

УДК 631.526.32: 581.19

**М. А. Макаркина**, д.с.-х.н., з.н.с.

**А. Р. Павел**, к.с.-х.н., с.н.с.

**Т. В. Янчук**, к.с.-х.н., с.н.с.

**С. Е. Соколова**, н.с.

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

## ХАРАКТЕРИСТИКА ИММУННЫХ К ПАРШЕ ТРИПЛОИДНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ ПО БИОХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ПЛОДОВ

*Исследования выполнены за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-16-00127)*

### Аннотация

Обобщен полученный в 2006...2014 гг. материал по исследованию химического состава плодов 10 триплоидных иммунных к парше сортов яблони, селекции ВНИИСПК: растворимые сухие вещества, сумма сахаров, органические (титруемые) кислоты, аскорбиновая кислота, сумма фенольных соединений, и сравнен с химическим составом плодов широкораспространенных диплоидных сортов (Антоновка обыкновенная, Мелба, Осеннее полосатое, Папировка, Северный синап). Установлено, что триплоидные сорта обладают плодами более высокого качества. Практически у всех сортов (исключение Юбиляр) отмечено повышенное содержание суммы сахаров (размах варьирования 9,51...14,27%), ряд сортов (Праздничное, Благодать, Вавиловское, Спасское, Жилинское, Яблочный Спас) выделился по этому признаку – 11,17...14,27%. В связи с этим сахарокислотный индекс плодов триплоидных сортов был выше 15. Более 300 мг/100 г фенольных соединений (в сумме катехины и лейкоантоцианы) накапливали триплоидные сорта: Благодать (386,6), Яблочный Спас (362,8), Юбиляр (362,1), Александр Бойко (350,5), Рождественское (332,4), Жилинское (324,4), Спасское (321,5). Лишь три сорта накапливали в плодах более 10 мг/100 г аскорбиновой кислоты: Масловское (14,6 мг/100 г), Спасское (11,9 мг/100 г) и Юбиляр (11,3 мг/100 г).

**Ключевые слова:** яблоня, сорта, триплоиды, иммунитет к парше, растворимые сухие вещества, сахара, органические кислоты, сахарокислотный индекс, аскорбиновая кислота, фенольные соединения

UDC 631.526.32: 581.19

**M. A. Makarkina**, doctor of agricultural sciences

**A.R. Pavel**, candidate of agricultural sciences

**T.V. Yanchuk**, candidate of agricultural sciences

**S.E. Sokolova**, research worker

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

## TRIPLOID SCAB IMMUNE APPLE CULTIVAR CHARACTERISTICS ON BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUIT

*The investigations have been carried out at the expense of the grant  
of Russian Scientific Fund (Project № 14-16-00127)*

### Abstract

10 triploid scab immune apple cultivars developed at the All Russia Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK) were studied for a chemical composition of fruit – soluble dry substances, sum of sugars, organic (titrate) acids, ascorbic acid and sum of phenolics. The material obtained in 2014 and earlier was generalized and compared with wide-spread diploid cultivars (Antonovka Obyknovennaya, Melba, Osenneye Polosatoye, Papirovka and Severny Sinap). It was determined that triploid cultivars had fruit of higher quality. Practically all cultivars (with the exception of Yubilar) had heightened content of a sum of sugars (range of variations: 9,51...14,27%). A number of cultivars (Prazdnichnoye, Blagodat, Vavilovskoye, Spasskoye, Zhilinskoye and Yablochny Spas) excelled in that index – 11,17...14,27%. In connection with this a sugar-acid index of triploid apple fruit was higher than 15. The triploid cultivars accumulated more than 300 mg/100 g of phenolics (catechins, leukoanthocyanins in sum) – Blagodat (386,6), Yablochny Spas (362,8), Yubilar (362,1), Aleksandr Boiko (350,5), Rozhdestvenskoye (332,4), Zhilinskoye (324,4) and Spasskoye (321,5). Unfortunately only three cultivars accumulated ascorbic acid in fruit more than 10 mg/100 g – Maslovskoye (14,6 mg/100 g), Spasskoye (11,9 mg/100 g) and Yubilar (11,3 mg/100 g).

**Key words:** apple, triploids, immunity to scab, soluble dry substances, sugars, organic acids, sugar-acid index, ascorbic acid, phenolics

### Введение

Одним из наиболее вредоносных и широко распространенных заболеваний яблони является парша. Ущерб от парши проявляется не только в снижении урожая (до 40%), но и в ослаблении самих растений и дальнейшей их продуктивности [1, 3]. Самый эффективный способ снижения пестицидной нагрузки на растение и возможность получения экологически чистой продукции для человека – это создание и использование сортов яблони, иммунных к парше.

Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИСПК) под руководством академика РАН Е. Н. Седова создано более 30 сортов, иммунных к парше (с геном  $V_f$ ), которые находят все большее распространение в отдельных регионах садоводства.

Из вышеуказанного количества иммунных к парше сортов 10 являются триплоидными. Триплоидные сорта обычно регулярно плодоносят, обладают более товарными (крупными и привлекательными) плодами, лучшего вкуса [3, 5].

### Условия, материалы и методы исследования

Цель исследования – выделить в отдельную группу сорта, сочетающие иммунитет к парше и триплоидность, и дать им оценку по биохимическому составу плодов. Это и стало целью нашей настоящей работы.

Объекты исследований представлены триплоидными иммунными к парше сортами, полученными от разнохромосомных скрещиваний (Александр Бойко, Благодать, Вавиловское, Жилинское, Масловское, Праздничное, Спасское, Яблочный Спас) и скрещивания диплоидных сортов (Рождественское, Юбилар).

Отбор проб проводился на коллекционных участках и участках первичного сортоизучения яблони, биохимический анализ плодов – в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения ФГБНУ ВНИИСПК в 2006...2014 гг. В качестве контрольных использовались диплоидные наиболее распространенные не иммунные к парше сорта: Антоновка обыкновенная, Мелба, Осеннее полосатое, Папировка, Северный синап.

Биохимическая характеристика сортов представлена следующими показателями: содержанием растворимых сухих веществ (РСВ), суммы сахаров, органических

(титруемых) кислот, аскорбиновой кислоты, Р-активных веществ: катехинов, лейкоантоцианов и их суммы и значением сахарокислотного индекса (СКИ) (отношение сахар/кислота). Анализы осуществлены по общепринятым методикам [2, 6, 7].

### Результаты и обсуждение

Характеристика биохимического состава плодов триплоидных иммунных к парше и контрольных к ним сортов представлена в таблице.

По содержанию РСВ, суммы сахаров и значению СКИ триплоидные иммунные к парше сорта значительно превосходят контрольные. Так, размах варьирования содержания суммы сахаров у триплоидных сортов находится в пределах 9,51...14,27%, у контрольных – 8,66...9,79%. Минимальная сумма сахаров отмечена у триплоидного сорта летнего срока созревания Юбиляр, у всех контрольных сортов этот показатель на его уровне. Ранее нами анализировался химический состав 52-х сортов селекции института [4], при этом среднее содержание суммы сахаров составило 10,21%, что значительно ниже, чем у триплоидных иммунных – 11,64%. Лучшими (более 11,0%) среди триплоидных иммунных к парше сортов по накоплению сахаров являются: Праздничное (14,27%), Благодать (13,69%), Вавиловское (13,00%), Спасское (11,53%), Жилинское (11,49%), Яблочный Спас (11,17%).

Таблица 1– Биохимический состав плодов триплоидных, иммунных к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК (2006...2014 гг.)

Сорт	РСВ, %	Сумма сахаров, %	Титруемые кислоты, %	СКИ	Аскорби- новая кислота, мг/100 г	Р-активные вещества, мг/100 г		
						катехины	лейкоан- тоцианы	сумма
<b>триплоидные сорта от разнохромосомных скрещиваний</b>								
Александр Бойко	12,0	10,74	0,51	21,1	4,4	104,8	245,7	350,5
Благодать	14,2	13,69	0,70	19,6	6,0	127,1	259,5	386,6
Вавиловское	14,6	13,00	0,67	19,4	5,1	105,8	171,0	276,8
Жилинское	12,5	11,49	0,56	20,5	5,3	100,6	223,8	324,4
Масловское	12,4	10,37	0,77	13,5	14,6	94,4	179,1	273,5
Праздничное	14,4	14,27	0,36	39,6	2,4	118,4	180,0	298,4
Спасское	12,9	11,53	0,60	19,2	11,9	96,5	225,0	321,5
Яблочный Спас	12,3	11,17	0,64	17,5	7,9	117,5	245,3	362,8
<b>триплоидные сорта от скрещивания диплоидных сортов</b>								
Рождественское	11,7	10,60	0,61	17,4	3,9	116,8	215,6	332,4
Юбиляр	11,1	9,51	0,83	11,5	11,3	162,1	200,0	362,1
<b>Среднее по всем триплоидам, <math>\bar{x} \pm t</math></b>	12,8± 0,4	11,64± 0,49	0,63± 0,04	19,9± 2,4	7,3± 1,3	114,4± 6,3	214,3± 9,8	328,9± 11,9
<b>Min</b>	11,1	9,51	0,36	11,5	3,9	94,4	171,0	273,5
<b>Max</b>	14,6	14,27	0,83	39,6	14,6	127,1	259,5	386,6
<b>Коеф. вариации, V%</b>	9,4	13,2	21,3	37,9	55,2	17,3	14,5	11,5
<b>диплоидные широкораспространенные сорта (контроль)</b>								
Антоновка обыкновенная	11,3	8,66	0,99	8,7	14,5	108,8	230,8	339,6
Мелба	12,2	9,88	0,71	13,9	11,2	179,0	210,0	389,0
Осеннее полосатое	12,0	9,79	0,59	16,6	9,0	96,9	151,0	247,9
Папировка	11,2	9,10	0,75	12,1	15,1	141,1	117,5	258,6
Северный синап	11,2	9,01	0,58	15,5	13,9	79,2	57,6	136,8
<b>Среднее, <math>\bar{x} \pm t</math></b>	11,6± 0,2	9,29± 0,24	0,72± 0,07	13,4± 1,4	12,7± 1,1	121,0± 17,7	153,4± 45,7	274,4± 43,2
<b>Min</b>	11,2	8,66	0,58	8,7	9,0	79,2	57,6	136,8
<b>Max</b>	12,2	9,79	0,99	16,6	15,1	141,1	230,8	389,0
<b>Коеф. вариации, V%</b>	4,2	5,7	22,9	23,3	24,2	32,7	45,7	35,2
<b>НСР<sub>0,05</sub> по всем сортам</b>	0,9	1,32	0,11	5,5	3,4	20,7	42,0	50,9

Группа триплоидных сортов по накоплению органических кислот не отличается от контрольных, 0,63 и 0,72%, соответственно. Тем не менее, значение СКИ у триплоидов значительно выше, 19,9 и 13,4, соответственно. Кроме сорта Юбиляр у всех триплоидов СКИ находится в оптимальных для яблок пределах – выше 15, среди контрольных сортов лишь Осеннее полосатое и Северный синап отвечают этому требованию, у них СКИ – 16,6 и 15,5, соответственно. На высокие значения СКИ триплоидов повлияло высокое содержание сахаров.

Среднее содержание аскорбиновой кислоты (АК) в плодах триплоидных иммунных к парше сортов достоверно ниже, чем диплоидных контрольных, 7,3 и 12,7 мг/100 г, соответственно. Более 10 мг/100 г АК в плодах накапливали лишь три сорта Масловское (14,6 мг/100 г), Спасское (11,9 мг/100 г) и Юбиляр (11,3 мг/100 г).

Достоверно выше содержание суммы Р-активных (фенольных) соединений и лейкоантоцианов в плодах триплоидных иммунных к парше сортов. Сумма Р-активных веществ варьировала у триплоидных сортов от 273,5 мг/100 г (Масловское) до 386,6 (Благодать), у контрольных – от 136,8 мг/100 г (Северный синап) до 389,0 мг/100 г (Мелба), при среднем значении 328,9 и 274,4 мг/100 г, соответственно. Среднее содержание лейкоантоцианов в плодах триплоидов составило 214,3 мг/100 г, у контрольных – 153,4 мг/100 г. По накоплению Р-активных катехинов между двумя группами сортов достоверной разницы не выявлено, 114,4 мг/100 г – триплоидные сорта, 121,0 мг/100 г – контрольные. Более 300 мг/100 г (в сумме) фенольных соединений накапливали триплоидные сорта Благодать (386,6 мг/100 г), Яблочный Спас (362,8), Юбиляр (362,1), Александр Бойко (350,5), Рождественское (332,4), Жилинское (324,4), Спасское (321,5), среди контрольных – Мелба (389,0) и Антоновка обыкновенная (339,6 мг/100 г).

По группе триплоидных иммунных к парше сортов наибольшее сортовое различие отмечено по содержанию в плодах титруемых кислот ( $V = 21,3\%$ ), аскорбиновой кислоты ( $V = 55,2\%$ ), значению сахарокислотного индекса ( $V = 37,9\%$ ), по группе контрольных (диплоидных широкораспространенных) – по содержанию титруемых кислот ( $V = 22,9\%$ ), аскорбиновой кислоты ( $V = 23,3\%$ ), Р-активных соединений ( $V = 32,7 \dots 45,7\%$ ) и значению сахарокислотного индекса ( $V = 23,3\%$ ),

### Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что новые триплоидные иммунные к парше сорта кроме экологически чистых плодов, с высокими товарными качествами, характеризуются высокой биохимической оценкой плодов: у большинства отмечено высокое (более 11,0%) содержание сахаров, фенольных соединений (более 300,0 мг/100 г), и лишь по накоплению аскорбиновой кислоты они уступают контрольным.

### Литература

1. Жданов, В. В. Генетико-иммунологические основы, результаты и перспективы селекции яблони на устойчивость к болезням и вредителям / В. В. Жданов, Е. Н. Седов // Селекция и сорторазведение садовых культур: сб. ст. – Орел: ВНИИСПК, 1995. – С. 88–101.
2. 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.
3. Седов, Е. Н. / Селекция и новые сорта яблони / Е. Н. Седов. – Орел: ВНИИСПК, 2011. – 624 с.

4. Седов, Е. Н. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони / Е. Н. Седов, М. А. Макаркина, Н. С. Левгерова – Орел: ВНИИСПК 2007. – 312 с.
5. Седов, Е. Н. Масса, вкус, и биохимический состав плодов новых триплоидных сортов яблони / Е. Н. Седов, М. А. Макаркина, Г. А. Седышева, З. М. Серова // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 1 (93). – С. 68-70.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Г. А. Лобанова. – Мичуринск, 1973. – 492 с.
7. Седова З. А. Оценка сортов по химическому составу плодов / З. А. Седова, В. Г. Леонченко, А. И. Астахов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой]. – Орел. : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

### References

1. Zhdanov V. V., Sedov E. N. Genetiko-immunologicheskie osnovy, rezul'taty i perspektivy selektsii yabloni na ustoychivost' k boleznyam i vreditelyam [Genetic and immunological principles, results and prospects of apple breeding for disease and pest resistance]. In: Seleksiya I Sortorazvedenie Sadovykh Kul'tur [Breeding And Variety Raising Of Fruit Crops]. Oryol: VNIISPK, 1995. pp.88-101.
2. Ermakov A. I. et al. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rastenii [Methods plant biochemical investigation]. 3rd ed. Leningrad: Agropromizdat, 1987. 430 p.
3. Sedov E. N. Seleksiya i novye sorta yabloni [Selection and new apple varieties]. Oryol: VNIISPK, 2011. 624 p.
4. Sedov E. N., Makarkina M. A., Levgerova N. S. Biokhimicheskaya i tekhnologicheskaya kharakteristika plodov genofonda yabloni [Fruit biochemical and technological characteristic of apple gene pool]. Oryol: VNIISPK, 2007. 312 p.
5. Sedov E. N., Makarkina M. A., Sedysheva G. A., Serova Z. M., Ul'yanovskaya E. V. Fruit weight, flavour and biochemical composition of new triploid apple cultivars. Agrarnyj vestnik Urala, 2012, no.1, pp.68-70. Available at: <http://avu.usaca.ru/en/issues/16/articles/420> (Accessed 26.08.2014).
6. Program and methods of variety trials of fruit, berry and nut crops [Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur]. Michurinsk: VNIIS, 1973. 496 p.
7. Sedova Z. A., Leonchenko V. G., Astakhov A. I. Otsenka sortov po khimicheskomu sostavu plodov [Cultivar evaluation on fruit chemical composition]. In: Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur [Program and methods of variety trials of fruit, berry and nut crops]. Oryol: VNIISPK, 1999. pp.160-168.