М. А. Макаркина, зав. лаб. биохимической и технологической
оценки сортов и хранения, д.с.-х.н.

С. Д. Князев, директор ВНИИСПК, д.с.-х.н.

О. В. Курашев, зав. лаб. селекции и сортоизучения крыжовника,
малины и земляники, к.с.-х.н.

А. Р. Павел, снс лаборатории биохимической и технологической
оценки сортов и хранения, к.с.-х.н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
селекции плодовых культур», Россия, г. Орел
makarkina.m@mail.ru

УДК 634.725: 581.19

DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-86-91

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ СОРТОВ КРЫЖОВНИКА СЕЛЕКЦИИ ВНИИСПК

Реферат. Представлены результаты исследований химического состава плодов новых сортов крыжовника селекции Всероссийского НИИ селекции плодовых культур. Установлено, что лучшими по содержанию растворимых сухих веществ (РСВ), сахаров и органических кислот, а также по максимальному значению сахарокислотного индекса (СКИ) являются сорта Дискавери (РСВ — 14,9 %, сахара — 11,20 %, органические кислоты — 1,97 %, СКИ — 5,9), Земляничный (17,7; 11,32; 1,76; 5,9), Морячок (13,6; 10,29; 1,87; 5,8, соответственно). Выделены лучшие сорта по накоплению в ягодах биологически активных веществ: по аскорбиновой кислоте — Земляничный и Некрасовский; по Р-активным веществам — Некрасовский. Наибольшая стабильность признака отмечена по содержанию сахаров у сортов Дискавери и Морячок, по содержанию аскорбиновой кислоты — у сорта Некрасовский.

Ключевые слова: крыжовник, сорта, растворимые сухие вещества, сахара, органические кислоты, аскорбиновая кислота, Р-активные вещества

Summary. The results of studies of the chemical composition of gooseberry varieties breeding of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding are presented. It has been stated that according to the content of dry solubles (DS), sugars and organic acids as well as maximal sugar-acid index (SAI), the best are the varieties 'Discovery' (DS — 14.9 %, sugars — 11.20 %, organic acids — 1.97 %, SAI — 5.9), 'Zemlianichny' (17.7 %; 11.32 %; 1.76 %; 5.9) and 'Moryachok' (13.6 %; 10.29 %; 1.87 %; 5.8, respectively). The best varieties have been identified by the accumulation of biologically active substances in berries: 'Zemlianichny' and 'Nekrasovsky' by ascorbic acid and 'Nekrasovsky' by P-active substances. The greatest stability in the content of sugars is observed in the varieties 'Discovery' and 'Moryachok'; in the content ascorbic acid — in the variety 'Nekrasovsky'.

Keywords: gooseberry, varieties, dry solubles, sugars, organic acids, ascorbic acid, P-active substances

Введение

В свете решения проблемы импортозамещения натуральной витаминной продукции в средней полосе России на первое место выходят плоды и ягоды местного производства, которые превосходно растут и в оптимальных ко-

личествах содержат питательные и биологически активные вещества (сахара, органические кислоты, витамины, пектины и др.). К таким культурам относится и широко распространенный во многих странах мира и регионах России крыжовник.

Крыжовник относится к неприхотливым в возделывании, зимостойким, высокоурожайным, скороплодным культурам. Среди ягодных культур при соблюдении правильной агротехники он обладает самой высокой урожайностью — до 20-30 кг с куста [1].

При создании новых сортов крыжовника селекция направлена на высокую зимостойкость растений, бесшипность или слабую шиповатость кустов, устойчивость к болезням (американской мучнистой росе), компактный габитус, высокую продуктивность, высокие товарные качества плодов [2]. Значительная часть этих признаков ориентирована на промышленное выращивание данной культуры на переработку ягод. Но нельзя забывать и о питательной ценности ягод крыжовника в свежем виде. Это ценный диетический продукт, содержащий в зависимости от сорта и зоны выращивания: сахара (5,0-17,9 %), органические кислоты (1,0-3,5 %), аскорбиновую кислоту (17,5-84,6 мг/100 г), фенольные соединения (300-400 мг/100 г), пектиновые (3,4-12,0 % на сухую массу), и дубильные вещества, соли фосфора, железа, многие микроэлементы, провитамин А, витамины Е, К, РР, группы В и др. [3-9].

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур (ВНИИСПК) — старейшее помологическое и селекционное учреждение. С 1991 г. в нем проводятся селекционные исследования по созданию новых сортов крыжовника. На сегодня во ВНИИСПК их создано шесть.

Цель наших исследований — изучение новых сортов крыжовника селекции ВНИИСПК по биохимическому составу ягод, сравнительная их оценка между собой и контрольным сортом, выделение лучших по каждому изучаемому признаку.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили новые сорта крыжовника селекции ВНИИСПК: Дискавери, Земляничный, Морячок, Некрасовский, Солнечный Зайчик, Юпитер и контрольный сорт Смена, выращиваемые на коллекционных участках института в 2008-2015 гг.

В ягодах определяли содержание растворимых сухих веществ (РСВ), суммы сахаров, органических (титруемых) кислот, аскорбиновой кислоты, фенольных (Р-активных) соединений. Также был рассчитан сахарокислотный индекс (СКИ). Анализы проводили в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения ВНИИСПК согласно общепринятым методикам [10, 11]. Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты исследований

Косвенным показателем, характеризующим сахаристость плодов, являются растворимые сухие вещества (Brix %). Они находятся в тесной связи с сахарами, коэффициент корреляции достигает пределов +0,8*** [12]. Содержание РСВ ягод исследуемых сортов крыжовника находилось в пределах от 12,6 (Солнечный Зайчик, Юпитер) до 17,7 % (Земляничный); на уровне минимального значения этот показатель был и у контрольного сорта Смена (табл. 1). У сортов Дискавери, Земляничный, Морячок отмечена стабильность данного признака, коэффициент вариации составил 6,8-10,6 %. По сумме сахаров прослеживается такая же тенденция: сорта Дискавери (11,20 %), Земляничный (11,32 %) и Морячок (10,29 %) имели наибольшие значения признака, при этом наибольшей гомеостатичностью обладали Дискавери и Морячок.

Таблица 1.

Содержание питательных веществ в ягодах крыжовника (2008-2015 гг.)

Сорт	РСВ, %	Сумма сахаров, %	Органические кислоты, %	СКИ
$\bar{x} \pm m$ min-max V, %				
Дискавери	$14,9 \pm 0,5$ 13,6-16,0	$11,20 \pm 0,65$ 9,69-12,82	$1,97 \pm 0,11$ 1,55-2,08	$5,9 \pm 0,6$ 4,9-7,4
	6,8	11,6	12,2	19,1
Земляничный	$17,7 \pm 0,7$ 15,2-20,4	$11,32 \pm 1,14$ 8,88-14,37	$1,76 \pm 0,17$ 0,96-2,20	$5,9 \pm 0,9$ 4,6-8,4
	10,0	20,1	25,2	29,1
Морячок	$13,6 \pm 0,8$ 12,0-14,8	$10,29 \pm 0,64$ 9,12-11,81	$1,87 \pm 0,20$ 1,40-2,35	$5,8 \pm 0,9$ 3,9-8,4
	10,6	12,4	21,6	32,7
Некрасовский	$13,8 \pm 1,1$ 9,8-17,2	$9,28 \pm 1,11$ 6,45-11,42	$2,25 \pm 0,17$ 1,65-2,87	$3,9 \pm 0,5$ 2,4-5,3
	20,2	26,8	19,6	27,4
Солнечный Зайчик	$12,6 \pm 0,9$ 8,8-15,0	$9,44 \pm 0,64$ 7,30-11,05	$2,13 \pm 0,16$ 1,66-2,67	$4,4 \pm 0,4$ 2,4-5,3
	18,5	16,8	19,6	27,4
Юпитер	$12,6 \pm 0,9$ 9,6-15,2	$8,54 \pm 0,52$ 7,32-9,52	$2,38 \pm 0,22$ 1,79-2,84	$3,4 \pm 0,3$ 2,8-4,1
	16,2	12,1	20,2	15,8
Смена — контроль	$12,6 \pm 1,2$ 9,0-15,0	$8,79 \pm 1,17$ 7,34-11,28	$1,84 \pm 0,07$ 1,59-1,98	$4,9 \pm 0,6$ 3,7-6,3
	20,7	19,4	8,5	25,6

Органические кислоты в плодах ягодных культур в основном представлены лимонной кислотой, расчет их количества в ягодах крыжовника производили по лимонной кислоте. По органическим кислотам выделились те же сорта — Дискавери, Земляничный, Морячок, они накапливали в ягодах органических кислот менее 2,00 % — 1,97, 1,76 и 1,87 % соответственно, что положительно отразилось на значении СКИ (около 6,0). У контрольного сорта Смена этот показатель при такой же кислотности был ниже (4,9), на это повлияло более низкое значение суммы сахаров (8,79 %). Самый низкий СКИ (3,4) был у сорта Юпитер.

Основные представители биологически активных веществ плодовых и ягодных культур — аскорбиновая кислота (АК) и фенольные (Р-активные) соединения. Они являются сильнейшими антиоксидантами. Крыжовник не является исключением. В составе его ягод эти два витамина содержатся в оптимальных количествах.

У всех новых сортов крыжовника селекции ВНИИСПК содержание АК превышало контрольный сорт Смена (табл. 2).

Таблица 2.

Содержание биологически активных веществ (мг/100 г) в ягодах крыжовника (2008-2015 гг.)

Сорт	Аскорбиновая кислота	Антоцианы	Катехины	Лейкоантоцианы	Сумма витамина Р
$\frac{x \pm m}{\min - \max}$ V, %					
Дискавери	$34,8 \pm 9,3$ 32,2-63,4	$6 \pm 4,6$ 1-20	$60 \pm 6,8$ 42-79	$163 \pm 30,3$ 42-79	$261 \pm 16,4$ 214-297
	59,8	142,7	25,4	37,2	24,7
Земляничный	$38,5 \pm 3,1$ 21,1-45,8	$5 \pm 2,0$ 0,5-9	$107 \pm 22,3$ 47-200	$209 \pm 27,0$ 160-259	$364 \pm 25,4$ 304-426
	21,1	91,8	51,3	25,8	14,0
Морячок	$31,3 \pm 5,0$ 19,4-43,1	$52 \pm 12,2$ 24-83	$124 \pm 13,2$ 92-156	$171 \pm 52,0$ 105-325	$345 \pm 68,7$ 221-537
	32,0	47,0	21,3	60,7	39,6
Некрасовский	$39,4 \pm 1,5$ 33,4-44,9	$110 \pm 24,6$ 62-177	$197 \pm 33,5$ 61-279	$330 \pm 17,8$ 264-385	$622 \pm 7,2$ 407-715
	10,4	50,2	41,7	13,2	23,1
Солнечный Зайчик	$35,8 \pm 2,0$ 27,3-39,6	$2 \pm 1,1$ 0-6	$93 \pm 15,2$ 50-150	$185 \pm 29,2$ 67-245	$286 \pm 20,7$ 217-334
	14,6	141,3	43,6	38,6	17,7
Юпитер	$30,4 \pm 2,0$ 26,4-37,8	$35,1 \pm 11,1$ 8-59	$86 \pm 17,8$ 55-156	$208 \pm 33,3$ 147-300	$318 \pm 64,4$ 220-502
	14,8	63,4	46,1	32,1	40,5
Смена — контроль	$28,2 \pm 6,2$ 13,2-50,2	$89 \pm 24,1$ 18-146	$119 \pm 16,2$ 77-150	$235 \pm 33,2$ 110-300	$443 \pm 62,4$ 210-567
	49,0	60,6	30,5	31,6	31,5

Максимальные значения этого показателя отмечены у сортов Земляничный и Некрасовский 38,5 и 39,4 мг/100 г соответственно. Сорт Некрасовский обладает высокой стабильностью накопления АК ($V = 10,4\%$). В то же время сорт Дискавери обладает большим потенциалом признака и в отдельные годы может накапливать АК в ягодах более 60,0 мг/100 г.

Фенольные соединения представлены антоцианами, катехинами, лейкоантоцианами и их суммой. Светлая окраска ягод присуща сортам Дискавери, Земляничный, Солнечный Зайчик, содержание антоцианов — 2-6 мг/100 г. Это свойство может быть использовано при приготовлении светлых вин из ягод этих сортов. У сорта Некрасовский отмечено максимальное накопление антоцианов — 110 мг/100 г, что обусловило темно-красную окраску ягод. Самое высокое содержание Р-активных катехинов в ягодах имеет сорт Некрасовский — 197 мг/100 г, минимальное — Дискавери (60 мг/100 г). У сортов Земляничный, Морячок и контрольного сорта Смена содержание катехинов в ягодах было более 100 мг/100 г. Лидером по накоплению лейкоантоцианов также является сорт Некрасовский — 330 мг/100 г, при минимальном значении 163 мг/100 г у сорта Дискавери.

Максимальные значения содержания в ягодах антоцианов, катехинов, лейкоантоцианов по изучаемой группе сортов крыжовника положительно отразились на сумме этих веществ у сорта Некрасовский — 622 мг/100 г. Меньше других сумма Р-активных веществ была у сортов Дискавери (261 мг/100 г) и Солнечный Зайчик (286 мг/100 г). Более 300 мг/100 г витамина Р отмечено у сортов Земляничный (364 мг/100 г), Морячок (345 мг/100 г), Юпитер (318 мг/100 г). Наибольшей стабильностью признака при коэффициенте вариации 14,0 % отличился сорт Земляничный.

АК и фенольные соединения, являясь синергистами, усиливают действие друг друга. Наибольшую ценность в качестве комплексного источника антиоксидантных веществ представляет сорт крыжовника селекции ВНИИСПК Некрасовский.

Выводы

В результате изучения группы новых сортов крыжовника селекции ВНИИСПК по основным показателям химического состава ягод установлено, что лучшими по содержанию РСВ, сахаров и органических кислот, а также по максимальному значению СКИ являются сорта Дискавери, Земляничный, Морячок. Выделены лучшие сорта по накоплению в ягодах биологически активных веществ: по АК — Земляничный и Некрасовский; по Р-активным веществам — Некрасовский. Наибольшая стабильность признака отмечена по содержанию сахаров у сортов Дискавери и Морячок, по содержанию АК — у сорта Некрасовский.

Список использованной литературы

1. **Сазонов Ф. Ф.** Результаты комплексной оценки сортов крыжовника по основным хозяйственно-ценным признакам / Коняевские чтения: сб. науч. тр. VI Междунар. науч.-практ. конф. (13-15 дек. 2017 г., Екатеринбург). — Екатеринбург, 2018. — С. 185–187.
2. **Курашев О. В.** Использование межвидовых скрещиваний в селекции крыжовника // Вестник российской сельскохозяйственной науки, 2018. — № 6. — С. 58–60.
3. **Голуб О. В.,** Ковалевская И. Н., Габерман Т. С. Товароведная характеристика ягод крыжовника // Техника и технология пищевых производств, 2010. — № 2 (27). — С. 73–77.
4. **Жидехина Т. В.,** Ковешникова Е. В., Брыксин Д. М., Родюкова О. С., Хромов Н. В. Перспективы улучшения качества плодов ягодных и нетрадиционных садовых культур в Черноземье // Достижения науки и техники АПК, 2010. — № 8. — С. 6–8.
5. **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.
6. **Андрушкевич Т. М.** Новый сорт крыжовника «Крыжачок» // Современное садоводство — Contemporary horticulture, 2014. — № 4. — С. 35–41.
7. **Типсина Н. Н.,** Гречишникова Н. А. Крыжовник — северный виноград // Вестник КрасГАУ, 2015. — № 3. — С. 60–63.
8. **Агросенко Г. П.,** Пупкова Н. А., Волкова К. А. Оценка сортов крыжовника по качеству ягод в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета, 2018. — № 1 (50). — С. 23–28.
9. **Макаркина М. А.,** Павел А. Р. Оценка ягодных культур, выращенных в условиях Орловской области, по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах // Селекция и сорторазведение садовых культур. — Орел: ВНИИСПК, 2019. — Т. 6. — № 2. — С. 45–47.
10. **Методы** биохимического исследования растений / [А. И. Ермаков и др.]; Под ред. А. И. Ермакова. — 3-е изд. переработанное и доп. — Л.: «Агропромиздат», Ленинградское отд., 1987. — 430 с.
11. **Седова З. А.,** Леонченко В. Г., Астахов А. И. Оценка сортов по химическому составу плодов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — С. 160–167.
12. **Макаркина М. А.** Селекция яблони и смородины красной на улучшение химического состава плодов: автореф. дис. ... д. с.-х. наук. — Брянск, 2009. — 49 с.

M. A. Makarkina, S. D. Knyazev, O. V. Kurashev, A. R. Pavel
Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel, Russia

**BIOCHEMICAL EVALUATION OF NEW GOOSEBERRY VARIETIES BREEDING
OF RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF FRUIT CROP BREEDING**