

## СОРТА ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ СЕЛЕКЦИИ ВНИИСПК НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

О.А. Тихонова , в.н.с., к.с.-х.н.


*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, ВИР, o.tikhonova@vir.nw.ru*

### Аннотация

В статье приведены результаты изучения биолого-хозяйственных признаков и уровня адаптивности сортов черной смородины селекции Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК, г. Орел). Исследования проводили в 2010...2017 гг. на коллекции черной смородины научно-производственной базы (НПБ) «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Адаптивность сортов, особенности биологии цветения и плодоношения изучали в соответствии с методическими указаниями (Орел, 1999). Уровень накопления в плодах питательных и биологически активных веществ определяли в 2010...2012 гг. в лаборатории биохимии и молекулярной биологии Всероссийского НИИ генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова по методикам, принятым в ВИР (Ермаков и др., 1987). Проведенное изучение показало, что сорта селекции ВНИИСПК обладают высоким адаптивным потенциалом и в полной мере способны реализовать его в условиях Северо-Запада России. Выделены сорта – источники отдельных хозяйственно-ценных признаков: высокой побегообразовательной способности – Кипиана, Чудное мгновение, Муравушка, Монисто, Орловская серенада, Сладстена; способности к закладке многокстных узлов – Очарование; крупноплодности – Сладстена, Загляденье, Очарование, Орловский вальс, Экзотика, элитный сеянец 2780-20-33; высокой самоплодности – Арапка, Орловский вальс, Чудное мгновение, Дачница, Грация, Ажурная, Орловская серенада; повышенного содержания в ягодах антоцианов – Орловия, Очарование, Орловский вальс, Грация; повышенного содержания Р-активных веществ – Орловия. Комплексным сочетанием всех компонентов продуктивности характеризуются сорта Орловский вальс, Орловская серенада и Грация. Все изученные сорта селекции ВНИИСПК в условиях Северо-Запада России проявляют высокую устойчивость к американской мучнистой росе.

**Ключевые слова:** зимостойкость, самоплодность, продуктивность, масса ягоды, длина кисти, американская мучнистая роса, почковый клещ

## BLACK CURRANT VARIETIES OF VNIISPK BREEDING IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

O.A. Tikhonova , leading researcher, cand. agr. sci.

*Federal Research Center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42,44, Bolshaya Morskaya str. St.Petersburg, 190000 Russia, o.tikhonova@vir.nw.ru*

### Abstract

The article presents the results of the study of biological and economic traits and the level of adaptability of black currant varieties of VNIISPK breeding. Our investigations were carried out at Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR in 2010—2017 years. The study of the adaptability and biology of flowering and productiveness of varieties was carried out in accordance with the methodological guidelines (Orel, 1999). The content of nutrient and biologically active substances in black currant berries was carried in 2010—2012 in the laboratory of biochemistry and molecular biology of the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) in accordance with the methodological guidelines (Ermakov et al., 1987). The study showed that the varieties of VNIISPK breeding have a high adaptive potential and are able to realize their high potential possibility in the North-West of Russia. The cultivars with maximum expression of separate valuable economic features were released: high ability to form shoots – Kipiana, Chudnoe mgnovenie, Muravushka, Monisto, Orlovskaya serenada, Slastena; a lot of racemes per one node – Ocharovanie, Muravushka; large-fruit size – Slastena, Zaglyadenie, Ocharovanie, Orlovskii vals, Ekzotika, 2780-20-33; high level of self-fertility – Arapka, Orlovskii vals, Chudnoe mgnovenie, Dachnitsa, Gratsiya, Azhurnaya, Orlovskaya serenada; high level of accumulation of anthocyanins – Orloviya, Ocharovanie, Orlovskii vals, Gratsia; high content of P-active substances – Orloviya. Varieties Orlovskii vals, Orlovskaya serenada, Gratsiya are characterized of complex combination of all components productivity. All studied varieties of VNIISPK breeding are characterized of high resistance to American powdery mildew in the North-West of Russia.

**Key words:** winter-hardiness, self-fertility, productivity, weight of berries, length of raceme, powdery mildew, gall mite

### Введение

Черная смородина традиционно является одной из ведущих ягодных культур в России. Пластичность и относительная неприхотливость при возделывании обеспечивают возможности ее выращивания практически повсеместно. Высокое содержание и благоприятное сочетание питательных и биологически активных веществ в ягодах этой культуры делает ее незаменимой в рационе питания человека. Отечественными селекционными школами создано огромное количество сортов значительно превосходящих по своим характеристикам мировые стандарты. Благодаря долгосрочной селекционной программе, составленной с учетом современных направлений и проблемных вопросов культуры, учеными Всероссийского НИИ селекции плодовых культур получены сорта с обогащенной генетической наследственностью, сочетающие стабильную продуктивность и крупноплодность с высоким уровнем устойчивости к болезням и вредителям.

В Государственный Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию,

включено 13 сортов черной смородины селекции ВНИИСПК. Из них в Северо-Западном регионе районированы 3 сорта – Лентяй (1995 г.), Орловия (1996 г.) и Дачница (2004 г.).

Целью нашего исследования явилось изучение биолого-хозяйственных особенностей и оценка адаптивности сортов черной смородины селекции ВНИИСПК, выделение генотипов с ценными признаками, а также сортов со стабильно высокой продуктивностью в условиях Северо-Запада России.

### **Материалы и методы**

Изучение адаптивности сортов и особенностей биологии цветения и плодоношения проводили в 2010...2017 гг. на коллекции черной смородины научно-производственной базы (НПБ) «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», расположенной в 30 км к югу от г. Санкт-Петербург. Исследования проводили в соответствии с методическими указаниями (Орел, 1999). Содержание питательных и биологически активных веществ в ягодах определяли в 2010...2012 гг. в лаборатории биохимии и молекулярной биологии Всероссийского НИИ генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова по методикам, принятым в ВИР'е (Ермаков и др., 1987). Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы Microsoft Excel и методических указаний (Доспехов, 1985).

Объектами изучения служили 19 сортов черной смородины селекции ВНИИСПК (г. Орел); в исследование по отдельным признакам был включен элитный сеянец 2780-20-33, созданный в данном селекционном учреждении.

### **Результаты**

Важнейшими характеристиками современного сорта черной смородины являются высокая урожайность и стабильность плодоношения. Именно эти показатели свидетельствуют о высокой адаптивности сорта в конкретном регионе возделывания (Тихонова, 2018).

Урожайность сорта определяется многими факторами. Она зависит от уровня самоплодности, скороплодности, количества плодоносящей древесины, числа плодоносящих узлов на единицу длины побега, числа кистей на узел и величины ягод (Кеер, 1981, Равкин, 1987, Князев, Огольцова, 2004, Сазонов, Подгаецкий, 2011). Определяющим является генотип сорта, но немаловажное значение имеют уровень агротехники и почвенно-климатические условия местности, в которых он возделывается. Большую роль играют адаптационные признаки сорта (зимостойкость и устойчивость к болезням и вредителям).

**Зимостойкость** – один из важнейших показателей, характеризующий степень приспособленности сорта к условиям возделывания.

Зимние месяцы в Северо-Западном регионе России не являются критическими для перезимовки растений смородины. Суровые зимы с низкими минусовыми температурами в этой зоне повторяются с частотой примерно один раз в десять лет. Но даже такие зимы растения смородины переносят практически без ущерба, в редких случаях наблюдаются незначительные подмерзания вегетативных органов у ряда сортов. Так, в зимние месяцы 2013 г., когда температура воздуха опустилась до -24,4°C произошло незначительное подмерзание (до 1 балла) надземной части у сортов Грация, Орловский вальс, Орловская серенада и Очарование. В зиму 2014...2015 гг. после длительного бесснежного периода в поздне-осеннее время и первые зимние месяцы при резком наступлении минусовых температур наблюдалось подмерзание сердцевинки ветвей у сортов Очарование, Муравушка и Грация.

Большой вред растениям смородины в Ленинградской области наносят перепады температур в осенне-зимний и зимне-весенний периоды, при которых происходит полная

или частичная гибель зачатков цветков в смешанных почках. Этот тип повреждений у изученных сортов не наблюдался, хотя неустойчивые оттепельные зимы повторялись практически ежегодно.

Другим типом зимних повреждений являются возвратные весенние заморозки. Весной 2017 года, после внезапного резкого похолодания во время вегетации растений, подмерзли кончики молодых распускающихся листочков у большинства изученных образцов, хотя к ощутимым последствиям для растений это не привело. При наступлении второй волны холодов, продолжавшейся довольно длительное время (в течение первой и второй декады мая температура воздуха держалась на уровне 1,2...6,8°C) произошло подмерзание бутонов в выдвигающихся кистях у ряда образцов. В особенной степени это коснулось сортов Грация (рисунок 1) и Кипиана, у которых наблюдалось подмерзание от 80 до 90% бутонов, что негативным образом сказалось на продуктивности растений в текущем году. У сорта Гамма было повреждено до 60...65% бутонов. Единичные повреждения бутонов и цветков отмечены у сортов Арапка, Дачница, Монисто, Орловская серенада, Орловский вальс. Не имели повреждений сорта Ажурная, Блакестон, Десертная Огольцовой, Монисто, Муравушка, Очарование, Чудное мгновение и 2780-20-33 (Тихонова, 2018).



Рисунок 1 – Подмерзание генеративных органов после весенних заморозков сорта Грация

Одним из важнейших показателей успешности сорта при возделывании в конкретном регионе является его **устойчивость к болезням и вредителям**.

На Северо-Западе России одной из наиболее вредоносных грибных болезней черной смородины является американская мучнистая роса (*Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Curt.).

Известно, что начальным этапам развития гриба способствуют высокая влажность (70...80%) и среднесуточные температуры воздуха +15...+17°C в мае-июне, причем, как показали исследования, влажность имеет большее значение. Погодные условия I и II декад июля также оказывают значительное влияние на дальнейшее развитие болезни (Дмитриева, 2004, Козлова, 2007).

Слабо выраженный приморский климат Ленинградской области с невысокими летними температурами и сравнительно высокой летней влажностью (Лехнович, 1935) почти идеально соответствует этим требованиям, поэтому возделываемые в данном регионе

сорта проходят серьезную проверку на восприимчивость к болезни.

Во все годы исследований, даже в эпифитотийные, каковыми являлись 2010, 2016...2018 гг., все изученные сорта селекции ВНИИСПК проявляли высокую устойчивость к болезни.

Учет повреждения растений почковым клещом (*Eriophyes ribis* Nal.) показал, что сорта Загляденье, Сластина, Блакестон и Экзотика в Северо-Западном регионе России недостаточно устойчивы к вредителю. Сорта Орловский вальс, Орловская серенада и Монисто в течение длительного времени проявляют устойчивость к почковому клещу, в дальнейшем у них могут повреждаться единичные почки. До 2 баллов повреждаются почки районированного сорта Орловия. Устойчивость к вредителю проявляют сорта Гамма, Грация. Дачница, Кипиана, Чудное мгновение, Искушение.

**Продуктивность.** Нами проведено изучение отдельных параметров, определяющих продуктивность сорта: количество побегов на куст, количество плодоносящих узлов, способность к формированию многокистных узлов, масса ягоды, самоплодность.

*Количество побегов на куст.* Высокой побегообразовательной способностью (35...41 шт.) в условиях Ленинградской области характеризуются сорта Кипиана, Чудное мгновение, Муравушка, Монисто, Орловская серенада и Сластина – они формируют 35...41 побег на куст. У сортов Грация, Очарование, Гамма, Орловский вальс и Зуша была отмечена несколько меньшая по сравнению с вышеперечисленными сортами, но тем не менее также высокая степень выраженности признака (23...33 побега). Средние показатели имели сорта Ажурная и Дачница (16...19 шт.).

*Количество узлов с плодоношением.* Все изученные сорта характеризуются высокой способностью к закладке смешанных почек на побеге. Наибольшее количество узлов с плодоношением (>80%) отмечено у сортов Орловская серенада, Орловский вальс, Муравушка, Очарование, Зуша, Гамма, Монисто.

*Количество многокистных узлов.* Диапазон изменчивости количества многокистных узлов варьировал в достаточно широких пределах – 0,0...54,5%. Сорта Грация и Гамма формировали, как правило, по одной кисти в узле. Признак устойчиво сохранялся в течение двух вегетационных периодов, в которые проводилось изучение. У сортов Чудное мгновение, Кипиана и Ажурная не наблюдалось резких изменений в количестве генеративных почек, заложившихся в узлах по годам. Доля сформировавшихся в узле двойных кистей была незначительной и составила 1,4...11,9%. Сорта Зуша, Монисто, Загляденье, Сластина и Дачница формировали в среднем 17,6...23,5% многокистных узлов. При этом для сортов Зуша и Дачница была характерна средняя степень изменчивости признака ( $V=14,5...20,9\%$ ), а у сортов Монисто, Загляденье и Сластина наблюдалась значительная вариабельность данного параметра ( $V=34,1...70,5\%$ ). Самое большое количество двойных и тройных кистей на один узел (30,4...54,4%) формировали сорта Муравушка и Очарование (рисунок 2), однако, вариабельность признака была очень высокой –  $V=66,2...79,0\%$  (Тихонова, 2016).

*Масса ягоды* является одним из наиболее значимых компонентов продуктивности. Величина этого показателя варьирует по годам в зависимости от возраста растений, погодных условий, плодородия почвы, опыления, оплодотворения и других факторов (Ширко, Радюк и др., 1993).

Исследования показали, что изученные сорта различаются по массе, диаметру ягоды и количеству семян в ней, а также по таким параметрам, как длина кисти и количество ягод в ней.

По полученным нами данным средняя масса ягоды изученных сортов находилась в пределах 1,02...1,98 (таблица 1).



Рисунок 2 – Многочлестность узлов у сорта Очарование

Таблица 1 – Механический состав и морфометрические показатели ягод черной смородины (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2010...2012 гг.)

| Название сорта       | Средняя масса ягоды, г | Средняя масса крупных ягод, г | Диаметр ягоды, см | Количество семян, шт. | Длина кисти, см                      | Количество ягод в кисти, шт. |
|----------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 2780-20-33           | 1,98±0,17              | 2,52±0,16                     | 1,50±0,04         | 44±4,4                | $\frac{5,0 \pm 0,8}{3,5 \dots 8,8}$  | 5±0,6                        |
| Сластена             | 1,83±0,14              | 2,59±0,21                     | 1,48±0,05         | 79±11,8               | $\frac{5,7 \pm 0,5}{3,6 \dots 8,8}$  | 7±0,3                        |
| Загляденье           | 1,72±0,05              | 2,36±0,09                     | 1,39±0,03         | 44±1,5                | $\frac{8,2 \pm 1,1}{4,5 \dots 11,5}$ | 8±1,5                        |
| Очарование           | 1,71±0,08              | 2,31±0,24                     | 1,40±0,01         | 63±2,3                | $\frac{5,3 \pm 0,2}{3,7 \dots 7,7}$  | 5±0,3                        |
| Орловский Вальс      | 1,69±0,08              | 2,54±0,13                     | 1,50±0,02         | 63±2,3                | $\frac{7,5 \pm 0,8}{5,0 \dots 12,0}$ | 8±0,7                        |
| Блакестон            | 1,49±0,28              | 2,27±0,39                     | 1,38±0,1          | 34±0,5                | $\frac{6,5 \pm 0,5}{5,0 \dots 10,3}$ | 7±0,1                        |
| Десертная Огольцовой | 1,48±0,22              | 1,96±0,17                     | 1,3±0,07          | 38±5,5                | $\frac{4,2 \pm 0,8}{3,1 \dots 6,4}$  | 4±0,3                        |
| Экзотика             | 1,42±0,03              | 2,11±0,09                     | 1,35± 0,02        | 23±1,5                | $\frac{6,6 \pm 0,2}{4,7 \dots 8,8}$  | 7±0,1                        |
| Орловская Серенада   | 1,28±0,10              | 1,77±0,09                     | 1,29±0,02         | 30±0,9                | $\frac{5,2 \pm 0,3}{3,4 \dots 7,1}$  | 8±0,6                        |
| Арапка               | 1,27±0,12              | 1,59±0,11                     | 1,30±0,02         | 43±1,2                | $\frac{4,9 \pm 0,5}{3,6 \dots 6,5}$  | 6±0,3                        |
| Искушение            | 1,24±0,02              | 1,61±0,02                     | 1,30±0,07         | 43±2,5                | $\frac{6,0 \pm 1,0}{3,1 \dots 9,0}$  | 8±1,2                        |
| Чудное мгновение     | 1,18±0,03              | 1,64±0,08                     | 1,31±0,01         | 40±2,5                | $\frac{5,7 \pm 0,4}{4,0 \dots 8,0}$  | 8±0,3                        |
| Дачница              | 1,26±0,17              | 1,57±0,23                     | 1,20±0,06         | 25±2,0                | $\frac{3,9 \pm 0,5}{2,7 \dots 7,0}$  | 5±0,9                        |
| Гамма                | 1,13±0,11              | 1,53±0,30                     | 1,20±0,06         | 30±8,5                | $\frac{6,8 \pm 0,1}{4,9 \dots 9,0}$  | 6±0,1                        |
| Муравушка            | 1,09±0,05              | 1,47±0,11                     | 1,24±0,06         | 33±1,0                | $\frac{6,5 \pm 0,9}{5,0 \dots 9,5}$  | 7±1,0                        |
| Кипиана              | 1,02±0,11              | 1,41±0,14                     | 1,17±0,04         | 36±1,5                | $\frac{5,3 \pm 0,7}{4,8 \dots 8,0}$  | 7±0,3                        |

Подавляющее большинство сортов имели крупные ягоды массой более 1,2 г. Наиболее крупноплодны в Северо-Западном регионе сорта Сладстена, Загляденье, Очарование, Орловский вальс, Экзотика и элитный сеянец 2780-20-33. Средняя масса ягоды этих образцов составила 1,42...1,98 г. Эти же сорта характеризовались и наибольшим диаметром ягоды – 1,39...1,50 см.

Среднее количество семян в ягоде варьировало от 23 (Экзотика) до 79 шт. (Сладстена). Сравнительно небольшое количество семян имели крупноплодные сорта Десертная Огольцовой, Экзотика, Орловская серенада и Блакестон.

Длина кисти изученных сортов составила 3,9 (Дачница) 8,2 см (Загляденье). Помимо сорта Загляденье длиннокистность присуща сортам Орловский вальс, Экзотика, Блакестон, Гамма и Муравушка.

Помимо генетической обусловленности данный показатель в значительной степени зависит от уровня агротехники и влияния погодных условий (Князев, Огольцова, 2004). В нашем исследовании наименьшая длина кисти была отмечена при неблагоприятных погодных условиях вегетационного периода 2014 года.

Изученные сорта содержат в среднем 5...8 ягод в кисти.

Самоплодность. В характеристике сорта огромное значение имеет его способность завязывать плоды от опыления своей пыльцой, т. е. самоплодность, поскольку только высокосамоплодные сорта могут обеспечить стабильную урожайность в зонах с неблагоприятными погодными условиями во время цветения.

Проведенные исследования показали, что в условиях Северо-Запада России очень высокую самоплодность (завязываемость ягод при естественном самоопылении 61,1...74,2%) имеют сорта Арапка, Орловский вальс, Чудное мгновение, Дачница, Грация, Ажурная и Орловская серенада. У остальных изученных сортов (Загляденье, Сладстена, Монисто и др.) выявлена хорошая степень самоплодности (таблица 2).

Таблица 2 – Завязываемость ягод черной смородины при разных способах опыления (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2011...2017 гг.)

| Название сорта          | Завязываемость ягод при разных способах опыления, % |                            |                    |
|-------------------------|---|----------------------------|--------------------|
|                         | Естественное самоопыление                           | Искусственное самоопыление | Свободное опыление |
| Орловская серенада      | 74,2  | 91,0                       | 71,2               |
| Ажурная                 | 70,8  | 81,7                       | 67,2               |
| Грация                  | 69,7  | 87,4                       | 70,4               |
| Дачница                 | 66,9  | 86,6                       | 67,9               |
| Чудное мгновение        | 63,3  | 91,8                       | 62,0               |
| Орловский Вальс         | 62,1  | 71,8                       | 61,8               |
| Арапка                  | 61,1  | 63,3                       | 66,4               |
| Зуша                    | 59,5  | 86,8                       | 65,4               |
| Очарование              | 55,3  | 76,4                       | 64,5               |
| Десертная Огольцовой    | 54,5  | 86,3                       | 70,5               |
| Муравушка               | 54,3  | 79,1                       | 66,7               |
| Искушение               | 50,7  | 64,7                       | 54,6               |
| Загляденье              | 48,2  | 61,6                       | 47,2               |
| Сладстена               | 47,3  | 75,2                       | 53,2               |
| Монисто                 | 47,0  | 89,7                       | 69,7               |
| Гамма                   | 46,6  | 80,9                       | 54,3               |
| Орловия (К)             | 46,6  | 88,5                       | 64,3               |
| Блакестон               | 45,5  | 78,5                       | 62,3               |
| Кипиана                 | 44,5  | 62,1                       | 52,1               |
| 2780-20-33              | 44,3  | 68,2                       | 81,6               |
| <b>НСР<sub>05</sub></b> | <b>21,4</b>   | <b>31,5</b>                | <b>21,9</b>        |

Сочетание параметров, определяющих высокую продуктивность характерно практически для всех сортов селекции ВНИИСПК за редкими исключениями. Ряд сортов по отдельным признакам имеет несколько меньшие характеристики в сравнении с селекционным заданием. Так, сорта Дачница и Ажурная содержат среднее количество плодоносящих побегов; Муравушка и Гамма имеют массу ягоды менее 1,2 г; сорт Чудное мгновение – менее 70% плодоносящих побегов; менее 6 ягод в кисти содержат сорта Очарование, Десертная Огольцовой, Дачница и 2780-20-33. Оптимальное сочетание всех параметров, определяющих высокую потенциальную продуктивность (20 и более плодоносящих побегов на куст; 70% и более плодоносящих узлов; не менее 6 ягод в кисти массой 1,2 г и более; степень самоплодности – не менее 60%), наблюдается у трех сортов – Орловский вальс, Орловская серенада и Грация.

Продуктивность изученных сортов составила в среднем 1,1...3,0 кг/куст. Наибольшая продуктивность (3,0 кг/куст) характерна для сортов Ажурная, Монисто, Муравушка, Орловская серенада, Орловский вальс (рисунок 3а).



а) Орловский вальс, б) Грация, в) Муравушка  
Рисунок 3 – Плодоношение сортов черной смородины



Величина продуктивности сортов Блакестон, Грация, Зуша, Кипиана и Чудное мгновение составляет 1,5...2,6 кг/куст. Самый высокий коэффициент плотности урожая имеют сорта Орловский вальс (2,1 кг/м<sup>2</sup>), Ажурная (1,9 кг/м<sup>2</sup>), Грация (1,6 кг/м<sup>2</sup>) и Муравушка (1,8 кг/м<sup>2</sup>) (рисунок 3б, 3в).

**Химический состав ягод.** Черная смородина является одним из наиболее ценных и доступных источников высокого содержания витамина С и биологически активных полифенолов (Вигоров, 1976). В списке традиционных ягодных растений эта культура занимает одно из лидирующих положений по содержанию питательных и биологически активных веществ, необходимых для сбалансированного питания человека (Тихонова, Шеленга и др., 2015).

Исследования, проведенные нами, показали, что в условиях Северо-Запада России изученные сорта характеризуются высоким содержанием растворимых сухих веществ в плодах. Уровень накопления их составляет в среднем 18,5% с размахом изменчивости 16,8...19,5%. Наибольшим содержанием указанных веществ характеризуются сорта Очарование, Кипиана и Орловская серенада (таблица 3).

Таблица 3 – Химический состав ягод черной смородины (лаборатория биохимии и молекулярной биологии ВИР, 2010...2012 гг.)

| Название сорта     | Сухой вес, %                   | Сахара, %                    | Кислотность, %               | СКИ                          | АК, мг/100г                       |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
|                    | $\bar{x} \pm m$<br>min...max   | $\bar{x} \pm m$<br>min...max | $\bar{x} \pm m$<br>min...max | $\bar{x} \pm m$<br>min...max | $\bar{x} \pm m$<br>min...max      |
| Орловская серенада | $19,5 \pm 0,4$<br>18,8...20,3  | $12,9 \pm 2,7$<br>8,5...17,7 | $3,3 \pm 0,3$<br>3,0...4,0   | $3,8 \pm 0,5$<br>2,8...4,4   | $184,5 \pm 18,4$<br>150,4...213,3 |
| Кипиана            | $19,3 \pm 0,7$<br>18,6...20,7  | $9,3 \pm 0,9$<br>7,6...10,8  | $3,2 \pm 0,1$<br>3,0...3,4   | $2,9 \pm 0,3$<br>2,4...3,2   | $180,3 \pm 5,8$<br>170,0...190,0  |
| Грация             | $18,5 \pm 0,04$<br>18,4...18,5 | $10,7 \pm 1,2$<br>8,2...12,0 | $4,4 \pm 0,2$<br>4,0...4,6   | $2,4 \pm 0,2$<br>2,1...2,6   | $172,2 \pm 21,6$<br>141,0...213,7 |
| Очарование         | $19,0 \pm 0,74$<br>17,6...20,1 | $11,7 \pm 2,4$<br>7,3...15,4 | $2,9 \pm 0,07$<br>2,9...3,1  | $3,9 \pm 0,9$<br>2,4...5,3   | $167,9 \pm 8,6$<br>152,0...181,5  |
| Орловия (St)       | $16,8 \pm 0,4$<br>16,4...17,2  | $10,0 \pm 1,8$<br>8,2 - 11,8 | $3,3 \pm 0,3$<br>3,0 - 3,6   | $3,0 \pm 0,3$<br>2,7...3,3   | $166,8 \pm 9,3$<br>157,5...176,0  |
| Орловский вальс    | $17,8 \pm 0,6$<br>16,6...18,8  | $10,6 \pm 1,6$<br>7,5...12,5 | $2,9 \pm 0,04$<br>2,9...3,0  | $3,6 \pm 0,6$<br>2,5...4,3   | $162,6 \pm 20,7$<br>121,6...188,1 |
| Гамма              | $18,7 \pm 0,2$<br>18,5...19,0  | $10,9 \pm 1,6$<br>7,6...12,8 | $3,1 \pm 0,09$<br>3,0...3,3  | $3,4 \pm 0,6$<br>2,3...4,2   | $153,8 \pm 20,1$<br>119,0...188,7 |
| Зуша               | $18,3 \pm 0,4$<br>17,6...18,7  | $10,4 \pm 1,6$<br>7,5...12,8 | $2,9 \pm 0,1$<br>2,8...3,2   | $3,5 \pm 0,4$<br>2,7...4,0   | $145,7 \pm 8,1$<br>132,0...160    |
| Монисто            | $18,8 \pm 0,3$<br>18,4...19,3  | $8,6 \pm 0,7$<br>7,2...9,5   | $3,5 \pm 0,3$<br>2,8...3,8   | $2,6 \pm 0,4$<br>1,9...3,4   | $145,3 \pm 12,9$<br>120,0...162,0 |
| <b>Среднее</b>     | <b>18,5</b>                    | <b>10,6</b>                  | <b>3,3</b>                   | <b>3,2</b>                   | <b>164,3</b>                      |

Содержание РСВ в годы исследований носило стабильный характер. Изменчивость признака составила от 0,4% (Грация) до 6,7% (Очарование) при среднем значении по всем изученным сортам 3,8%.

Суммарное содержание сахаров, представленных моно-, дисахарами и сахароспиртами, составило в среднем 10,6% с диапазоном изменчивости от 8,6 (Монисто) до 12,9% (Орловская серенада). По данным, полученными нами, в общей сумме сахаров преобладали моносахара, содержание которых варьировало от 6,0% у стандартного сорта Орловия до 10,9% у сорта Очарование.

Среди 10 идентифицированных моносахаров лидирующее положение занимали глюкоза (3,7...5,8%) и фруктоза (2,02...3,9%). Несколько меньший уровень накопления был

характерен для галактозы (0,25...0,83%) и маннозы (0,11...1,09%). Содержание арабинозы, рибозы и ксилозы в плодах изучаемых сортов варьировало от следовых количеств до 0,074%. Моносахариды рамноза и ликсоза у большинства сортов определялись в виде следовых количеств, лишь у двух сортов – Грация и Орловский вальс – содержание рамнозы составило 0,08 и 0,067% соответственно; ликсозы – по 0,002%. Моносахарид лактоза присутствовал в плодах изученных сортов в виде следовых количеств (Тихонова, Шеленга и др., 2015)

Суммарное содержание ди- и трисахаров варьировало от 1,098 (Очарование) до 1,84% (Грация). Среди 7 идентифицированных дисахаридов преобладала сахароза, содержание которой составило от 1,07 (Очарование) до 1,4% (Грация). В несколько меньших количествах присутствовали рутиноза – от 0,008 (Очарование) до 0,016% (Грация) и сорбоза – от 0,01 (Орловия) до 0,27% (Грация). Дисахарид альтроза был найден в плодах лишь одного сорта Грация в количестве 0,152%. Содержание рафинозы было незначительным и варьировало от следовых количеств (Очарование) до 0,007% (Орловия).

Суммарное содержание сахароспиртов составило – от 0,002 (Орловия) до 0,04% (Орловский вальс). Среди четырех обнаруженных сахароспиртов присутствовали: инозит (0,002...0,08%), сорбит (от следовых количеств до 0,02%) и галактоинол (от следовых количеств до 0,009%). Маннит был найден в плодах сорта Грация (0,023%).

Повышенное содержание сахаров (>10%) наблюдалось в ягодах всех изученных сортов, за исключением двух – Кипиана и Монисто (таблица 3).

Уровень накопления сахаров характеризовался значительной вариабельностью – значения коэффициента вариации составили в среднем 24,8% с диапазоном изменчивости 13,9...35,7%. Средняя степень изменчивости признака отмечена лишь у трех сортов – Монисто ( $V=13,9\%$ ), Кипиана ( $V=17,2\%$ ) и Грация ( $V=19,6\%$ ). У всех остальных сортов вариабельность признака была значительной ( $V>20\%$ ).

Общее количество свободных (титруемых) кислот было достаточно высоким – 3,3% в среднем с варьированием в зависимости от сорта от 2,9 (Очарование, Орловский вальс, Зуша) до 4,4% (Грация). Кислотность ягод стандартного сорта Орловия составила в среднем 3,5% (таблица 3). Уровень накопления органических кислот в ягодах всех изученных сортов, за исключением двух – Монисто и Орловская серенада – характеризовался высокой стабильностью ( $V<10\%$ ). Сорта Монисто и Орловская серенада имели умеренные значения коэффициента вариации ( $V=16,6$  и  $17,1\%$  соответственно).

Значения сахаро-кислотного индекса (СКИ), составили в среднем 3,3 с размахом варьирования 2,4...3,9%. Следует отметить, что в целом изучаемые сорта характеризовались невысокой величиной СКИ. Наименьшие значения показателя (ниже уровня контрольного сорта Орловия) имели сорта Кипиана, Грация и Монисто. Относительно высокий СКИ (>3) отмечен у сортов Орловская серенада, Орловский вальс, Очарование и Зуша (таблица 3).

Уровень накопления аскорбиновой кислоты (АК) находился в пределах 145,3...184,5 мг/100г при среднем содержании 164,3 мг/100г (таблица 3). Высокое содержание АК при средней вариабельности признака ( $V=17,2\%$ ) отмечено в ягодах лишь одного сорта – Орловская серенада. По данным Т.В. Янчук (2013), в условиях Орловской области, для данного сорта отмечена также средняя вариабельность показателя, но более высокое содержание витамина С (210,7 мг/100г). Для всех остальных сортов был характерен средний уровень накопления витамина С. При этом у сортов Орловия, Зуша, Кипиана и Очарование отмечены незначительные колебания его содержания ( $V=5,5...9,6\%$ ). Средняя вариабельность признака ( $V=15,3\%$ ), помимо указанного сорта Орловская серенада, была

присуща сорту Монисто. Значительная изменчивость содержания АК наблюдалась у сортов Грация, Гамма и Орловский вальс ( $V=21,7...22,6\%$ ).

Фенольные соединения являются основной группой биологически активных веществ, обеспечивающих лечебный эффект ягод черной смородины (Бакин и др., 2015).

Являясь генетически обусловленным признаком, уровень накопления фенольных соединений в ягодах зависит от степени зрелости сорта и почвенно-климатических условий местности, в которых он возделывается. Так, по данным I. Oshmian et al. (2014), на северо-западе Польши содержание фенольных соединений в ягодах черной смородины варьирует от 227 до 789 мг/100 г; в Германии – от 372,6 до 776,5 мг/100 г (Kruger et al., 2011). Работами P. Viskelis и др. (Viskelis et al., 2012) при исследовании 32 сортов черной смородины в агроклиматических условиях Литвы показано, что содержание полифенолов варьирует в зависимости от генотипа от 400 до 900 мг/100 г.

В Беларуси, по данным Т. С. Ширко и И. И. Ярошевича (Shirko et al., 1991), ягоды черной смородины содержат от 510 до 950 мг/100 г.

В условиях Краснодарского края суммарное содержание полифенолов в ягодах варьирует от 480,6 до 777,9 мг/100 г (Причко и др., 2017).

По полученным нами данным в Северо-Западном регионе России суммарное содержание Р-активных веществ в ягодах изученных сортов составило в среднем 636,2 мг/100г при диапазоне варьирования 568,7...804,7 мг/100г (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание биологически активных веществ в ягодах черной смородины (лаборатория биохимии и молекулярной биологии ВИР, 2010...2012 гг.)

| Сорт            | Флавонолы,<br>мг/100 г | Σ ФКК,<br>мг/100г   | Катехины, мг/100г    |                       |                       | Антоцианы,<br>мг/100 г | Σ Р-активных<br>веществ,<br>мг/100 г |
|-----------------|------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|
|                 |                        |                     | свободные            | проантоци-<br>анидины | конденси-<br>рованные |                        |                                      |
| Орловия (К)     | 19,0<br>12,8...24,1    | 106,3<br>0,4...28,7 | 61,9<br>23,9...125,2 | 133,2<br>57,5...232,0 | 110,3<br>70,0...161,0 | 374,0<br>320...401     | 804,7<br>484,6...972,0               |
| Очарование      | 17,7<br>10,4...26,4    | 39,7<br>0,3...13,9  | 34,5<br>27,7...47,7  | 91,4<br>46,2...119    | 75,4<br>70,0...80,1   | 312,0<br>306...320     | 570,7<br>460,6...607,1               |
| Орловский вальс | 21,1<br>18,1...24,1    | 90,5<br>0,3...26,8  | 42,8<br>30,2...55,3  | 66,3<br>66,0...66,5   | 60,1<br>60,0...60,2   | 320,0<br>319...321     | 600,8<br>494,6...552,9               |
| Грация          | 21,4<br>18,3...21,4    | 89,8<br>0,6...26,1  | 27,8<br>27,3...28,2  | 52,5<br>49,4...55,5   | 71,2<br>70,2...72,2   | 306,0<br>302...310     | 568,7<br>467,8...513,4               |
| <b>Среднее</b>  | <b>19,8</b>            | <b>81,6</b>         | <b>41,8</b>          | <b>85,9</b>           | <b>79,3</b>           | <b>328,0</b>           | <b>636,2</b>                         |

Содержание флавонолов в ягодах изученных сортов находилось в пределах 17,7...21,4 мг/100г. Значительных различий между сортами по уровню накопления указанных веществ не выявлено.

Изучение качественного состава фенолкарбоновых кислот (ФКК) в ягодах показало наличие в них 10 соединений данного класса (5 оксикоричных, 4 оксibenзойных, хинная кислоты).

В наибольших количествах были представлены пара-кумаровая (15,5...36,6 мг/100г), хинная (6,5...26,8 мг/100г), протокатеховая (7,4...37,5 мг/100г) и неохлорогеновая (13,0...19,2 мг/100г) кислоты. Содержание хлорогеновой, бензойной и гидроксиксibenзойной кислот составило 5,0...6,5 и 0,69...5,8 мг/100г соответственно. В незначительных количествах в ягодах присутствовали производные кофейной кислоты (0,43...5,3 мг/100г), галловая (0,32...2,86 мг/100г) и салициловая (0,34...1,43 мг/100г) кислоты. В плодах сорта Грация присутствовала феруловая кислота (0,55 мг/100г).

Анализ полученных данных показал, что среди изученных фенольных соединений уровень накопления фенолкарбоновых кислот характеризовался самой высокой степенью изменчивости. Коэффициент вариации для данной группы составил в среднем 59,6%, а

диапазон изменчивости – от 35,6 (салициловая кислота) до 82,4% (протокатеховая кислота).

Суммарное содержание флаванов в ягодах изученных сортов находилось в пределах 151,5 (Грация)...305,4 мг/100г (Орловский вальс). Селекционному заданию по указанному признаку соответствуют сорта Орловия и Очарование.

В группе флаванов преобладали проантоцианидины и конденсированные катехины; наименьшим уровнем аккумуляции характеризовались свободные катехины. У сорта Грация преобладающей являлась фракция конденсированных катехинов.

Все изученные сорта характеризовались высоким уровнем накопления антоцианов (> 300 мг/100г).

Проведенные нами исследования показали, что на Северо-Западе России современным требованиям по уровню накопления биологически активных веществ (>700 мг/100г) отвечает лишь контрольный сорт Орловия. Сорта Орловский вальс и Грация характеризуются несколько меньшей степенью аккумуляции фенольных соединений (600,8 и 568,7 мг/100 г соответственно) по сравнению с почвенно-климатическими условиями Центрального Черноземья, где они, по данным Т.В. Янчук (Yanchuk, 2013), накапливают более 700 мг/100 г указанных веществ.

Содержание пектиновых веществ в ягодах изученных сортов относительно невелико (таблица 5). Уровень накопления их составил в среднем 0,648% с размахом варьирования в зависимости от сортовых особенностей и условий года от 0,569 (Орловский вальс) до 0,753% Орловия).

Изменчивость содержания пектинов в годы исследования была различной. Вариабельность суммарного содержания пектиновых веществ составила в среднем по всем изученным сортам 20,3%. При этом стабильность указанного параметра наблюдалась только у контрольного сорта Орловия. У сортов Очарование и Орловский вальс изменчивость параметра была средней –  $V=11,3$  и  $15,7\%$  соответственно. Значительная вариабельность признака ( $V=46,4\%$ ) отмечена у сорта Грация.

Среди пектинов преобладающей является фракция протопектинов, на долю которой приходится в среднем 63,2% от суммы пектиновых веществ.

Различия между сортами по процентному соотношению уровня протопектина составили от 57,6% (Кипиана) до 71,2% (Грация). Как показали исследования, содержание протопектина в ягодах изучаемых сортов варьировало от 0,349 до 0,507% при среднем содержании 0,409% (таблица 5).

Таблица 5 – Содержание пектиновых веществ в ягодах черной смородины (лаборатория биохимии и молекулярной биологии ВИР, 2010...2012 гг.)

| Название образца | Содержание пектиновых веществ, % на сырой вес: |                               |                               |                           |
|------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
|                  | среднее<br>min...max                           |                               |                               |                           |
|                  | Растворимых пектиновых веществ                 | Протопектинов                 | Сумма пектиновых веществ      | Протопектинов, % от суммы |
| Орловия (К)      | <u>0,246</u><br>0,200...0,320                  | <u>0,507</u><br>0,500...0,510 | <u>0,753</u><br>0,710...0,821 | 67,3                      |
| Очарование       | <u>0,283</u><br>0,250...0,349                  | <u>0,399</u><br>0,248...0,502 | <u>0,682</u><br>0,597...0,752 | 58,5                      |
| Кипиана          | 0,267  | 0,363                         | 0,630                         | 57,6                      |
| Грация           | <u>0,174</u><br>0,128...0,220                  | <u>0,430</u><br>0,280...0,580 | <u>0,604</u><br>0,408...0,800 | 71,2                      |
| Орловский Вальс  | <u>0,220</u><br>0,195...0,245                  | <u>0,349</u><br>0,249...0,449 | <u>0,569</u><br>0,504...0,644 | 61,3                      |
| <b>Среднее</b>   | <b>0,238</b>                                   | <b>0,409</b>                  | <b>0,648</b>                  |                           |

Среди изученных сортов наибольшее содержание протопектина наблюдалось в ягодах сорта Орловия, при этом уровень накопления данного вещества носил стабильный характер ( $V=7,8\%$ ). У остальных изученных сортов не наблюдалось больших различий по содержанию протопектина, а количественное содержание его характеризовались значительной изменчивостью. Уровень накопления протопектина в зрелых ягодах превышал содержание растворимого пектина от 1,4 (Очарование, Кипиана) до 2,5 раз (Грация) или в среднем в 1,8 раза.

Содержание растворимых пектинов находилось в пределах – 0,174 (Грация)...0,283% (Очарование) при среднем значении 0,238%. Вариабельность показателя носила умеренный характер (Орловский вальс, Очарование) или была значительной (Орловия, Грация).

Уровень накопления пектиновых веществ в ягодах позволяет сделать вывод о пригодности плодов для приготовления высококачественных компотов и варенья.

### **Заключение**

Проведенное исследование показало, что все изученные сорта черной смородины селекции ВНИИСПК обладают высокой адаптивностью и в полной мере способны реализовать потенциальные возможности в условиях Северо-Запада России.

Все изученные сорта характеризуются стабильной продуктивностью. Наиболее высокая продуктивность присуща сортам Ажурная, Монисто, Муравушка, Орловская серенада, Орловский вальс, Чудное мгновение.

Высокой побегообразовательной способностью в условиях Ленинградской области характеризуются сорта Кипиана, Чудное мгновение, Муравушка, Монисто, Орловская серенада и Сладстена.

Лучшие показатели по формированию плодоносящих узлов на побеге (80,0...82,6%) имеют сорта Орловская серенада, Орловский вальс, Муравушка, Очарование, Зуша, Гамма, Монисто.

Способностью к закладке многокистных узлов обладает сорт Очарование.

Наиболее крупноплодны в Северо-Западном регионе сорта Сладстена, Загляденье, Очарование, Орловский вальс, Экзотика и элитный сеянец 2780-20-33.

Источниками высокой самоплодности (завязываемость ягод при естественном самоопылении 61,1...74,2%) являются сорта Арапка, Орловский вальс, Чудное мгновение, Дачница, Грация, Ажурная и Орловская серенада.

Комплексным сочетанием всех компонентов продуктивности характеризуются сорта Орловский вальс, Орловская серенада и Грация.

Сорта Орловия, Очарование, Орловский вальс и Грация соответствуют селекционному заданию по уровню накопления антоцианов (более 300 мг/100г).

Источником повышенного содержания фенолкарбоновых кислот, катехинов и суммарного содержания Р-активных веществ является сорт Орловия.

Все сорта селекции ВНИИСПК проявляют в условиях Северо-Запада высокую устойчивость к американской мучнистой росе. Сорта Дачница, Кипиана, Грация, Чудное мгновение устойчивы к почковому клещу.

### **Финансирование**

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2019-0004 «Коллекции вегетативно размножаемых культур (картофель, плодовые, ягодные, декоративные, виноград) и их диких родичей ВИР – изучение и рациональное использование».

### Литература

1. Бакин И.А., Мустафина А.С., Лунин П.Н. Изучение химического состава ягод черной смородины в процессе переработки. // Вестник КрасГАУ. 2015. № 6. С. 159-162.
2. Вигоров Л.И. Сад лечебных культур. Свердловск, 1976. 176 с.
3. Дмитриева А.М. Оценка исходного материала смородины черной на устойчивость к американской мучнистой росе // Плодоводство. 2004. Т.15. С.62-65.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Козлова Е.А. Вредоносность американской мучнистой росы на черной смородине в зависимости от абиотических условий // Актуальные проблемы садоводства России и пути их решения. Орел: ВНИИСПК, 2007. С. 186-190.
6. Князев С.Д., Огольцова Т.П. Селекция черной смородины на современном этапе. Орел: ОрелГАУ, 2004. 238 с.
7. Лехнович В.С. «Красный Пахарь» (Общий очерк) // Красный Пахарь. Северная экспериментальная база ВИР. Л.-М., 1935. С. 7-13.
8. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова М.И., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
9. Причко Т.Г., Яковенко В.В., Германова М.Г. Биохимические показатели качества ягод черной смородины с учетом сортовых особенностей. // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 45(3). С. 1-9 URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/03/09.pdf>
10. Князев С.Д., Баянова Л.В. Смородина, крыжовник и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 351-373.
11. Равкин А.С. Черная смородина. Исходный материал, селекция, сорта. М., 1987. 211 с.
12. Сазонов Ф.Ф., Подгаецкий М.А. Потенциал продуктивности исходных форм и гибридов смородины черной // Вестник ОрелГАУ. 2011. № 3. С. 32-35.
13. Тихонова О.А. Самоплодность сортов черной смородины // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2015. № 4. С. 42-60. URL: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2015/1/7.pdf>
14. Тихонова О.А., Шеленга Т.В., Стрельцина С.А. Биохимический состав ягод черной смородины на Северо-Западе России // Селекция и сорторазведение садовых культур. Орел: ВНИИСПК. 2015. С. 203-206.
15. Тихонова О.А. Слагаемые компоненты продуктивности черной смородины в условиях Северо-Запада России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2016. Т. 177, Вып. 3. С. 61-73. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-3-61-73>.
16. Тихонова О.А. Черная смородина на Северо-Западе России // Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (смородина, крыжовник). Мичуринск, 2018. С. 268-286. DOI: <https://doi.org/10.17513/np.329>
17. Ширко Т.С., Радюк А.Ф., Бачило А.И., Максименко М.Г. Качество ягод черной смородины сортов коллекции БНИИП // Плодоводство. 1993. Т. 8. С. 158-180.
18. Ширко Т.С., Ярошевич И.В. Биохимия и качество плодов. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. 294 с.
19. Янчук Т. В. Оценка генофонда смородины черной по содержанию аскорбиновой кислоты и фенольных соединений в ягодах. // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2013. № 4. С. 42-60.
20. Keep E. Black currant and gooseberry // Breeding of fruit culture. Moscow: Kolos, 1981. P. 274–370.

21. Kruger E., Dietrich H., Hey M, Patz C.-Det. Effects of cultivar, yield, berry weight, temperature and ripening stage on bioactive compounds of black currants. // *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2011. Vol. 84. P. 40-46.
22. Ochmian I., Dobrowolska A., Chelpinski P. Physical parameters and Chemical composition of fourteen blackcurrant cultivars (*Ribes nigrum* L.). // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2014. Vol. 42, N 1. P. 160-167. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4219103>
23. Viskelis P., Bobinaite R., Rubinskiene M., Sasnauskas A., Lanauskas J. Chemical composition and antioxidant activity of small fruits. // *Horticulture. Croatia: In Tech*, 2012. P.75-102.

### References

1. Bakin, I.A., Mustafina, A.S., & Lunin, P.N. (2015). The study of the black currant berry chemical composition in the processing. *Bulletin of KrasGAU*, 6, 159-162 (in Russian, English abstract).
2. Vigorov, L.I. (1976). *Garden of medicinal crops*. Sverdlovsk. (in Russian).
3. Dmitrieva, A.M. (2004). Evaluation of black currant source material for resistance to American powdery mildew. *Fruitgrowing*, 15, 62-65 (in Russian).
4. Dosphehov, B.A. (1985). *Methods of the Field Experiment (with statistic processing of investigation results)*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
5. Kozlova, E.A. (2007). Injuriousness of American powdery mildew on black currant depending on abiotic conditions. In *Actual problems of horticulture in Russia and their solutions* (pp. 186-190). Orel: VNIISPК. (In Russian).
6. Knyazev, S.D. & Ogoltsova, T.P. (2004). *Black currant breeding at present*. Orel: OrelGAU. (In Russian).
7. Lekhnovich, V.S. (1935). «Red plougher» (General essay). In *Red plougher. North Experimental Base of VIR* (pp. 7-13). Leningrad-Moscow. (In Russian).
8. Ermakov, A.I., Arasimovich, V.V., Yarosh, N.P., Peruanskiy, Yu.V., Lukovnikova, G.A., & Ikonnikova, M.I. (1987). *Methods of biochemical research of plants*. A.I. Ermakov (Ed.). Leningrad: Agropromizdat. (In Russian).
9. Prichko, T.G., Yakovenko, V.V., & Germanova, M.G. (2017). Biochemical indicators of currant berries quality according to variety peculiarities. *Fruit growing and viticulture of south Russia*, 45(3), 1-9. Retrieved from: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/03/09.pdf> (In Russian, English abstract).
10. Knyazev, S.D. & Bayanova, L.V. (1999). Currants, gooseberries and their hybrids. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 351-373). Orel: VNIISPК. (In Russian).
11. Ravkin, A.S. (1987). *Black currant. The initial material, selection and varieties*. Moscow. (In Russian).
12. Sazonov, F.F., & Podgaetskii, M.A. (2011). The productivity potential of the original forms and hybrids of blackcurrant. *Vestnik OrelGAU*, 3, 32-35. (In Russian, English abstract).
13. Tikhonova, O.A. (2015). Self-fertility of black currant cultivars. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, 4, 42-60. Retrieved from: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2015/1/7.pdf> (In Russian, English abstract).
14. Tikhonova, O.A., Shelenga, T.V., & Streltsina, S.A. (2015). Biochemical composition of black currant berries in the Russian North–West. In *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops* (pp. 203-206). Orel: VNIISPК. (In Russian, English abstract).
15. Tikhonova, O.A. (2016). Elements of the black currant productivity component in the environments of the Russian north-west. *Proceedings on applied botany, genetics and*

- breeding*, 177(3), 61-73. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-3-61-73> (In Russian, English abstract).
16. Tikhonova, O.A. (2018). Black currant in the conditions of the Russian North-West. In Current trends in the sustainable development of berry growing in Russia (currants, gooseberries) (pp. 268-286). Michurinsk. <https://doi.org/10.17513/np.329> (In Russian, English abstract).
  17. Shirko, T.S., Radyuk, A.F, Bachilo, A.I, Maximenko, N.G. (1993). Quality of black currant cultivars of the BNIP collection. *Fruitgrowing*, 8, 158-180 (in Russian).
  18. Shirko, T.S., & Yaroshevich, I.V. (1991). *Biochemical parameters and quality of fruits*. Minsk: Navuka i tekhnika. (In Russian).
  19. Yanchuk, T.V. (2013). Assessment of black currant gene pool for ascorbic acid and phenolic contents in berries. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, 4, 41-50. Retrieved from: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2013/4/5.pdf> (In Russian, English abstract).
  20. Keep, E. (1981). Black currant and gooseberry. In Breeding of fruit culture (pp. 274–370). Moscow: Kolos.
  21. Kruger, E., Dietrich, H., Hey, M., & Patz, C.-Det. (2011). Effects of cultivar, yield, berry weight, temperature and ripening stage on bioactive compounds of black currants. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 84, 40-46.
  22. Ochmian, I., Dobrowolska, A., & Chelpinski, P. (2014). Physical parameters and Chemical composition of fourteen blackcurrant cultivars (*Ribes nigrum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(1), 160-167. <https://doi.org/10.15835/nbha4219103>
  23. Viskelis, P., Bobinaite, R., Rubinskiene, M., Sasnauskas, A., & Lanauskas, J. (2012). Chemical composition and antioxidant activity of small fruits. In Alejandro Isabel Luna Maldonado (Ed.), *Horticulture* (pp.75-102). Croatia: In Tech.