

*Т. В. Янчук*

**ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЭЛИТНЫХ И ОТБОРНЫХ ФОРМ  
СМОРОДИНЫ ЧЁРНОЙ СЕЛЕКЦИИ ВНИИСПК**

УДК 634.723:581.19

**Аннотация**

Дана оценка 96 элитным и отборным сеянцам смородины черной селекции ВНИИСПК по содержанию в ягодах питательных веществ: растворимых сухих веществ (РСВ), суммы сахаров, органических кислот, сахарокислотному индексу (СКИ). Выделены лучшие генотипы, сочетающие желаемый уровень изучаемого признака (РСВ  $\geq$  14,0%, суммы сахаров  $\geq$  10,0%, органических кислот  $\leq$  3,0%, СКИ  $\geq$  3,5) с высокой его стабильностью, представляющие интерес для селекции на улучшенный химический состав ягод. Отобрана группа образцов по комплексу питательных веществ с массой ягоды 1,0 г и более, в качестве претендентов в сорта: 3045-16-68, 3031-20-16, 3059-48-69, 2150-33-164, 3014-15-233, 2083-32-153, 3803-45-138 ЭЛС, 3212-16-46 ЭЛС, 3264-46-153, 3007-2-154.

**Ключевые слова:** смородина черная, элитные и отборные сеянцы, сахара, органические кислоты, сахарокислотный индекс, гомеостатичность.

*T. V. Yanchuk*

**NUTRIENT SUBSTANCES OF BLACK CURRANT ELITE  
AND SELECTED SEEDLINGS OF VNIISPK BREEDING**

**Abstract**

96 black currant elite and selected seedlings of VNIISPK breeding have been estimated for the contents of nutrient substances in berries: soluble dry substances (SDS), sum of sugars, organic acids and sugar-acid index (SAI). The best genotypes combining the desirable level of a studied character (SDS  $\geq$  14,0%, sum of sugars  $\geq$  10,0%, organic acids  $\leq$  3,0%, SAI  $\geq$  3,5) with its high stability and being of interest for breeding for the improved chemical composition of berries have been singled out. A cluster of samples with berry weight 1,0 g and more have been chosen according to the complex of nutrient substances as claimants to cultivars: 3045-16-68, 3031-20-16, 3059-48-69, 2150-33-164, 3014-15-233, 2083-32-153, 3803-45-138 ELS, 3212-16-46 ELS, 3264-46-153 and 3007-2-154.

**Key words:** black currant, elite and selected seedlings, sugars, organic acids, sugar-acid index, homeostability.

## **Введение**

Современный рынок предъявляет повышенные требования к качеству плодовой продукции. В связи с этим среди приоритетных направлений в селекции плодовых и ягодных культур особое значение приобретает селекция на качество и улучшенный химический состав плодов. При этом во внимание принимаются не только высокие товарные, но и вкусовые, питательные и технологические свойства. Под питательными свойствами плодов принято понимать содержание растворимых сухих веществ, сахаров, органических кислот, тех веществ, которые служат источником энергии. Накопление этих веществ плодами зависит от агротехнических условий выращивания, от погодных условий вегетационного периода и, в значительной степени, от генотипа, так как химический состав плодов является сортовым признаком и наследуется потомством.

## **Материал и методика исследований**

В ГНУ Всероссийский НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) создан большой генофонд смородины черной, в котором кроме сортов и гибридных сеянцев проходят испытание перспективные элитные и отборные формы. Перед нами была поставлена задача – изучить питательную ценность этих образцов и выделить лучшие для дальнейшего их использования в селекции и производстве. Всего было включено в исследование 96 элитных и отборных форм смородины черной селекции ВНИИСПК (селекционер – доктор сельскохозяйственных наук С. Д. Князев), контролем являлся сорт Орловская серенада. Отбор проб проводили на участке первичного изучения ГНУ ВНИИСПК, лабораторные испытания – в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения института. Годы исследований – 2007...2010.

Биохимический анализ ягод сортов смородины черной проводился по общепринятым методикам [4, 7]: определение РСВ – рефрактометрическим методом с использованием рефрактометра типа РПЛ-3, сахаров – по методу Бертрена, титруемой кислотности (содержание органических кислот) – титрованием вытяжек 0,1 н. раствором гидроокиси натрия.

## **Результаты исследований**

В состав растворимых сухих веществ (РСВ) входят моно- и олигосахариды, органические кислоты, растворимый пектин, дубильные, красящие вещества, водорастворимые витамины (аскорбиновая кислота и Р-активные катехины, антоцианы и лейкоантоцианы), ферменты, азотистые вещества, макро- и микроэлементы. Содержание РСВ в значительной мере зависит от генотипа сорта и изменяется под влиянием метеорологических условий года и места произрастания.

Содержание РСВ в ягодах элитных и отборных сеянцев варьировало от 10,7 (3172-43-124) до 17,5 % (3064-13-10), при среднем содержании 13,7%. В ягодах контрольного сорта Орловская серенада это значение составило 13,6%. Изменчивость данного биохимического признака по изученным элитным и отборным формам незначительная ( $V=8,8\%$ ). Из таблицы 1, в которой элитные и отборные сеянцы смородины черной распределены по накоплению РСВ в ягодах, видно, что основная масса изученных генотипов (73,7%) отличается высоким содержанием РСВ (13,0% и более). 37 форм (38,9%) накапливали в ягодах РСВ 14% и более, 12 из них – 15% и более. Лишь у 7 форм отмечены значения РСВ ниже 12% (7,3% от изученного количества).

Таблица 1 – Распределение элитных и отборных сеянцев в зависимости от содержания РСВ в ягодах смородины черной (2000...2010 гг.)

Содержание РСВ, %			
11,9 и менее	12,0...12,9	13,0...13,9	14,0 и более
3172-43-124 (10,7%), 2070-32-105, 2745-12-220, 2746-7-51, 3325-51-82 ЭЛС, 3516-14-55 ЭЛС, 3569-15-13 ЭЛС	02-7к, 2083-35-10 ЭЛС, 2092-30-176 ЭЛС, 2264-43-88 ЭЛС, 2746-7-40, 3006-14-88, 3029-51-92, 3038-5-36, 3067-23-12, 3183-49-163, 3187-4-176, 3187-11-35, 3325-51-89, 3325-51-147, 3330-49-149, 3354-49-80, 3406-17-115, 3480-13-79	2083-32-113, 2083-32-126, 2083-32-158, 2083-32-177 ЭЛС, 2089-36-108 ЭЛС, 2091-36-25, 2146-34-100 ЭЛС, 2264-43-78, 2308-41-65, 2780-20-23 ЭЛС, 2780-20-88 ЭЛС, 2849-18-19, 2993-12-18, 3007-3-185, 3018-6-104, 3038-5-21, 3038-5-65, 3045-23-116, 3094-19-87, 3095-13-39, 3095-22-42 ЭЛС, 3188-41-51, 3190-44-72, 3212-16-46 ЭЛС, 3216-41-224, 3238-47-167 ЭЛС, 3330-49-31, 3406-17-86 ЭЛС, 3406-17-113 ЭЛС, 3502-14-138 ЭЛС, 3556-15-52 ЭЛС, 3583-16-102, 3794-53-72 ЭЛС	2083-32-153, 2089-36-11, 2089-36-104, 2150-33-164, 2805-13-57 ЭЛС, 2998-22-65, 3007-2-154, 3007-3-152, 3014-15-233, 3017-4-9, 3031-13-157, 3031-13-218, 3031-20-1, 3031-20-2, 3031-20-16, 3038-5-14, 3038-5-44, 3045-16-68, 3048-5-41, 3054-21-180, 3059-48-69, 3142-6-211, 3145-23-86, 3145-23-116, 3176-43-74, 3190-44-144, 3209-41-1, 3226-47-29, 3226-47-44, 3264-46-153, 3269-42-184, 3320-51-10, 3330-49-131, 3339-49-216, 3516-14-46 ЭЛС, 3569-15-6, 3064-13-10 (17,5%)

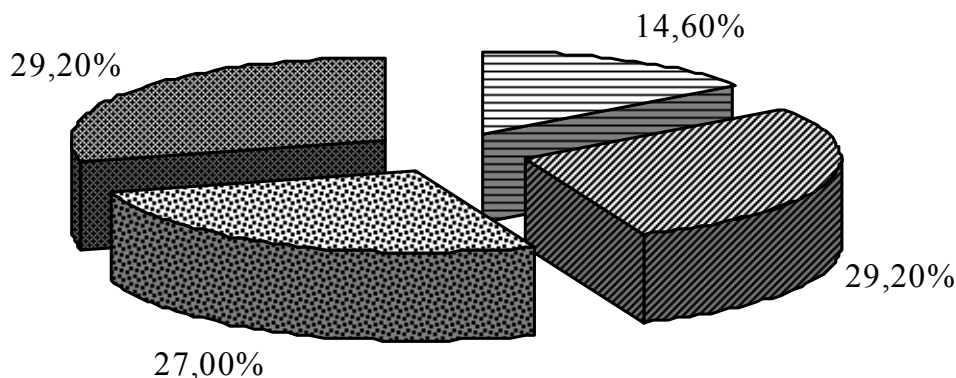
Элитные и отборные формы смородины черной различаются по степени варьирования содержания РСВ в разные годы. Наибольшую ценность представляют генотипы с широкой нормой реакции (широким

гомеостазом), которые в меньшей степени реагируют на изменяющиеся условия окружающей среды по годам. Они обладают повышенным адаптивным потенциалом к неблагоприятным внешним условиям. Пластичность является наследственно обусловленной способностью [8]. Из общего количества изученных образцов выделены формы, характеризующиеся высоким содержанием РСВ (14,0% и более) и низким значением коэффициента вариации ( $V=0,8...9,2\%$ ): 2805-13-57 ЭЛС (РСВ=14,0%), 3803-45-138 ЭЛС (14,0), 3320-51-10 (14,1), 3145-23-86 (14,3), 3516-14-46 ЭЛС (14,3), 3031-13-218 (14,5), 3569-15-6 (14,6), 2083-32-153 (14,8), 3209-41-1 (14,9), 3007-3-152 (15,1), 3330-49-131 (15,3), 3264-46-153 (15,4), 3007-2-154 (15,5), 3339-49-216 (16,6), представляющие интерес для селекции и дальнейшего сортоизучения. Особенно необходимо отметить формы: 2805-13-57 ЭЛС, 3803-45-138 ЭЛС, 3516-14-46 ЭЛС, 3031-13-218, 3569-15-6, 2083-32-153, сочетающие стабильно высокое содержание РСВ с массой ягоды выше среднего ( $m=1,3...1,4$  г).

Среди РСВ основное место принадлежит углеводам, на долю которых приходится до 90% сухого вещества [5, 9]. В процессе их распада организм получает основную часть энергии, необходимую для поддержания жизненных процессов и биосинтеза других сложных соединений. Сахара, содержащиеся в ягодах, легко усваиваются организмом человека, что обуславливает их питательную ценность.

Накопление сахаров в ягодах изученных элитных и отборных форм смородины черной в среднем составило 9,33%. Это выше, чем у контрольного сорта Орловская серенада (8,74%). Пределы разнообразия: 6,40 (2993-12-18) – 14,90 % (3017-4-9). Изменчивость суммы сахаров по изученным формам средняя ( $V=13,8\%$ ). Сумма сахаров 9,00% и более отмечена у 54 форм (56,2%). У достаточно большой группы сеянцев – это 28 элитных и отборных форм (29,2%) – отмечено содержание суммы сахаров в ягодах более 10,00%, что отвечает модели идеального сорта (рисунок 1) [6].

Необходимо отметить сеянцы смородины черной, характеризующиеся высоким содержанием суммы сахаров в ягодах (более 9,00%) и низкой изменчивостью этого биохимического признака в зависимости от метеорологических условий вегетационного периода ( $V\leq 10\%$ ): 3330-49-131 (9,29), 3569-15-6 (9,30), 2780-20-88 ЭЛС (9,35), 3794-53-72 ЭЛС (9,44), 3226-47-29 (9,58), 3209-41-1 (9,65), 3556-15-52 ЭЛС (9,89), 2849-18-19 (10,17), 3007-3-152 (10,24), 3264-46-153 (10,32), 3516-14-46 ЭЛС (10,46), 3803-45-138 ЭЛС (10,53), 3339-49-216 (10,58), 3059-48-69 (10,73). Выделены генотипы с содержанием суммы сахаров в ягодах более 11,0%: 3406-17-115 (11,15%), 2089-36-11 (11,37%), 3045-16-68 (11,72%), 3064-13-10 (11,76%), 3017-4-9 (14,90%).



□ 8,00% и менее   ▨ 8,01-9,00%   ▩ 9,01-10,00%   ■ 10,01% и более

Рисунок 1 – Процентное соотношение элитных и отборных форм смородины черной в зависимости от содержания суммы сахаров в ягодах, 2000...2010 гг.

Значительный интерес представляет изучение связей у сортов между различными биохимическими компонентами. Степень взаимообусловленности двух признаков определяется с помощью вычисления коэффициентов корреляции ( $r$ ). Между содержанием РСВ и сахаров в плодах и ягодах существует положительная корреляционная зависимость у яблони [10, 8], вишни [1], красной смородины [2, 3]. В результате нашей работы между этими биохимическими признаками также была выявлена положительная связь ( $r = +0,62^{***}$ ).

Органические кислоты определяют вкус и питательную ценность ягод, влияют на их технологические качества, участвуют в физиологических процессах растений. Они являются промежуточными звеньями распада углеводов при дыхании и образуют углеродные скелеты аминокислот при синтезе белков. Черная смородина характеризуется высокой концентрацией органических кислот. В ее ягодах содержатся в основном лимонная, яблочная, виннокаменная кислоты, кроме того, присутствуют янтарная, салициловая, фосфорная [11].

Общее количество титруемых кислот в ягодах изученных нами элитных и отборных форм колебалось от 1,97% (3014-15-233) до 4,10% (3142-6-211). Среднее значение – 2,84%, это ниже, чем у контрольного сорта Орловская серенада (2,96%). Изменчивость органических кислот по элитным и отборным формам средняя ( $V=14,5\%$ ).

Менее 3,00% органических кислот отмечено у 58 (60,4%) из изученных генотипов. Из них 22 формы (22,9%) характеризуются содержанием титруемых кислот менее 2,50% (рисунок 2): 3014-15-233 (1,97%), 2070-32-105 (2,07), 2998-22-65 (2,07), 3354-49-80 (2,08), 3190-44-



72 (2,09), 3006-14-88 (2,11), 02-7к (2,15), 3212-16-46 ЭЛС (2,15), 2146-34-100 ЭЛС (2,18), 3031-20-16 (2,18), 3569-15-13 ЭЛС (2,23), 2150-33-164 (2,30), 3794-53-72 ЭЛС (2,33), 3330-49-131 (2,36), 2264-43-78 (2,41), 3480-13-79 (2,42), 2746-7-40 (2,43), 3007-3-185 (2,43), 3183-49-163 (2,43), 2083-35-10 ЭЛС (2,46), 3216-41-224 (2,48), 3556-15-52 ЭЛС (2,48%).

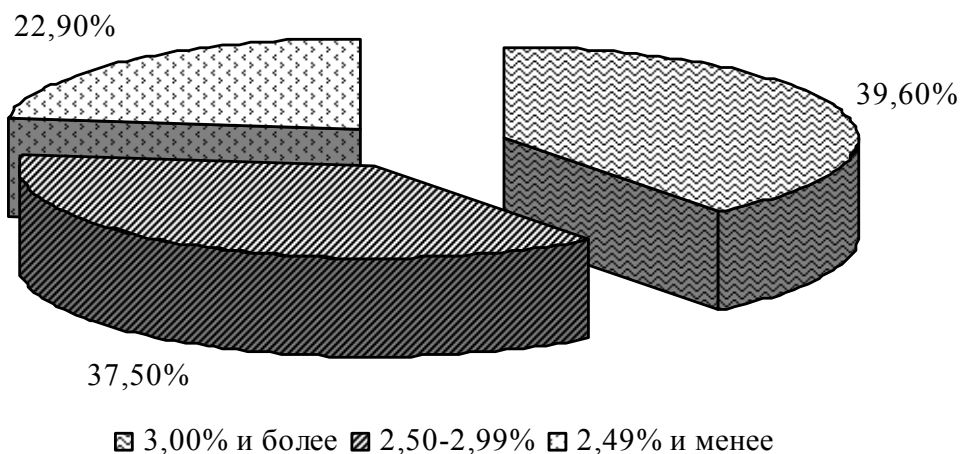


Рисунок 2 – Процентное соотношение элитных и отборных форм смородины черной в зависимости от содержания титруемых кислот в ягодах, 2000...2010 гг.

Выделена группа генотипов, сочетающих низкое содержание органических кислот (<3,00%) с низким коэффициентом вариации ( $V \leq 10\%$ ): 2083-35-10 ЭЛС, 2091-36-25, 2150-33-164, 2264-43-78, 3006-14-88, 3187-4-176, 3187-11-35, 3264-46-153, 3269-42-184, 3325-51-82 ЭЛС, 3325-51-89, 3803-45-138 ЭЛС.

В последние годы в связи с расширением любительского садоводства, большое значение стали приобретать сорта с десертным вкусом ягод. Вкус плодов в значительной степени зависит от сахарокислотного индекса (СКИ) (отношения общего количества сахара к общему количеству кислот). СКИ у изученных элитных и отборных форм варьировал от 2,0 до 5,4, при среднем значении 3,4. Изменчивость СКИ по изученным формам средняя ( $V=18,9\%$ ).

Десертный вкус ягод смородины черной может быть обусловлен как высоким содержанием суммы сахаров, так и низким – органических кислот. Высоким СКИ (3,5 и более) характеризуются 39 элитных и отборных форм, в том числе 19 форм имеют СКИ на уровне 4,0 и более. Очень высокие показатели СКИ (4,0 и более) почти всех выделившихся по этому показателю генотипов обусловлены одновременно высоким содержанием суммы сахаров (более 9,00%) и низким органических кислот (менее 3,00%). Это формы: 2146-34-100 ЭЛС (4,0), 3007-3-185 (4,0), 3045-16-68 (4,0), 3064-13-10 (4,0), 3264-46-153 (4,0), 3330-49-131 (4,0), 3406-17-

115 (4,0), 3556-15-52 ЭЛС (4,0), 2083-32-153 (4,1), 3794-53-72 ЭЛС (4,1), 3569-15-13 ЭЛС (4,6), 2150-33-164 (4,7), 3031-20-16 (5,0), 3212-16-46 ЭЛС (5,0), 3014-15-233 (5,4). У четырех форм – 02-7к, 2070-32-105, 3006-14-88 и 3354-49-80 – высокий СКИ (4,0-4,2) обусловлен только очень низким содержанием органических кислот в ягодах (2,07-2,15%).

20 элитных и отборных сеянцев, имея достаточно высокий СКИ (3,5 и более), характеризуются относительной стабильностью этого признака ( $V \leq 20\%$ ). Наибольшую селекционную ценность представляют формы: 3794-53-72 ЭЛС, 2264-43-78, 3183-49-163, 3269-42-184, имеющие СКИ 3,5 и более и стабильно сохраняющие этот признак по годам ( $V \leq 10\%$ ).

Выделена группа элитных и отборных сеянцев по комплексу желаемых биохимических признаков: содержание суммы сахаров более 9,00%, содержание органических кислот менее 3,00%, СКИ – не ниже 3,8, масса ягоды – не менее 1,0 г (таблица 2). Они заслуживают внимания при дальнейшем сортоизучении и могут быть использованы в селекции на улучшение вкусовых и питательных качеств ягод в качестве источников по комплексу биохимических признаков.

Таблица 2 – Характеристика элитных и отборных форм смородины черной по комплексу питательных веществ в ягодах (2000-2010 гг.)

Элитные и отборные формы	РСВ, %	Сумма сахаров, %	Органические кислоты, %	Сахаро-кислотный индекс	Масса ягоды, г
2083-32-153	14,8	10,63	2,64	4,1	1,4
2083-32-177 ЭЛС	13,4	9,36	2,56	3,8	1,3
2146-34-100 ЭЛС	13,8	9,70	2,18	4,0	1,0
2150-33-164	15,7	10,69	2,30	4,7	1,1
2264-43-78	13,1	9,39	2,41	3,8	1,2
3007-2-154	15,5	10,31	2,78	3,8	1,0
3007-3-185	13,3	9,76	2,43	4,0	1,2
3014-15-233	14,0	10,68	1,97	5,4	1,0
3018-6-104	13,7	9,56	2,56	3,8	1,6
3031-20-16	14,5	10,88	2,18	5,0	1,7
3045-16-68	15,2	11,72	2,91	4,0	1,1
3059-48-69	14,0	10,73	2,82	3,9	1,0
3212-16-46 ЭЛС	13,7	10,49	2,15	5,0	1,4
3264-46-153	15,4	10,32	2,63	4,0	1,1
3556-15-52 ЭЛС	13,5	9,89	2,48	4,0	1,5
3794-53-72 ЭЛС	13,5	9,44	2,33	4,1	1,5
3803-45-138 ЭЛС	14,0	10,53	2,83	3,8	1,4

## Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований были выделены элитные и отборные сеянцы по каждому показателю:

- с содержанием РСВ в ягодах 14,0% и более – 37 форм (38,9%),
- с содержанием суммы сахаров более 10,0% – 28 форм (29,2%),
- с содержанием органических кислот менее 2,5% – 22 формы (22,9%),
- с сахарокислотным индексом 4,0 и более 19 форм.

Отобрана группа образцов по комплексу питательных веществ с массой ягоды 1,0 г и более, в качестве претендентов в сорта.

## Литература

1. Джигадло, Е. Н. Оценка содержания РСВ и сахаров в плодах вишни от межсортных и отдаленных скрещиваний / Е. Н. Джигадло, А. А. Гуляева, О. Д. Голяева // Селекция и сортовая агротехника плодовых культур: сб. – Орел: ВНИИСПК, 2004. – С. 120-124.

2. Макаркина, М. А. Биохимическая оценка сортов и гибридов красной смородины в связи с их использованием в селекции и производстве: 06.01.05 «Селекция и семеноводство»: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / Маргарита Алексеевна Макаркина. – Брянск, 2000. – 24 с.

3. Макаркина, М. А. Селекция яблони и смородины красной на улучшение химического состава плодов: 06.01.05. «Селекция и семеноводство»: автореф. дис. на соиск. учен. степ. доктора с.-х. наук / Маргарита Алексеевна Макаркина. – Брянск, 2009. – 46 с.

4. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 432 с.

5. Некрасов, В. В. Применение рефрактометра при оценке качества плодов, ягод и овощей / В. В. Некрасов, В. Г. Скрипников, Е. П. Франчук // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1968. – № 12. – С. 28-31.

6. Огольцова, Т. П. Селекция черной смородины – прошлое, настоящее, будущее. – Тула: Приокск. кн. изд-во, 1992. – 384 с.

7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с. – С. 155-168.

8. Седов, Е. Н. Селекция яблони на улучшение химического состава плодов / Е. Н. Седов, З. А. Седова. – Орел, 1982. – 120 с.

9. Седова, З. А. Оценка сортового фонда черной смородины по химическому составу ягод в связи с задачами селекции на улучшение качества ягод / З. А. Седова, Т. П. Огольцова, С. Д. Князев, С. Е. Соколова, Т. Г. Филина // Состояние сортифта плодовых и ягодных культур и задачи селекции: тез. докл. и выст. на междунар. науч.-метод. конф. (2-5 июля 1996 г., Орел). – Орел, 1996. – С. 216-218.



10. Станкевич, К. В. Коррелятивная зависимость между отдельными биохимическими показателями у гибридных сеянцев яблони / К. В. Станкевич, Л. И. Архипова // Бюл. ЦГЛ им. И. В. Мичурина. – 1974. – Вып. 21. – С. 32-36.

11. Ширко, Т. С. Биохимия и качество плодов / Т. С. Ширко, И. В. Ярошевич. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – 120 с. – С. 5-82.