

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ЯГОДАХ ЗЕМЛЯНИКИ, ВЫРАЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**М.А. Макаркина, А.Р. Павел**

*ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, Россия, Орел, info@vniispk.ru*

---

### **Аннотация**

Биологически активные вещества плодовых и ягодных культур оказывают, несомненно, положительное влияние на организм человека, так как находятся в нативном состоянии, с чем связано легкое их усвоение. Основными представителями биологически активных веществ растений являются аскорбиновая кислота и фенольные соединения, являющиеся синергистами друг друга. Их основная функция – участие в окислительно-восстановительных процессах. Обладая антиоксидантной активностью, они уменьшают разрушительные действия свободных радикалов. В оптимальных количествах аскорбиновая кислота и фенольные соединения содержатся в ягодах земляники садовой.

Представлены некоторые компоненты химического состава ягод земляники: содержание аскорбиновой кислоты, антоциановых веществ, катехинов, лейкоантоцианов и суммы фенольных соединений. В качестве объектов исследования послужил 31 сорт земляники садовой, выращенной на коллекционных участках ФГБНУ ВНИИСПК в период 2000...2015 гг., анализ химического состава ягод проведен в лаборатории биохимической оценки сортов института.

Выделены лучшие сорта по каждому исследуемому биохимическому показателю: по содержанию аскорбиновой кислоты – Баунти, Богема, Вечная весна, Дивная, Йонсок, Онега, Пандора, Сударушка, Эстафета; антоцианов – Баунти, Богема, Бряннич, Вента, Зенга-Зенгана, Зенит, Кама, Маковка, Мамочка, Рубиновый кулон, Снежана, Сюрприз олимпиаде, Фейерверк; катехинов – Богема, Богота, Боровицкая, Зенга-Зенгана, Зенит, Мамочка, Редгонтлит, Сюрприз олимпиаде, Фестивальная; лейкоантоцианов – Богема, Богота, Боровицкая, Бряннич, Вента, Вечная весна, Гаригетт, Дивная, Золушка Кубани, Йонсок, Маковка, Мамочка, Онега, Пандора, Сударушка, Сюрприз олимпиаде, Фейерверк, Эстафета; суммы фенольных соединений – Богема, Богота, Боровицкая, Бряннич, Вента, Дивная, Зенит Йонсок, Мамочка, Пандора, Редгонтлит, Сюрприз олимпиаде, Фейерверк, Фестивальная, по комплексу биохимических признаков – сорт Богема.

Установлена сильная сортовая изменчивость изучаемых признаков: от 21,3% (аскорбиновая кислота) до 51,6% (катехины).

**Ключевые слова:** земляника садовая, сорта, аскорбиновая кислота, антоцианы, катехины, лейкоантоцианы, фенольные вещества

## BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN STRAWBERRY BERRIES GROWN IN OREL REGION

**M.A. Makarkina, A.R. Pavel**

*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Russia, Orel, info@vniispk.ru*

---

### **Abstract**

Biologically active substances of fruit and berry crops favorably influence upon the human's organism because they are in the native state, hence they are easy for assimilation. The main representatives of biologically active substances in plants are ascorbic acid and phenolic compounds which are synergists of each other. Their main function is to take part in oxidation-reduction processes. Having an antioxidant activity they reduce the destroying actions of free radicals. Strawberry berries contain the ascorbic acid and phenolic compounds in optimal quantities.

Some components of the chemical composition of strawberry berries are presented: the content of ascorbic acid, anthocyanin substances, catechols, leucoanthocyanins and sum of phenolic compounds. 31 strawberry cultivars grown at the collection plots of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK) in 2000–2015 were studied. The analysis of the biochemical composition of berries was done in the institute laboratory of biochemical estimation of cultivars.

The best cultivars were selected according to each studied biochemical indication: for ascorbic acid – Baunty, Bogema, Vechnaya Vesna, Divnaya, Yonsok, Onega, Pandora, Sudarushka and Estafeta; for anthocyanins - Baunty, Bogema, Bryanich, Venta, Zenga-Zengana, Zenit, Kama, Makovka, Mamochka, Rubinovy Kulon, Snezhana, Surpriz Olympiade and Feyerverk; for catechols – Bogema, Bogota, Borovitzkaya, Zenga-Zengana, Zenit, Mamochka, Redgontlit, Surpriz Olympiade and Festivalnaya; for leucoanthocyanins – Bogema, Bogota, Borovitzkaya, Bryanich, Venta, Vechnaya Vesna, Garygett, Divnaya, Zolushka Kubani, Yonsok, Makovka, Mamochka, Onega, Pandora, Sudarushka, Surpriz Olympiade, Feyerverk and Estafeta; for phenolic compound sum – Bogema, Bogota, Borovitzkaya, Bryanich, Venta, Divnaya, Zenit, Yonksok, Mamochka, Pandora, Redgontlit, Surpriz Olympiade, Feyerverk and Festivalnaya; for a complex of biochemical indications – Bogema.

Strong cultivar variability of the studied indications was observed: from 21.3% (ascorbic acid) to 51.6% (catechols).

**Key words:** strawberry, cultivars, ascorbic acid, anthocyanins, catechols, leucoanthocyanins, phenolic compounds

### **Введение**

Земляника садовая широко распространенная, любимая населением России ягодная культура, открывающая после жимолости (в любительском садоводстве) сезон потребления свежих фруктов. Ее ягоды кроме неповторимого вкуса и аромата обладают лечебными свойствами, обусловленными наличием комплекса жизненно необходимых организму человека биологически активных веществ. В зависимости от сорта и зоны выращивания в ягодах земляники содержится 2,9...10,0% сахаров, 0,4...1,8% органических кислот, 25...130 мг/100 г аскорбиновой кислоты, 5...750 мг/100 г антоцианов, 14...355 мг/100 г катехинов [2, 9, 6, 7, 11].

Наибольшей биологической активностью из содержащихся в ягодах земляники витаминов обладают аскорбиновая кислота (АК) и фенольные (Р-активные) соединения (ФС).

Основное физиологическое значение АК для живого организма заключается в ее участии в окислительно-восстановительных процессах. При её недостаточном содержании в организме нарушаются процессы азотистого обмена, понижается степень использования белка, что приводит к нарушению эластичности и проницаемости кровеносных сосудов. АК положительно влияет на функциональную деятельность пищеварительного тракта и печени, она обладает способностью обезвреживать токсины и даже химические и промышленные яды. Витамин С усиливает терапевтические свойства антибиотиков [4, 3, 13].

ФС также участвуют в окислительно-восстановительных процессах. Они оказывают нормализующее влияние на лимфоток, что связано с их противоотечными свойствами, являясь слабыми кардиотоническими средствами, способны замедлять ритм сердечных сокращений и увеличивать их амплитуду [1, 18, 13, 15, 16]. ФС положительно влияют на прочность и проницаемость капилляров. Находят применение ФС и в качестве противоопухолевых средств. Наиболее активным в этом смысле действием обладают лейкоантоцианидины. Катехины лишены противоопухолевого действия, но повышают эффективность рентгенооблучения при лечении опухолей и увеличивают сопротивляемость организма к рентгеновским лучам [17, 15].

Эффект действия ФС на капилляры достигает наибольшей интенсивности при одновременном введении АК. ФС и АК находятся в тесной взаимосвязи, биофлавоноиды обладают «сберегающим» действием в отношении АК. В этом случае потребность организма в АК удовлетворяется за счет тех ее запасов, которые сохраняются в органах [10, 12, 15, 13, 5, 16].

#### **Место проведения исследований, объекты, методика**

Работу проводили во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) в течение 2000...2015 гг., отбор проб – на коллекционных участках, биохимические исследования - в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения института. Объектами исследований послужил 31 сорт земляники. В плодах определяли: содержание аскорбиновой кислоты (АК) (витамина С), Р-активных антоцианов, катехинов, лейкоантоцианов и их суммы согласно общепринятым методикам [8, 14].

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Исследование биологически активных веществ в ягодах современных сортов земляники показало сильную сортовую изменчивость признаков: от 21,3% (аскорбиновая кислота) до 51,6% (катехины) (таблицы 1, 3).

Таблица 1 – Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах земляники (2000...2015 гг.)

Показатель	Среднее, $\bar{x} \pm m$	Пределы разнообразия, min...max	Коэффициент вариации, V, %
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	76,3±2,9	55,8...121,9	21,3

По накоплению в ягодах АК изученные сорта были распределены на группы. Среднее содержание АК в ягодах по всем изученным сортам составило 76,3±2,9 мг/100 г, с размахом варьирования от 55,8 мг/100 г (Зенит) до 121,9 мг/100 г (Сударушка) (таблицы 1, 2).

Повышенные значения АК в ягодах (более 80,0 мг/100 г) имеют сорта Эстафета (81,9), Богема (83,2), Йонсок (84,9), Онега (88,5), Баунти (89,8), Вечная весна (95,4), Дивная (108,3), Пандора (112,6), Сударушка (121,9). У большей части сортов (58,1%) содержание АК в ягодах находилось в пределах от 60 до 80 мг/100 г.

Таблица 2 – Распределение сортов земляники по количеству аскорбиновой кислоты в ягодах

Сорта земляники с содержанием аскорбиновой кислоты в ягодах		
≤ 60,0 мг/100 г	61,0...80,0 мг/100 г	> 80,0 мг/100 г
Зенит (55,8), Вента, Брянич, Редгонтлит	Зенга-Зенгана, Боровицкая, Консервная плотная, Танталон, Таго, Мамочка, Кама, Богота, Маковка, Былинная, Сюрприз олимпиаде, Снежанна, Рубиновый кулон, Фейерверк, Гаригетт, Торо, Золушка Кубани, Фестивальная	Эстафета, Богема, Йонсок, Онега, Баунти, Вечная весна, Дивная, Пандора, Сударушка (121,9)

Таблица 3 – Содержание Р-активных веществ в ягодах земляники (2000...2015 гг.)

Сорт	Содержание, мг/100 г			
	антоцианов	катехинов	лейкоантоцианы	суммы витамина Р
Баунти	66	64	189	319
Богема	55	152	225	397
Богота	23	169	206	398
Боровицкая	29	118	448	595
Брянич	53	94	257	405
Былинная	16	55	128	199
Вента	64	78	257	399
Вечная весна	49	106	209	364
Гаригетт	22	102	219	343
Дивная	21	98	284	403
Зенга-Зенгана	66	153	159	378
Зенит	107	253	166	526
Золушка Кубани	36	81	206	323
Йонсок	22	102	268	392
Кама	60	78	185	323
Консервная плотная	36	60	193	289
Маковка	64	90	202	356
Мамочка	61	110	253	424
Онега	17	79	240	336
Пандора	47	97	256	400
Редгонтлит	36	230	158	424
Рубиновый кулон	52	100	141	293
Снежанна	62	105	184	351
Сударушка	18	103	244	365
Сюрприз олимпиаде	55	122	297	474
Таго	24	52	107	183
Танталон	27	57	125	209
Торо	25	69	153	247
Фейерверк	64	95	273	432
Фестивальная	39	286	156	480
Эстафета	21	56	217	294
<b>Среднее по культуре, <math>\bar{x} \pm m</math></b>	<b>43±4</b>	<b>110±10</b>	<b>213±12</b>	<b>365±16</b>
<b>Минимальное</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>107</b>	<b>183</b>
<b>Максимальное</b>	<b>107</b>	<b>286</b>	<b>448</b>	<b>595</b>
<b>Коэффициент вариации, V, %</b>	<b>49,3</b>	<b>51,6</b>	<b>31,2</b>	<b>24,8</b>

Отмечено широкое сортовое разнообразие по содержанию в ягодах антоциановых веществ ( $V=49,3\%$ ): от 16 (Былинная) до 107 мг/100 г (Зенит), при среднесортном значении –  $45 \pm 3$  мг/100 г. Наиболее насыщенная окраска ягод и их сока (антоцианов более 50 г/100 г) выявлена у сортов Баунти, Богема, Брянич, Вента, Зенга-Зенгана, Зенит, Кама,

Маковка, Мамочка, Рубиновый кулон, Снежана, Сюрприз олимпиаде, Фейерверк.

По содержанию Р-активных катехинов, выше среднего значения (более 110 мг/100 г) выделились сорта Богема, Богота, Боровицкая, Зенга-Зенгана, Зенит, Мамочка, Редгонтлит, Сюрприз олимпиаде, Фестивальная при среднем содержании – 110±10 мг/100 г, минимальном – 52 мг/100 г (Таго), максимальном – 286 мг/100 г (Фестивальная) (таблица 3).

Из изученных в ягодах земляники флавоноидов лейкоантоцианы накапливаются в значительно больших количествах. Среднее содержание лейкоантоцианов по изученной группе сортов составило 213±12 мг/100 г с широким размахом варьирования – от 107 (Таго) до 448 мг/100 г (Боровицкая) и коэффициентом вариации (V) – 31,2%. Более 200 мг/100 г лейкоантоцианов содержится в ягодах 18 сортов или 58,1%: Богема, Богота, Боровицкая, Бряннич, Вента, Вечная весна, Гаригетт, Дивная, Золушка Кубани, Йонсок, Маковка, Мамочка, Онега, Пандора, Сударушка, Сюрприз олимпиаде, Фейерверк, Эстафета.

Лучшими по сумме Р-активных веществ (более 380 мг/100 г) и выделены сорта Богема, Богота, Боровицкая, Бряннич, Вента, Дивная, Зенит Йонсок, Мамочка, Пандора, Редгонтлит, Сюрприз олимпиаде, Фейерверк, Фестивальная.

По комплексу высокого содержания биологически активных веществ (АК более 80 мг/100 г и сумма Р-активных веществ более 380 мг/100 г) выделился сорт земляники Богема.

### **Выводы**

Изучение биологически активных веществ в ягодах земляники садовой позволило выявить сорта, представляющие пищевую ценность при употреблении их в свежем виде. По содержанию аскорбиновой кислоты выделены сорта Баунти, Богема, Вечная весна, Дивная, Йонсок, Онега, Пандора, Сударушка, Эстафета, по содержанию Р-активных веществ – Богема, Богота, Боровицкая, Бряннич, Вента, Дивная, Зенит Йонсок, Мамочка, Пандора, Редгонтлит, Сюрприз олимпиаде, Фейерверк, Фестивальная, по комплексу биохимических признаков – сорт Богема.

### **Литература**

1. Барабой В.А. Основные проявления фармакологической активности растительных фенольных соединений // Биологически активные вещества плодов и ягод. – М., 1976. С. 19-24.
2. Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. – Мичуринск: ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, 2004. 196 с.
3. Горбачев В.В., Горбачева В.Н. Витамины, микро- и макроэлементы: справочник. – Минск: Книжный Дом; Интерпрессервис, 2002. 544 с.
4. Гудковский В.А. Природные антиоксиданты фруктов и овощей // Пути повышения устойчивости садоводства. – Мичуринск, 1998. С. 30-35.
5. Жбанова Е.В. Витамин: от истории открытия – до наших дней. – Мичуринск: МичГАУ, 2009. 232 с.
6. Макаркина М.А., Янчук Т.В. Оценка сортов плодовых и ягодных культур, выращенных в условиях ЦЧР РФ, по биохимическим показателям плодов // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 10. С. 26-29.
7. Макаркина М.А., Павел А.Р., Янчук Т.В., Соколова С.Е. Характеристика сортов земляники, выращенных в Центрально-Черноземном регионе Российской Федерации, по биохимическому составу ягод // Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта: материалы междунаро. науч.-практ. конф. (16-18 июля 2014 г., Самохваловичи). – Самохваловичи, 2014. С. 218-222.

8. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
9. Остапенко В.И. Сорты земляники для производства витаминной продукции на юге России // Состояние сортимента плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда в современных условиях хозяйствования: материалы междунар. науч.-практ. конф. (28-30 авг. 2007 г., пос. Самохваловичи). – Самохваловичи, 2007. С. 239-241.
10. Петровский, К.С. Азбука здоровья. – М.: Знание, 1982. 112 с.
11. Причко Т.Г., Германова М.Г. Пищевая и биологическая ценность ягод перспективных сортов земляники, произрастающих на юге России // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 45. С. 137-144.
12. Самородова-Бианки Г.Б., Стрельцина С.А., Здоренко Н.А. Плоды и ягоды как ценный источник веществ, повышающих устойчивость организма человека к экстремальным факторам // Бюл. науч. инф. ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. 1992. Вып. 229. С. 65-68.
13. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Левгерова Н.С. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони. – Орел: ВНИИСПК, 2007. 312 с.
14. Седова З.А., Ленченко В.Г., Астахов А.И. Оценка сортов по химическому составу плодов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 160-167.
15. Тутельян В.А., Батулин А.К., Мартинчик Э.А. Флавоноиды: содержание в пищевых продуктах, уровень потребления // Вопросы питания. 2004. № 6. С. 43-48.
16. Упадышев М.Т. Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений – М.: ВСТИСП, 2008. 319 с.
17. Шапиро Д.К. Целебные культуры – перспективное направление в садоводстве. – Минск: Наука и техника, 1978. 64 с.
18. Daniel O., Meier M.S., Schlatter J., Frischknecht P. Selected phenolic compounds in cultivated plants: ecologic functions, health implications, and modulation by pesticides // Environmental Health Perspectives. 1999. Vol. 107 (Suppl 1). P. 109-114.

### References

1. Baraboy, V.A. (1976). Basic display of pharmacological activity of plant phenolic compounds. In *Biologically active substances of fruit and berries* (pp. 19-24). Moscow. (In Russian).
2. Zubov, A.A. (2004). *Theoretical principles of strawberry breeding*. Michurinsk: I.V. Michurin VNIIGiSPR. (In Russian).
3. Gorbachev, V.V. & Gorbacheva, V.N. (2002). *Vitamins, micro- and macroelements: reference book*. Minsk: Book House; Interpressservice. (In Russian).
4. Gudkovskiy, V.A. (1998). Natural antioxidants are fruits and vegetables – a source of health. In *Ways to improve the stability of gardening* (pp. 30-35). Michurinsk. (In Russian).
5. Zhanova, E.V. (2009). *Vitamins: from the history of discovery till nowadays*. Michurinsk: MichGAU. (In Russian).
6. Makarkina, M.A. & Yanchuk, T.V. (2010). Estimation of fruit and berry varieties grown in conditions of the central chernozem region according to the biochemical fruit indices. *Achievements of Science and Technology of AIC*, 10, 26-29. (In Russian, English abstract).
7. Makarkina, M.A., Pavel, A.R., Yanchuk, T.V. & Sokolova, S.E. (2014). Characteristics of strawberries biochemical composition of the cultivars cultivated in the Central Chernozem Region of Russia. In *Theory and Practice of Modern Small Fruit Growing: from Cultivar to*

- Product: Proc. Sci. Int. Conf.* (pp. 2018-222). Samokhvalovichy: Institute for Fruit Growing. (In Russian, English abstract).
8. Ermakov, A.I., Arasimovich, V.V., Yarosh, N.P., Peruanskii, Yu.V., Lukovnikova, G.A. & Ikonnikova M.I. (1987). *Methods of biochemical research of plants*. A.I. Ermakov (Ed.). Agropromizdat, Leningrad. (In Russian).
  9. Ostapenko, V.I. (2007). Strawberry cultivars for vitamin production in the south of Russia. In *Improvement of fruit, small fruit, nuts and vine assortment under present management conditions: Proc. Sci. Int. Conf* (pp. 239-241). Samokhvalovichy: Institute for Fruit Growing. (In Russian, English abstract).
  10. Petrovskiy, K.S. (1982). *The ABC of health*. Moscow: Znanie. (In Russian).
  11. Prichko, T.G. & Germanova, M.G. (2016). Food and biological value of berries of promising strawberries varieties grown in the southern of Russia. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 45, 137-144 (In Russian, English abstract)
  12. Samorodova-Bianki, G.B., Streltzina, S.A. & Zdorenko, N.A. (1992). Fruit and berries as a valuable source of substances increasing the resistance of human's organism to extreme factors. *Bulletin of N.I. Vavilov Research Institute of Plant-Growing*, 229, 65-68. (In Russian).
  13. Sedov, E.N., Makarkina, M.A. & Levgerova, N.S. (2007). *Biochemical and technological characteristic of apple gene pool fruit*. Orel: VNIISPK. (In Russian).
  14. Sedov, Z.A., Lenchenko, V.G. & Astakhov, A.I. (1999). Variety estimation for chemical composition of fruit. In E. N. Sedov & T. P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 160–167). Orel: VNIISPK. (In Russian).
  15. Tutelian, V.A., Baturin, A.K. & Martinchik, E.A. (2004). Flavonoids: content in food products, level of consumption. *Nutrition questions*, 6, 43-48
  16. Upadyshev, M.T. (2008). *A role of phenolic compounds in the processes of vital functions of orchard plants*. Moscow: VSTISP. (In Russian).
  17. Shapiro, D.K. (1978). *Medicinal crops are a promising trend in horticulture*. Minsk: Science and Ingeneering. (In Russian).
  18. Daniel, O., Meier, M. S., Schlatter, J., & Frischknecht, P. (1999). Selected phenolic compounds in cultivated plants: ecologic functions, health implications, and modulation by pesticides. *Environmental Health Perspectives*, 107(Suppl 1), 109–114.