересчетом на яблочную кислоту (ГОСТ 25555.0-82); содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) определяли йодометрическим методом (Новиков, Таразанова, 2012); содержание антоцианов — методом рН-дифференциальной спектрофотометрии (ГОСТ 32709-2014). Суммарное содержание антиоксидантов определяли на жидкостном хроматографе «Цвет-Яуза 01-АА» в пересчете на галловую кислоту (ГОСТ Р 54037-2010) [11]. Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью методов математической статистики с использованием пакета компьютерных программ Microsoft Excel 2007 и STATISTICA 6.0.

### Результаты и их обсуждение

Отмечены значительные различия между сортами земляники по накоплению в плодах основных химических компонентов (табл. 1).

Таблица 1.

Содержание пищевых и биологически активных компонентов в плодах земляники перспективных сортов (среднее за 2015-2018 гг.)

Сорт	Растворимые сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Антоцианы, мг/100 г
Вима Занта	10,1	7,5	1,03	34,3
Вима Кимберли	11,0	8,9	0,98	41,8
Вима Тарда	10,9	8,3	0,95	64,0

Окончание табл. 1

Сорт	Растворимые сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Антоцианы, мг/100 г
Дукат	8,5	5,9	1,29	57,2
Зефир	11,3	8,4	1,45	48,4
Корона	11,9	8,2	1,04	49,0
Кокинская Заря	13,2	10,0	0,83	55,5
Купчиха	13,7	9,9	0,88	55,6
Кама	9,7	6,2	1,05	66,0
Лакомая*	11,5	8,5	1,10	84,6
Ласточка*	11,0	8,1	0,69	54,2
Марышка	12,0	6,6	1,20	46,1
Памяти Зубова*	11,1	7,9	1,05	66,7
Праздничная*	11,3	8,5	1,26	37,8
Привлекательная*	11,6	8,6	1,10	106,3
Ред Гонтлет	10,4	7,3	1,26	33,0
Урожайная ЦГЛ*	11,8	8,7	0,89	43,6
Фейерверк*	10,3	6,7	0,95	108,5
Фестивальная Ромашка	12,0	7,2	1,13	46,2
Флора*	11,0	7,0	0,79	85,8
Хоней	10,5	7,7	1,0	35,2
Царица	11,4	7,8	0,93	70,6
Эльсанта	11,3	8,5	1,11	18,3
Яркая*	12,1	8,8	1,15	41,7
среднее (M ±m)	11,2 ±0,2	8,0 ±0,2	1,05 ±0,04	56,3 ±4,6
медиана	11,3	8,2	1,04	51,6
перцентиль	25	10,6	0,94	41,7
	75	11,9	8,6	66,5

Примечание: \* — сорта селекции ФНЦ имени И. В. Мичурина

Важные компоненты химического состава, определяющие плотность, транспортабельность свежих плодов — это растворимые сухие вещества. Изменчивость содержания растворимых сухих веществ в плодах составила от 8,5 (Дукат) до 13,7 % (Купчиха) при среднем значении 11,2 %. Наиболее высоким содержанием растворимых сухих веществ (выше 75-перцентилля) ха-

рактизовались сорта Марышка, Фестивальная Ромашка, Яркая, Кокинская Заря, Купчиха. Сахаров накапливалось в пределах 5,9-10,0 % при среднем по сортам значении 8,0 %. По данному признаку (выше 75-перцентиля) выделены сорта Урожайная ЦГЛ, Привлекательная, Вима Кимберли, Яркая, Кокинская Заря. Варьирование содержания органических кислот составило от 0,69 (Ласточка) до 1,45 % (Зефир), среднее по сортам — 1,05 %. Низкую кислотность (0,69-0,89 %) имели сорта Ласточка, Урожайная ЦГЛ, Флора. Большой интерес к землянике обусловлен высоким содержанием аскорбиновой кислоты, что делает ее важным источником этого витамина в рационе человека. По сообщению зарубежных исследователей [11], содержание аскорбиновой кислоты варьирует от 5 до 50 мг/100 г, у некоторых сортов — до 80 мг/100 г. За период исследований содержание аскорбиновой кислоты в плодах земляники варьировало от 54,2 (Кама) до 101,4 мг/100 г (Кокинская Заря) при среднем значении 69,5 мг/100 г. По накоплению аскорбиновой кислоты (выше 75-перцентиля) выделены сорта Кокинская Заря, Дукат, Купчиха, Памяти Зубова, Фестивальная ромашка, Эльсанта (рис. 1). Значительная часть фе-

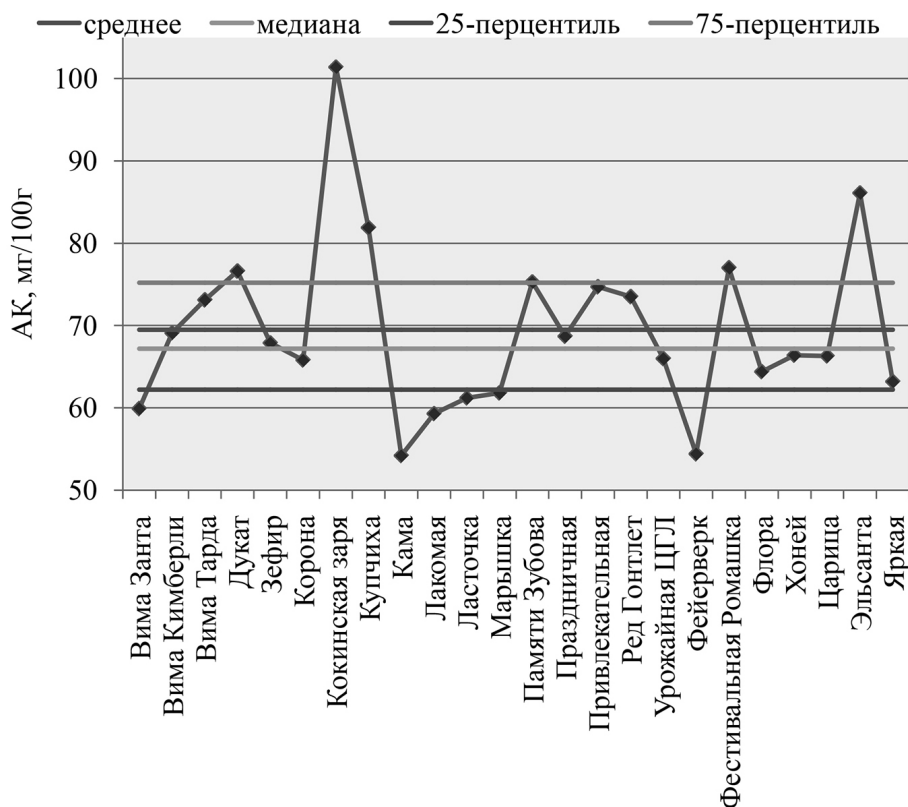


Рис. 1. Статистическая оценка сортов земляники по накоплению аскорбиновой кислоты в плодах

нольных соединений в плодах земляники представлена антоцианами. С ними во многом связаны Р-витаминные и антиоксидантные свойства ягод, пригодность сортов к замораживанию и технологической переработке. Зарубежными исследователями определен уровень накопления антоцианов в плодах земляники выращиваемых сортов в пределах от 15,0 до 60,0 мг/100 г, при этом были выделены формы с содержанием данных веществ до 80,0 мг/100 г [12, 13]. Проведенные нами исследования показали весьма большой диапазон изменчивости накопления антоцианов в плодах земляники — от 18,3 (Эльсанта) до 108,5 мг/100 г (Фейерверк) при среднем значении по сортам 56,3 мг/100 г. Значительную ценность по данному признаку представляют сорта селекции ФНЦ имени И. В. Мичурина Фейерверк, Лакомая, Привлекательная, Флора. Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) при среднем значении 43,9 мг/100 г изменялось в пределах от 29,7 (Царица) до 62,5 мг/100 г (Памяти Зубова), т. е. данный показатель у исследованных сортов отличался более чем в два раза (рис. 2). Высокий уровень суммарного содержания антиоксидантов отмечен у сортов селекции ФНЦ им. И. В. Мичурина Фейерверк (55,5), Привлекательная (54,8), Памяти Зубова (62,5 мг/100 г).

### Выводы

В результате проведенных многолетних исследований генетической коллекции земляники по химическому составу плодов выделены перспективные сорта с высоким накоплением питательных и биологически активных

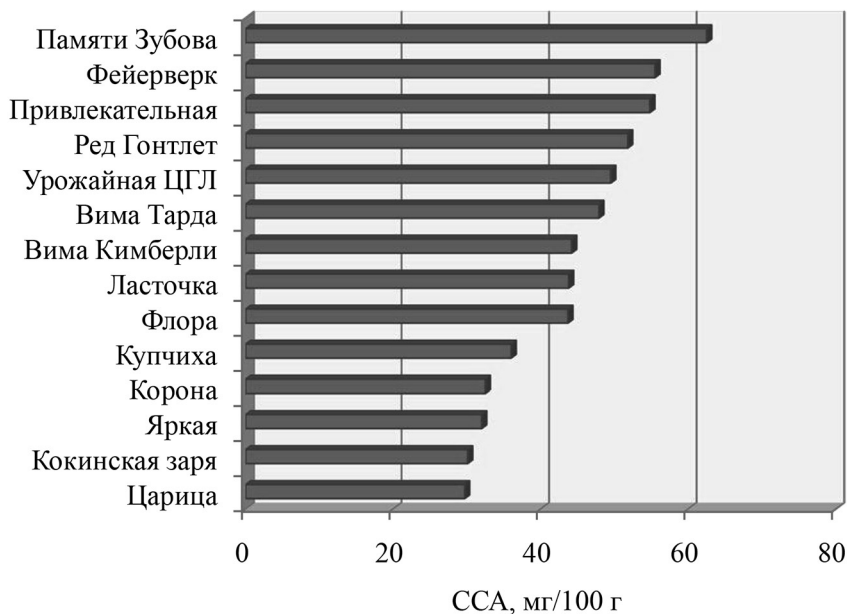


Рис. 2. Суммарное содержание антиоксидантов в плодах земляники

веществ: Привлекательная (антоцианы), Памяти Зубова (аскорбиновая кислота, антоцианы), Урожайная ЦГЛ (сахара), Фейерверк (антоцианы), Флора (антоцианы). Указанные генотипы являются ценными источниками в селекции на повышенное содержание биоактивных веществ, плоды которых могут использоваться в качестве лечебно-профилактической продукции для любительского садоводства.

### Список использованной литературы

1. FAO URL: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (дата обращения: 16.08.2018).
2. **Zhao Y.** Berry fruit: Value added products for health promotion. CRC Press Taylor and Francis Group, LLC, Boca Raton, FL, 2007. — 430 p.
3. **Жбанова Е. В.,** Лукъянчук И. В., Лыжин А. С. Возможности селекционного улучшения параметров биохимического состава плодов земляники // Генетические основы селекции сельскохозяйственных культур: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Н. И. Савельева. — Мичуринск-наукоград РФ; Воронеж: Кварта, 2017. — С. 111-119.
4. **Boriss H.,** Brunke H., Kreith M. Commodity profile: strawberry // Agricultural Marketing Resource Center. Iowa State University, Ames, IA. Available from Accessed April 25, 2011. URL: [http://www.agmrc.org/commodities/products/fruits/strawberries/commodity strawberry profile.cfm](http://www.agmrc.org/commodities/products/fruits/strawberries/commodity%20strawberry%20profile.cfm). (дата обращения 10.04.2017).
5. **Mezzetti B.,** Giampieri F, Zhang Y., Zhong C. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world // Journal of Berry Research, 2018. — Vol. 8(3). — P. 205-221.
6. **Акимов М. Ю.,** Жбанова Е. В., Лукъянчук И. В., Лыжин А. С., Миронов А. М. Характеристика сортового фонда земляники по химическому составу и антиоксидантной ценности плодов в условиях Центрально Черноземного района // Вестник КрасГАУ, 2019. — № 1. — С. 56-60.
7. **Chandler C. K.,** Herrington M., Slade A. Effect of harvest date on soluble solids and titratable acidity in fruit of strawberry grown in a winter, annual hill production system // XXVI International Horticultural Congress: Berry Crop Breeding, Production and Utilization for a New Century. — P. 345-346.
8. **Battino M.,** Forbes-Hernandez T. Y., Gasparrini M., Afrin S., Mezzetti B., Giampieri F. The effects of strawberry bioactive compounds on human health // ActaHortic. 1156.54. ISHS 2017. — Proc. VIII International Strawberry Symposium, 2017. — P. 354-362.
9. **Combining** quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype // Food Chemistry, 2008. — Vol. 111(4). — P. 872-878.
10. **Новиков Н. Н.,** Таразанова Т. В. Лабораторный практикум по биохимии растений: Учебное пособие. — М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. — 97 с.
11. **Skrovankova S.,** Sumczynski D., Micek J., Jurikova T., Sochor J. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries // International Journal of Molecular Sciences, 2015. — Vol. 16(10). — P. 24673-24706.

12. **Lopes** da Silva F., Escribano-Bailón M. T., Pérez Alonso J. J., Rivas-Gonzalo J. C., Santos-Buelga C. Anthocyanin pigments in strawberry // *LWT Food Science and Technology*, 2007. — Vol. 40(2). — P. 374-382.

13. **Fredericks C. H.**, Fanning K. J., Gidley M. J., Netzel G., Zabaras D., Herrington M., Netzel M. High-anthocyanin strawberries through cultivar // *J. Sci. Food Agric*, 2013. — Vol. 93(4). — P. 846-852.

**M. Yu. Akimov, V. N. Makarov, Ye. V. Zhbanova,**

**I. V. Luk'yanchuk, A. S. Lyzhin**

I. V. Michurin Federal Research Center, Michurinsk, Russia

**SOURCES OF FOOD AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF  
STRAWBERRIES, PROMISING IN BREEDING TO IMPROVE THE CHEMICAL  
COMPOSITION OF FRUITS**