

УДК 634.72:581.19

ББК 42.358

Б-58

Бжецева Нурет Рамазановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой биологии и эргономики изделий легкой промышленности ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191; e-mail: kafest.nur@yandex.ru

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ СМОРОДИНЫ

(рецензирована)

Смородины черная и красная широко применяются в свежем, замороженном, сушеном виде, а также для приготовления варенья, мармелада, пастилы, начинок для конфет и пирогов и т.д. Также плоды смородины являются прекрасным сырьем для переработки на соки, желе, сиропы, джемы и т.д. Такая популярность смородины, как культуры, объясняется химическим составом ягод, определяющим высокую питательную и витаминную их ценность.

***Ключевые слова:** сахара, органические кислоты, витамин С, флавоноиды, фармакологические свойства, пуриновые вещества.*

Bzhetseva Nuret Ramazanovna, Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor, head of the Department of Biology and Ergonomics of Light Industry Products, FSBEI HE "Maikop State Technological University"; 385000, Maikop, 191 Pervomayskaya str., e-mail: kafest.nur@yandex.ru

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF CURRANT FRUITS

(reviewed)

Black and red currant are widely used in fresh, frozen, and dried form, as well as for the preparation of jam, marmalade, pastille, fillings for sweets and pies, etc. Also currant fruits are an excellent raw material for juices, jellies, syrups, jams, etc. This popularity of currant as a culture is due to the chemical composition of berries, which determines their high nutritional and vitamin value.

***Keywords:** sugar, organic acids, vitamin C, flavonoids, pharmacological properties, purine substances.*

На современном этапе основной проблемой как производства, так и селекции смородины для определенной зоны, является повышение ее урожайности и стабильности. А популярность смородины как культуры объясняется химическим составом ягод, определяющим высокую питательную и витаминную их ценность.

Многочисленными исследованиями показано, что на синтез веществ влияют сортовые особенности, степень зрелости ягод и др.

В незрелых ягодах содержится наибольшее количество аскорбиновой кислоты. По мере же созревания количество витамина С уменьшается, а количество сахаров увеличивается. С повышением содержания сухих веществ в ягодах уменьшается относительное количество витамина С. Высокая сахаристость и высокое содержание растворимых сухих веществ генетически связанные признаки, корреляция между которыми достигает 0,8. Наибольшим содержанием витамина С и органических кислот отличаются

ягоды смородины черной поздних сроков созревания. Наибольшее количество сахара и сухих веществ содержится в ягодах среднего срока созревания.

Исследованием химического состава плодов смородины занимались в разных зонах в разное время [1, 2, 3, 4, 5].

На содержание витамина С влияет целый комплекс таких факторов как сортовые особенности, почвенно-климатические условия выращивания, степень зрелости, величина ягод и различные факторы среды [6].

В плодах смородины красной содержится до 11% сахаров (в основном глюкоза и фруктоза), до 4% органических кислот (особенно лимонной), до 0,05% витамина С. В ягодах обнаружены дубильные, пектиновые, фенольные соединения, Р-активные вещества, минеральные соли. Особенно ценна смородина красная содержанием желирующих веществ.

Из вышеизложенного следует, что перед внедрением в производство новых сортов в конкретной почвенно-климатической зоне необходимо их изучение с точки зрения продуктивности и физиолого-биохимических особенностей.

Биохимический состав плодов смородины определяет ее фармакологические свойства. Основное лечебное действие смородины черной обусловлено наличием высокого содержания аскорбиновой кислоты, витамина В1, флавоноидов и антоцианов, оказывающих Р-витаминное действие. Плоды смородины черной понижают кровяное давление, улучшают состояние сердечно – сосудистой системы, повышают аппетит. Оказывают витаминное, мочегонное, общеукрепляющее, противоатеросклеротическое, противовоспалительное, болеутоляющее действие, усиливают функции желудка, кишечника и печени. Листья обладают потогонным, противовоспалительным, мочегонным действием, стимулируют функции коры надпочечников, способствуют выведению пуриновых веществ, мочевой кислоты.

Плоды смородины красной еще в XVI веке расценивались как целебные кладовые здоровья. Для лечебных целей рекомендовали ее сок, который хорошо утоляет жажду, улучшает аппетит, активизирует деятельность кишечника, обладает потогонным действием. Последние исследования обнаружили в ягодах смородины красной кумарины и фурукумарины, а также вещества, обладающие болеутоляющим, противоопухолевым и другими лечебными свойствами [7].

Фармакологические свойства смородины черной и красной широко применялись в древней и современной медицине. При этом используются корни, ветви, кора ветвей, почки, листья, свежие плоды и сок [8].

В ряде районов России, где смородина черная выращивается как промышленная культура, ее плоды являются ценным сырьем для пищевой промышленности. Смородина черная широко применяется в свежем, замороженном, сушеном виде, а также для приготовления варенья, мармелада, пастилы, пата, начинок для конфет и пирогов, киселя, желе, компота, маринада, морса. Настой из почек на 50 %-ном спирте используют в пищевой и ликеро-водочной промышленности для приготовления эссенции. Листья входят в суррогат чая, а также применяются для соления и при квашении. Это отличный медонос, который дает до 100 кг/га меда.

Плоды смородины красной также являются прекрасным сырьем для переработки на соки, желе, сиропы, мармелад, варенье, джем и др. Многие сорта, особенно

светлоокрашенные, имеют десертный вкус ягод и используются в основном в свежем виде.

Установлено, что биохимический состав плодов смородины может значительно изменяться в зависимости от места возделывания и погодных условий вегетационного периода [4].

Черная смородина относится к культурам, у которых витамин С синтезируется больше в прохладное лето. Содержание сахаров, наоборот повышается в годы с жарким сухим летом. А.Г. Лазарева считает, что наибольшему накоплению аскорбиновой кислоты способствуют минимальные температуры в июне во время созревания плодов [4].

По данным А.Г. Лазаревой, количество сахарозы заметно увеличивается в плодах смородины черной, произрастающей в Краснодарском крае и Республике Адыгея, если период созревания совпадает с обильным выпадением осадков, тогда как содержание моноз более стабильно [4]. Наибольшему накоплению витамина С способствуют минимальные температуры во время созревания ягод. В последние годы коллекция смородины Майкопской опытной станции ВИР пополнилась новыми сортами. Одной из задач исследования является определение основных показателей химического состава как новых сортов, так и поступивших в коллекцию ранее, но выделившихся по ряду ценных признаков.

Определения проводились в период массового созревания плодов. По стандартным методикам химический состав определяли по следующим параметрам: общее количество сухих веществ (СВ) – высушивали при 100°C до постоянного веса, сумму сахаров – по Бертрану, кислотность – титрованием децинормальным раствором щелочи, аскорбиновую кислоту (витамин С) – по Вигорову [9].

Анализ результатов позволил выявить существенные различия между сортами по содержанию сухих веществ, сахаров, кислот и витамина С (табл. 1).

Таблица 1 - Биохимический состав плодов растения смородины за годы исследования

Сорт	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Сумма органических кислот, % (по яблочной кислоте)	Витамин С, мг/100г
1	2	3	4	5
Смородина красная				
Английская белая	18,9	6,9	2,6	45,9
	17,5-19,6	5,7-8,1	2,3-2,9	34,0-59,7
С. Биберштейна	16,2	7,9	2,9	34,6
	15,6-16,8	5,9-9,8	2,6-3,5	27,3-42,0
Булонская красная	15,7	6,1	2,7	37,8
Йонкер ванн Тетс	14,7	5,2	1,9	94,2
	13,4-16,0	3,0-7,3	1,9-2,0	47,3-141,0
Красный крест (St.)	16,9	6,5	2,4	41,6
	16,1-17,9	6,5-8,5	2,0-2,8	29,8-61,2

Рынок Лондона	17,2	5,1	2,3	32,5
	17,1-18,0	5,2-6,1	1,8-2,7	24,8-45,4
Смородина черная				
Адыгейская черная	19,8	9,5	2,4	175,4
	17,4-21,3	9,0-10,1	1,5-2,9	158,7-206,9
Багира	18,7	8,3	2,8	167,2
Боскопский великан (St.)	18,8	7,0	3,1	214,8
	18,4-19,1	6,5-7,5	2,9-3,2	176,8-252,8
Выставочная	20,3	8,1	3,1	150,6
	19,0-22,2	8,0-8,2	1,8-4,0	107,1-210,5
Дачница	15,6	9,9	1,9	157,4
	15,5-16,0	9,4-10,4	1,8-2,0	100,0-224,8
Зуша	16,7	9,0	2,7	156,8
	16,1-18,1	8,9-9,0	2,5-2,9	87,1-239,4
Кантата	22,0	10,6	3,3	212,1
	18,6-24,7	6,8-13,4	3,0-3,5	188,2-259,9
Лакированная	20,9	8,6	3,2	236,0
	20,5-21,2	8,3-9,2	3,1-3,3	234,0-305,4
Лакомка	22,3	9,2	2,4	180,2
	21,5-23,7	8,6-9,8	1,8-3,3	135,0-222,9
Лия плодородная	19,9	8,4	2,9	202,3
	19,2-20,3	7,6-9,6	1,8-3,4	177,0-215,3
Майкопская черная	22,5	10,9	2,3	140,8
	21,7-23,5	9,6-12,1	1,5-3,0	111,6-185,9
Неосыпающаяся	21,6	9,2	1,9	174,7
	20,0-20,7	7,4-10,2	1,1-2,4	139,9-212,9
Орловия	14,8	6,9	2,8	134,2
	14,2-15,4	6,1-7,6	2,7-2,9	79,5-188,9
Памяти Вавилова	19,2	8,5	3,2	253,0
Сентябрьская Даниэля	22,1	7,8	3,1	200,0
	21,9-22,5	7,0-8,5	2,8-3,3	168,1-261,1
Пилот А. Мамкин	20,4	9,0	3,1	214,6
	19,2-21,9	8,1-10,4	2,6-3,6	152,0-262,1
Экзотика	16,7	8,1	2,8	153,9
	15,3-18,0	6,3-9,7	2,4-3,1	82,0-234,1

*) в числителе среднее арифметическое значение; в знаменателе размах колебания показателей за годы изучения.

В ягодах смородины красной содержание сухих веществ колеблется от 14,7 (Йонкер ванн Тетс) до 18,9% (Английская белая), тогда как у стандарта (Красный крест) их количество равно в среднем 16,9%.

По количеству сухих экстрактивных веществ сорта смородины черной мало отличаются от сортов красной и белой.

Установлено, что в условиях Адыгеи ягоды смородины черной накапливают в среднем сухих веществ от 14,8 (Орловия) до 24,5%. Наибольшее их количество имеют сорта Кантата (22,0), Лакомка (22,3), Майкопская черная (22,5), Неосыпающаяся (21,6), Сентябрьская Даниэля (22,1), а у стандартного сорта Боскопский великан – 18,8%.

Для сортов смородины красной уровень сахаров ниже, чем у черной. Так, содержание сахаров у смородины черной находится в пределах 6,9 (Орловия) – 10,9% (Майкопская черная, Кантата), а у красной – 5,1 (Рынок Лондона) – 7,9 % (С. Биберштейна). В ягодах контрольных сортов Боскопский великан и Красный крест этот показатель составляет 7,0 и 6,5 % соответственно. Повышенной сахаристостью отличаются сорта смородины черной Адыгейская черная, Дачница, Лакомка, Неосыпающаяся (9,2-9,9 %). Больше 6 % сахаров отмечено у смородины красной Английская белая и Булонская красная.

Высоким содержанием сухих веществ и Сахаров характеризуется Кантата, Лакомка, Майкопская черная, Неосыпающаяся.

Все изучаемые сорта красной и черной смородины имеют ягоды с ясно выраженной кислотностью, и только у немногих сортов ягоды в полной спелости могут служить в качестве десерта.

Наибольшая разница в биохимическом составе смородины красной и черной определяется содержанием аскорбиновой кислоты, а также дубильных и красящих веществ. По данным ВИР смородина черная накапливает витамина С в 5 раз больше, а дубильных и красящих веществ в 10 раз больше, чем красная смородина. Но, по содержанию пектиновых веществ смородина красная стоит в одном ряду с черной [10].

По данным Е. М. Степановой ягоды смородины черной содержат аскорбиновой кислоты около 300 мг % (в пределах 98-417). По количеству витамина С смородина черная уступает лишь шиповнику и актинидии, но превосходит землянику в 5 раз, малину, крыжовник и цитрусовые культуры – в 7-8 раз, яблоню и грушу – в 10-20, вишню и абрикос – в 20-40 раз и виноград – в 100 раз. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах смородины черной сильно колеблется в зависимости от свойств сорта, возраста куста в целом, возраста и местоположения каждой ветки в отдельности, степени зрелости ягод, условий освещения, питания, времени сбора ягод, хранения и их переработки [11].

Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах изучаемых сортов колеблется в широких пределах: у смородины черной – от 134,2 (Орловия) до 263,0 мг/100 г (Лакированная); у смородины красной – от 32,5 (Рынок Лондона) до 94,2 мг/100 г (Йонкер ванн Тетс). Более 200 мг/100 г витамина С содержат ягоды сортов смородины черной Боскопский великан (контроль), Кантата, Лия плодородная, памяти Вавилова, Сентябрьская Даниэля, Пилот А. Мамкин. Уровень витамина С в ягодах контрольного сорта смородины черной находится в разные годы в пределах 176,8-252,8 мг/100 г, у смородины красной – 29,8-61,2 мг/100 г.

Анализ результатов биохимического состава плодов смородины в необычно влажный год (годовая сумма осадков составила 1329,1 мм при норме 804 мм) и очень

засушливый год (за весну и лето выпало всего 339,5 мм осадков при средней многолетней норме 439 мм) представлен в таблице 2.

За годы исследования четкой закономерности изменений показателей биохимического состава ягод смородины всех образцов под влиянием условий среды не обнаружено. Проявляются в основном сортовые особенности. В первый год исследования отмечается некоторое возрастание количества сухих веществ в ягодах смородины красной у сортов Английская белая и Версальская красная, а у ягод смородины черной у сортов Лакомка, Майкопская черная. В этом же году количество сахаров возросло по сравнению с предыдущим годом у сортов Лия плодородная, Майкопская черная, Английская белая, С. Биберштейна, Версальская красная, Йонкер ван Тетс, тогда как кислотность снизилась у сортов смородины черной Боскопский великан, Лакомка, Лия плодородная, Майкопская черная и смородины красной С. Биберштейна. Эти изменения повлияли на сахаро-кислотный индекс, который увеличился почти в 2 раза у сортов смородины черной Лакомка, Лия плодородная, Майкопская черная и незначительно у сортов смородины красной Английская белая, С. Биберштейна, Красный крест.

Таблица 2 - Биохимический состав плодов смородины в зависимости от погодных условий

Образец	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Сумма органических кислот, % (по яблочной кислоте)	Сахаро-кислотный индекс	Витамин С, мг/100г
1	3	4	5	6	7
Смородина красная					
Английская белая	17,44	5,64	2,68	2,1	59,7
	19,44	8,10	2,28	3,6	48,1
С. Биберштейна	15,58	5,94	3,47	1,7	42,0
	16,80	9,84	2,25	4,4	27,3
Версальская красная	15,25	4,90	1,80	2,7	45,3
	18,38	6,54	2,68	2,4	47,9
Голландская белая	17,09	7,55	1,84	4,1	50,0
	16,99	7,16	1,92	3,7	37,4
Красный крест (St.)	16,37	6,84	2,32	2,9	29,8
	16,69	7,80	2,00	3,9	35,8
Рынок Лондона	18,02	5,20	1,82	2,9	45,4
	17,96	6,09	2,50	2,4	44,7
Смородина черная					
Боскопский великан (St.)	18,44	7,52	3,17	2,4	176,8
	19,13	6,48	2,94	2,2	252,8
Лакомка	21,46	9,20	3,26	2,8	135,0
	23,71	9,77	1,79	5,5	222,9
Лия плодородная	20,32	7,56	3,40	2,2	177,0
	20,24	9,61	1,82	5,2	214,7
Майкопская черная	21,65	9,62	2,36	4,1	124,9
	23,50	11,06	1,52	7,3	111,6
Пилот А.Мамкин	20,16	8,04	3,02	2,7	220,0
	19,86	8,44	3,58	2,4	272,0

Сентябрьская	21,92	7,02	2,84	2,5	168,1
Даниэля	22,45	8,50	3,24	2,6	262,1

За период исследований наибольшее изменение по годам отмечалась нами в содержании витамина С в плодах как черной, так и красной смородины (табл. 1, 2).

Сорта Боскопский великан, Лакомка, Лия плодородная, Сентябрьская Даниэля в год с высокой влажностью и обильным выпадением осадков по сравнению с другими годами накапливали меньше аскорбиновой кислоты. Наиболее стабильным по годам был химический состав ягод растений смородины черной Пилот А. Мамкин, Сентябрьская Даниэля и смородины красной Версальская красная.

На основании проведенных исследований в качестве источников ценных признаков для селекции выделены следующие сорта:

- с повышенным содержанием растворимых сухих веществ: смородина красная – Английская белая (18,9 %) и сорта смородины черной – Кантата, Лакомка, Майкопская черная, Неосыпающаяся, Сентябрьская Даниэля (21,6-24,5 %);

- с высоким содержанием сахаров: сорта смородины красной – Английская белая, Булонская красная, Голландская белая, Красный крест (более 6,0%); сорта смородины черной - Адыгейская черная, Дачница, Кантата, Лакомка, Майкопская черная, Неосыпающаяся, Орловская серенада (9,2-12,1 %);

- с низким уровнем титрованных кислот (менее 2,0%) – Дачница, Неосыпающаяся, Йонкер ванн Тетс, Булонская белая;

- с повышенным содержанием витамина С (более 200 мг/100 г) – смородина черная Боскопский великан, Кантата, Лакированная, Лия плодородная, Памяти Вавилова, Сентябрьская Даниэля, Пилот А. Мамкин. Из красных смородин по этому признаку выделен сорт Булонская белая (78,6 мг/100 г);

- сочетанием высокого содержания аскорбиновой кислоты и повышенной сахаристостью - смородина черная Кантата.

Погодные условия Адыгеи значительно отражаются на показателях сахарокислотного индекса и уровне витамина С в ягодах смородины, особенно черной, что связано с сортовыми особенностями.

Литература:

1. Семенова Л.Г., Бжецева Н.Р. Особенности продуктивности смородины черной и красной в условиях Адыгеи: монография / под ред. Г.В. Еремина; Майкоп. гос. технол. ин-т; Майкоп. опыт. станция Всерос. НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. Майкоп, 2003. 143 с.

2. Зозуля Л.Ф. Влияние способов возделывания и переработки на химический состав ягод земляники и черной смородины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Киев, 1971. 28 с.

3. Кольцова Е.В. Сортоизучение смородины в Куйбышевской области // Культура черной смородины в СССР: доклады симпозиума. Москва, 1972. С. 551-557.

4. Лазарева А.Г. Некоторые особенности биологии и иммунитета смородины в Краснодарском крае // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1972. Т. 46, вып. 2. С. 169-191.

5. Любова К.И. Итоги сортоизучения черной смородины в условиях Предуралья // Культура черной смородины в СССР: доклады симпозиума. Москва, 1972. С. 539-544.

6. Бжецева Н.Р. Устойчивые сорта смородины к различным факторам среды // Садоводство и виноградарство XXI века: материалы международной научно-практической конференции. Ч. 3. Краснодар, 1999. С. 191-193.

7. Решетникова А.В., Семчинская Е.И. Лечение растениями. Киев Феникс, 1993. 352 с.

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

9. Методы биохимического исследования растений / Ермаков А.И. [и др.]. Ленинград: Колос, 1972. 456 с.

10. Бурмистров А.Д. Ягодные культуры. Ленинград, 1972. 384 с.

11. Степанова Е.Л. Черная смородина – витаминная культура. Москва: Пищепромиздат, 1950. 60 с.

Literature:

1. Semenova L.G., Bzhetseva N.R. Features of black and red currant productivity in Adygeya: a monograph / ed. by G.V. Eremina; Maikop State Technological In-t; Maikop experience station All-Russian Research Institute of Plant Industry named after N.I. Vavilov. Maikop, 2003. 143 p.

2. Zozulya L.F. Influence of methods of cultivation and processing on the chemical composition of strawberry and black currant berries: abstract dis. ... Cand. of Agricultural Sciences. Kiev, 1971. 28 p.

3. Koltsova E.V. Currant varieties study in the Kuibyshev Region // Black Currant Culture in the USSR: symposium reports. Moscow, 1972. P. 551-557.

4. Lazareva A.G. Some features of biology and immunity of currants in the Krasnodar Territory // Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding. 1972. Vol. 46, no. 2. P. 169-191.

5. Lyubova K.I. Results of the variety study of black currant in the conditions of the Cis-Ural region// Black Currant Culture in the USSR: Symposium Reports. Moscow, 1972. P. 539-544.

6. Bzhetseva N.R. Currant varieties stable to various environmental factors // Horticulture and viticulture of the XXI century: materials of the international scientific and practical conference. Part 3. Krasnodar, 1999. P. 191-193.

7. Reshetnikova A.V., Semchinskaya E.I. Treatment with plants. Kiev: Phoenix, 1993. 352 p.

8. Shirko T.S., Yaroshevich I.V. Biochemistry and fruit quality. Minsk: Science and Technoligy, 1991. 294 p.

9. Methods of biochemical research of plants / Ermakov A.I. [and etc.]. Leningrad: Kolos, 1972. 456 p.

10. Burmistrov A.D. Berry crops. Leningrad, 1972. 384 p.

11. Stepanova E.L. Black currant is a vitamin culture. Moscow: Pishchepromizdat, 1950. 60 p.