

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВОГО ФОНДА ЗЕМЛЯНИКИ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ
И АНТИОКСИДАНТНОЙ ЦЕННОСТИ ПЛОДОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНА*М. Yu. Akimov, Ye. V. Zhanova,
I. V. Lukiyanchuk, A. S. Lyzhin, A. M. MironovTHE CHARACTERISATION OF STRAWBERRY VARIETY POOL ON CHEMICAL COMPOSITION
AND ANTIOXIDANT VALUES OF FRUIT UNDER CONDITIONS OF CENTRAL CHERNOZYOM REGION**Акимов М.Ю.** – канд. с.-х. наук, директор Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: info@fnc-mich.ru**Жбанова Е.В.** – д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. биохимии и пищевых технологий Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: shbanovak@yandex.ru**Лукьянчук И.В.** – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. частной генетики и селекции Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: irina.lk2011@yandex.ru**Лыжин А.С.** – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. геномных технологий и стрессоустойчивости Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: Ranenburzhetc@yandex.ru**Миронов А.М.** – вед. специалист отдела научного развития инфраструктуры наукограда Дирекции по реализации Программы развития г. Мичуринска как наукограда РФ, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: naukograd-michurinsk@yandex.ru**Akimov M. Yu.** – Cand Agr. Sci., Director, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: info@fnc-mich.ru**Zhanova E.V.** – Dr. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Biochemistry and Food Technologies, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: shbanovak@yandex.ru**Lukiyanchuk I.V.** – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Private Genetics and Selection, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: irina.lk2011@yandex.ru**Lyzhin A.S.** – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Genomic Technologies and Stress Resistance, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: Ranenburzhetc@yandex.ru**Mironov A.M.** – Leading Specialist, Department of Scientific Development of Infrastructure of Science City, Management in Implementation of the Program of the Development of Michurinsk as Science City of the RF, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: naukograd-michurinsk@yandex.ru

Цель исследования – обобщение результатов многолетнего изучения химического состава и антиоксидантной ценности плодов генетической коллекции сортов земляники в условиях Центрального Черноземья. Объектами исследования служили сорта селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина (Ласточка, Памяти Зубова, Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Флора, Яркая), интродуцированные сорта отечественной (Кокинская заря, Царица, Купчиха, Фестивальная) и зарубежной селекции (Барлидаун, Вима Тарда, Вима Кимберли, Корона, Ред Гонтлет). Анализы плодов на биохимический состав проводились согласно общепринятым методикам, представленным в руководствах: «Методы биохимического исследования растений» (1987); «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999); «Руководство контроля качества и безопасности биологически активных добавок к

пище» (2004). Определение суммарного содержания антиоксидантов проводилось на жидкостном хроматографе «Цвет-Яуза 01-АА» в пересчете на галловую кислоту. Показаны пределы варьирования содержания основных пищевых и биологически активных компонентов: растворимых сухих веществ – 9,0–13,9 %; суммы сахаров – 6,3–10,3 %; титруемых кислот – 0,69–1,28 %; рН сока – 3,1–3,8; аскорбиновой кислоты – 48,4–101,4 мг/100 г; антоцианов – 34,7–112,2 мг/100 г, суммарного содержания антиоксидантов – 29,7–62,5 мг/100 г. Наибольшим сахарокислотным индексом (от 11,3 до 13,8), во многом определяющим вкусовые достоинства плодов, обладали сорта Ласточка, Кокинская заря, Купчиха. Сорта земляники селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина Привлекательная и Памяти Зубова характеризовались комплексным повышенным накоплением витамина С (88,2 и 79,8 мг/100 г соответственно), антоцианов (87,6 и 96,9 мг/100 г соответственно), а также высо-

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тамбовской области в рамках научного проекта №18-416-680002.

кой суммарной антиоксидантной активностью плодов (60,7 и 62,5 мг/100 г соответственно). Сорта с высоким содержанием биохимических соединений, выделенные как по отдельным показателям, так и по комплексу признаков, могут служить источниками в дальнейшей селекционной работе, направленной на качество и улучшенный химический состав плодов. Из них особое внимание заслуживают сорта Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Памяти Зубова.

Ключевые слова: *Fragaria* × *ananassa* Duch., сорта, биохимический состав, аскорбиновая кислота, антоцианы, антиоксидантная активность.

The purpose of the study was the generalization of the results of long term studying of chemical composition and antioxidant value of strawberry fruit from genetic pool in the conditions of the Central Chernozym Region. Among the objects of investigations there were the varieties of I.V. Michurin FSC selection (*Lastochka*, *Pamyati Zubova*, *Privlekatelnaya*, *Urozhaynaya CGL*, *Feyerwerk*, *Flora*, *Yarkaya*) and introduced domestic varieties (*Kokinskaya zarya*, *Tsaritsa*, *Kupchikha*, *Festivalnaya*) and foreign varieties (*Barlidaun*, *Vima Tarda*, *Vima Kimberly*, *Korona*, *Red Gauntlet*). The analyses of fruit for biochemical composition were carried out according to conventional methods in the manuals: "Methods of biochemical research of plants" (1987); "Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops" (1999); "Manual on methods of quality control and safety of biologically active additives in food" (2004). The definition of total content of antioxidants was carried out on liquid chromatograph "Tsvet-Yauza 01-AA" in recalculation for gallic acid. Content variation limits of basic nutrient and biologically active components have been shown: soluble solids – 9.0–13.9 %, total sugars – 6.3–10.3 %, titrable acids – 0.69–1.28 %, juice pH – 3.1–3.8, ascorbic acid – 48.4–101.4 mg/100g, anthocyanins – 34.7–112.2 mg/100 g, total antioxidants contents – 29.7–62.5 mg/100 g. The highest sugar acid index (11.3 up to 13.8) which mainly determined the taste advantages of fruit was in *Lastochka*, *Kokinskaya zarya*, *Kupchikha* varieties. I.V. Michurin FSC's varieties *Privlekatelnaya* and *Pamyati Zubova* were characterized by integratedly higher accumulation of vitamin C (88.2 and 79.8 mg/100 g respectively), anthocyanins (87.6 and 96.9 mg/100g respectively), total content of antioxidants (60.7 and 62.5 mg/100g respectively). The varieties with high biochemical compounds were singled out both by definite indices and the complex of signs, thus they could be considered as the sources in further selection process, which could provide fruit quality and improved chemical composition of fruit. Special attention is de-

served by the varieties *Privlekatelnaya*, *Urozhaynaya CGL*, *Fireworks*, *Pamyati Zubova* from them.

Keywords: *Fragaria* × *ananassa* Duch., varieties, biochemical structure, ascorbic acid, anthocyanins, antioxidant activity.

Введение. Земляника садовая – *Fragaria* × *ananassa* Duch. – одна из ценнейших и популярных ягодных культур во всем мире. Ее выращивают в 73 странах – в Северной и Южной Америке, Европе, Азии, Африке и Австралии [1–3]. В 2016 г. в мире было произведено 9,1 млн т плодов земляники. Лидирующие позиции среди стран-производителей земляники занимает Китай (3,8 млн т, т. е. 41,7 % общемирового производства). Второе место по данному показателю занимают Соединенные Штаты Америки (1,4 млн т). В России в 2016 г. валовый сбор плодов земляники составил 197,5 тыс. т (2,2 % мирового производства) [4].

Рентабельность возделывания земляники садовой определяется соотношением многих факторов, из которых важнейшим на сегодняшний день является величина урожая. Значительное влияние на формирование коммерческой ценности сорта оказывают также такие показатели, как крупноплодность, плотность, ценный биохимический состав плодов. На сегодняшний день, чтобы успешно конкурировать с ежегодно ввозимыми новыми интродуцированными сортами, современные сорта земляники отечественной селекции должны обладать параметрами качества не ниже европейских и американских. Ярко-красный цвет плодов земляники, обусловленный наличием антоцианов, служит одной из первоначальных привлекательных черт для потребителей при оценке качества. Земляника темно-красного цвета с очень высоким содержанием антоцианов, а также растворимых сухих веществ, востребована как на рынке свежих фруктов, так и для перерабатывающей промышленности [2, 5]. В последнее время земляника рассматривается как «функциональная пища» в связи с профилактическими и терапевтическими медицинскими выгодами, связанными с потреблением ее плодов в качестве средства против воспалительных процессов, окислительного стресса, сердечно-сосудистых заболеваний, некоторых видов рака, диабета 2-го типа, ожирения и нейродегенеративных заболеваний [6–7]. Плоды земляники – богатый источник фитохимических соединений: витамина С, фолиевой кислоты, полифенольных веществ (антоцианы, катехины, флавонолы, фенольные кислоты) и других соединений антиоксидантного комплекса [8].

Цель исследования: оценка сортов земляники генетической коллекции ФНЦ им. И.В. Мичурина по химическому составу и антиоксидантной ценности плодов в условиях ЦЧР (Мичуринск).

В задачи исследования входило определение в условиях ЦЧР интервалов накопления в плодах земляники основных пищевых и биологически активных компонентов и выделение ценных генотипов – источников высокого их содержания, отличающихся также высокой суммарной антиоксидантной активностью плодов.

Объекты, методы и результаты исследования. Объектами исследования служили плоды перспективных сортов генетической коллекции земляники, созданной и собранной в лаборатории частной генетики и селекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», включающей сорта селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина (Ласточка, Памяти Зубова, Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Флора, Яркая), интродуцированные сорта отечественной (Кокинская заря, Царица, Купчиха, Фестивальная) и зарубежной (Барлидаун, Вима Тарда, Вима Кимберли, Корона, Ред Гонтлет) селекции. Биохимические анализы плодов проводились согласно стандартным методикам: содержание растворимых сухих веществ – рефрактометрически, суммы сахаров – по методу Бертрена, органических кислот – титрованием вытяжек 0,1 н. NaOH с последующим пересчетом на яблочную кислоту, определение активной кислотности сока плодов – методом pH-метрии, аскорбиновой кислоты (АК) – йодометрическим методом, антоцианов – методом pH-дифференциальной спектрофотометрии, суммарное содержание антиоксидантов (ССА) – на жидкостном хроматографе «Цвет-Яуза 01-АА» в пересчете на галловую кислоту [15–17].

Отмечены значительные различия между сортами земляники по накоплению в плодах основных биохимических компонентов (таб.). Содержание растворимых сухих веществ за период исследований варьировало от 9,0 до 13,9 %; суммы сахаров – от 6,3 до 10,3 % при среднем их значении по сортам 11,5 и 8,4 % соответственно. Повышенное накопление сахаров отмечено у сортов Кокинская заря, Купчиха, Привлекательная, Флора, Ласточка. Титруемая кислотность плодов у исследованных форм составила в среднем 0,97 % и варьировала в различные годы исследований от 0,69 до 1,28 %. Низкую кислотность имели сорта Ласточка и Фейерверк (0,69 и 0,79 % соответственно). Наибольшим сахарокислотным индексом (от 11,3 до 13,8), во многом определяющим вкусовые достоинства плодов, характеризовались сорта Кокинская заря, Купчиха, Ласточка; pH сока плодов земляники изменялся в пределах от 3,1 (Барлидаун) до 3,8 (Ласточка). За период исследования содержание аскорбиновой кислоты в плодах земляники варьировало от 48,4 до 101,4 мг/100 г при среднем значении 70,0 мг/100 г. По накоплению аскорбиновой кислоты (свыше 80,0 мг/100 г) выделены сорта Привлекательная, Кокинская заря. В темно-окрашенных плодах изучаемой коллекции сортов максимальное содержание антоцианов достигало 112,2 мг/100 г (Фейерверк). Значительную ценность по данному признаку представляют также сорта Памяти Зубова (96,9 мг/100 г), Привлекательная (87,6 мг/100 г), Флора (78,4 мг/100 г).

Химический состав плодов земляники (2015–2018 гг.)

Сорт	РСВ, %	Сахара (сумма), %	Титр. к-ть, %	Сахар/кислота	pH	АК, мг/100 г	Антоцианы, мг/100 г	ССА, мг/100 г
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Барлидаун	9,9	7,0	0,99	7,1	3,1	48,4	46,2	56,5
ВимаТарда	10,9	8,3	0,95	8,7	3,5	73,1	59,4	47,9
Вима Кимберли	11,0	8,9	0,98	9,1	3,3	69,1	41,8	44,2
Корона	11,9	8,2	1,04	7,9	3,4	65,8	49,0	32,5
Кокинская заря	13,2	10,0	0,83	12,0	3,5	101,4	55,5	30,1
Купчиха	13,7	9,9	0,88	11,3	3,4	81,9	55,6	36,0
Ласточка	12,6	9,5	0,69	13,8	3,8	59,1	51,5	50,1
Памяти Зубова	9,7	6,5	0,94	6,9	3,5	79,8	96,9	62,5
Привлекательная	12,7	9,4	1,01	9,3	3,4	88,2	87,6	60,7
Ред Гонтлет	10,4	7,2	0,97	7,4	3,2	70,6	34,7	51,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Урожайная ЦГЛ	11,8	8,7	1,11	7,8	3,4	65,2	37,0	51,4
Фейерверк	9,6	7,0	0,79	8,9	3,6	53,4	112,2	55,5
Фестивальная	9,0	6,3	1,28	4,9	3,2	67,1	42,4	50,4
Флора	13,9	10,3	0,95	10,8	3,4	67,3	78,4	43,7
Царица	11,4	7,8	0,93	8,4	3,4	66,3	70,6	29,7
Яркая	12,1	8,8	1,15	7,7	3,4	63,2	41,7	32,0
Среднее (x)	11,5	8,4	0,97	8,9	3,4	70,0	60,0	45,9
Стандартная ошибка $S_{(x)}$	0,38	0,32	0,04	0,55	0,04	3,26	5,73	2,74
Интервалы варьирования (мин.-макс.)	9,0- 13,9	6,3- 10,3	0,69- 1,28	4,9-13,8	3,1- 3,8	48,4- 101,4	34,7- 112,2	29,7- 62,5

Суммарное содержание антиоксидантов при среднем значении 45,9 мг/100 г изменялось у исследованных сортов в пределах 29,7–62,5 мг/100 г, т. е. различия были более чем двукратные. Высокий уровень антиоксидантной активности отмечен у сортов селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина: Фейерверк (55,5 мг/100 г), Привлекательная (60,7 мг/100 г), 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 веществ: Привлекательная, Памяти Зубова, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк. Указанные генотипы обладают высококачественными плодами, пригодными как для свежего потребления, так и для переработки, и являются ценными источниками для дальнейшей селекционной работы на улучшенный химический состав.

Литература

1. Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В., Лыжин А.С. Возможности селекционного улучшения параметров биохимического состава плодов земляники // Генетические основы селекции сельскохозяйственных культур: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Н.И. Савельева. – Воронеж: Кварта, 2017. – С. 111–119.
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. Савинич Е.А., Мистратова Н.А. Оценка агробиологических признаков сортов земляники в условиях Красноярской лесостепи // Вестн. КрасГАУ. – 2018. – № 4. – С. 11–16.
4. FAOSTAT. – URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (дата обращения: 02.10.2018).
5. 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.

6. High-anthocyanin strawberries through cultivar selection / C.H. Fredericks [et al.] // J. Sci. Food Agric., 2013. – Vol. 93. – P. 846–852.
7. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health / F. Giampieri [et al.] // Nutrition, 2012. – Vol. 28. – P. 9–19.
8. Assessment of the differences in the phenolic composition and color characteristics of new strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars by HPLC–MS and Imaging Tristimulus Colorimetry / R. Fernández-Lara [et al.] // Food Res. Int., 2015. – Vol. 76. – P. 645–653.
9. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
11. Руководство контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище / Федер. центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – М., 2004. – 240 с.

Literatura

1. Zhanova E.V., Luk'janchuk I.V., Lyzhin A.S. Vozmozhnosti selektsionnogo uluchsheniya parametrov biokhimicheskogo sostava plodov zemljaniki // Geneticheskie osnovy selekcii sel'skhozajstvennyh kul'tur: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. pamjati N.I. Savel'eva. – Voronezh: Kvarata, 2017. – S. 111–119.
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. Savinich E.A., Mistratova N.A. Ocenka agrobiologicheskikh priznakov sortov zemljaniki v uslovijah Krasnojarskoj lesostepi // Vestn. KrasGAU. – 2018. – № 4. – S. 11–16.
4. FAOSTAT. – URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (data obrashhenija: 02.10.2018).
5. 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.
6. High-anthocyanin strawberries through cultivar selection / *C.H. Fredericks* [et al.] // *J. Sci. Food Agric.*, 2013. – Vol. 93. – P. 846–852.
 7. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health / *F. Giampieri* [et al.] // *Nutrition*, 2012. – Vol. 28. – P. 9–19.
 8. Assessment of the differences in the phenolic composition and color-characteristics of new strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars by HPLC–MS and Imaging Tristimulus Colorimetry / *R. Fernández-Lara* [et al.] // *Food Res. Int.*, 2015. – Vol. 76. – P. 645–653.
 9. Методы биохимического исследования растений / под ред. *А.И. Ермакова*. – Л.: Agropromizdat. Leningr. otd-nie, 1987. – 430 s.
 10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. *Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой*. – Орел: Изд-во VNIISPK, 1999. – 608 s.
 11. Руководство контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище / Федер. центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – М., 2004. – 240 s.

УДК 631.8

*Е.Н. Наквасина, Е.М. Романов, Е.Н. Шабанова,
Е.Н. Косарева, О.Д. Кононов*

ПРИМЕНЕНИЕ САПОНИТ-СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ*

*Е.Н. Nakvasina, Е.М. Romanov, Е.Н. Shabanova,
Е.Н. Kosareva, О.Д. Kononov*

THE USE OF SAPONITE-CONTAINING MATERIALS AS MINERAL FERTILIZERS AT THE CULTIVATION OF POTATOES IN ARKHANGELSK REGION

Наквасина Е.Н. – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: nakvasina@yandex.ru

Романов Е.М. – начальник отдела мониторинга плодородия земель станции агрохимической службы «Архангельская», асп. каф. лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Шабанова Е.Н. – гл. агрохимик станции агрохимической службы «Архангельская», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Косарева Е.Н. – канд. хим. наук, зам. директора станции агрохимической службы «Архангельская», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Кононов О.Д. – д-р с.-х. наук, чл.-корр. РАН, председатель Архангельского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Nakvasina E.N. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Forestry and Forest Management, Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: nakvasina@yandex.

Romanov E.M. – Head, Department of Monitoring of Fertility of Lands of Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Post-Graduate Student, Chair of Forestry and Forest Management, Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Shabanova E.N. – Chief Agrochemist, Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Kosareva E.N. – Cand. Chem. Sci., Deputy-Director, Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Kononov O.D. – Dr. Agr. Sci., Corr. RAS, Chairman, Arkhangelsk Branch, IPO "V.V. Dokuchaev Society of Soil Scientists", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru

*Авторы благодарят ПАО «Севералмаз» за материальную поддержку постановки экспериментов и публикации материалов исследования.