

## ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕТНЕГО СОРТА ЯБЛОНИ АЛТАЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ЭРЛИ

Ю.С. Гунина , м.н.с.

Е.С. Троско, м.н.с.

*ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», 656910, Научный городок, 35, г. Барнаул, Алтайский край, Россия, [apiish@mail.ru](mailto:apiish@mail.ru)*

### Аннотация

Представлены результаты изучения нового сорта яблони летнего срока созревания Эрли. Исследования выполнены в НИИСС им. М.А. Лисавенко отдел ФГБНУ ФАНЦА в 2017...2020 гг. Сорт получен методом аналитической селекции из семян от свободного опыления алтайских сортов. По комплексу хозяйственно-полезных признаков среди гибридных семян 1999 г. была выделена и привита (в 2010 г.) на участок первичного сортоизучения отборная форма СО-99-2992. На государственное сортоиспытание сортообразец передан в 2018 г. Сорт Эрли характеризуется высокой устойчивостью к грибным болезням, зимостойкостью и хорошей восстановительной способностью. Дерево среднерослое, с округлой средней густоты широкораскидистой симметричной кроной. Плодоносит с 5-летнего возраста ежегодно, плодоношение умеренное (8,0 т/га). Плоды летнего срока созревания, округлые, слабо ребристые, средней одномерности, массой до 100,0 г с десертным вкусом. Плоды сорта Эрли превосходят по средней массе контрольный сорт Алтайское румяное (до 60,0 г). Основная окраска плодов светло-желтая, покровная – в виде красного размыто-полосатого румянца по большей части плода. Мякоть плодов кремовая, нежная, мелкозернистая, сочная, сладкого вкуса с ароматом. Дегустационная оценка свежих плодов 4,5 балла, компота 4,7, сока натурального 4,0 балла. Вкус свежих плодов у сорта Алтайское румяное кисло-сладкий, 4,2 балла. Дегустационная оценка продуктов переработки (компот, сок натуральный) из плодов контрольного сорта также не много уступает по своим вкусовым характеристикам компоту и соку из плодов сорта Эрли. Созревают плоды неравномерно, начиная с первой декады августа, срок потребления собранных плодов – 1 неделя.

**Ключевые слова:** *Malus domestica* Borkh, зимостойкость, парша, *Venturia inaequalis*(Cooke) Wint., монилиоз, *Monilinia fructigena*, урожайность, устойчивость

## ECONOMIC AND BIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE SUMMER APPLE CULTIVAR 'ERLI' OF THE ALTAI SELECTION

Yu.S. Gunina , junior researcher

E.S. Trosko, junior researcher

FSBSI «Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology, 35, Nauchnyy gorodok, Barnaul-51, Altai region, 656910, Russia, aniish@mail.ru

### Abstract

The article presents the results of research on a new apple cultivar of the summer ripening period 'Erli', developed by breeders of the Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia in 2017—2020. The cultivar was developed by the method of analytical breeding from the free pollination of seedlings of Altai apple cultivars. According to the complex of economically useful characteristics, among the seedlings of 1999, the selected form SO-99-2992 was isolated and grafted (in 2010) on the site of the primary cultivar study. The genotype was passed to the state testing in 2018 under the name Erli. Erli is characterized by the dessert taste of the fruits of the summer ripening period, high resistance to fungal diseases, winter hardiness and good regenerative ability. The tree is medium-sized, with a rounded, medium-thick, wide-spreading symmetrical crown. It bears fruit from the age of 5 years annually; the fruiting is moderate (8.0 t/ha). The fruits are rounded, slightly ribbed, of medium one-dimensionality, weighing up to 100.0 g. The fruits of Erli are superior in weight to the fruits of the control cultivar Altaiskoe Rumyanoye (up to 60.0 g). The main color of the fruits is light yellow, the cover color is in the form of a red blurred-striped blush over most of the fruit. The flesh of the fruit is creamy, tender, fine-grained, juicy, the taste is sweet with aroma. The tasting score of fresh fruit is 4.5 points, compote – 4.7, natural juice – 4.0 points. The taste of fresh fruits in Altaiskoe Rumyanoye is sweet and sour, 4.2 points. The tasting evaluation of processed products (compote, natural juice) from the fruits of the control cultivar is also slightly inferior in its taste characteristics to the compote and juice from the fruits of Erli. Fruits ripen unevenly, starting from the first decade of August, the period of consumption of the collected fruits is 1 week.

**Key words:** *Malus domestica* Borkh., winter hardiness, scab, *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., brown rot, *Monilinia fructigena*, productivity, resistance

### Введение

Сорт является средством сельскохозяйственного производства и от его хозяйственно-ценных качеств зависит экономическая эффективность садоводства (Седов и др., 1995). Актуально и необходимо постоянное совершенствование сортимента садовых культур через создание новых адаптивных сортов с плодами высоких товарных и вкусовых достоинств, высоким уровнем устойчивости к наиболее опасным болезням в сочетании с устойчивостью к неблагоприятным зимним условиям (Козловская, 2015).

Селекция яблони в НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко ведется с 1934 г. За этот период в районированный сортимент плодовых культур включено 74 сорта яблони селекции института. В настоящее время (на 2020 г.) в Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, находятся 35 сортов.

Культура яблони в Сибири представлена преимущественно в частных садах садоводов-любителей (1444 га). Площади, занимаемые промышленными насаждениями не превышают 150 га (Ситникова О.В., Мочалов В.М., Баева С.Ю., Дерюга Н.Н., 2018). Большинство сортов яблони, предложенных для любительского и промышленного садоводства Сибири, осеннего срока созревания. Доля летних сортов, рекомендованных для выращивания, составляет около 30%. Существующие летние сорта имеют ряд недостатков: низкая масса и посредственный вкус плодов в свежем виде (Горноалтайское, Жар птица, Соловьевское и др.), плохая транспортабельность, а также высокая восприимчивость к грибным болезням (Красная горка, Неженка и т.д.).

Вкусовые качества плодов потомства сибирской яблони разнообразны, при этом терпкость во вкусе плодов устойчиво передается (Velasco and other, 2010; Калинина, 2008). Первые сорта ранеток отличались непригодностью для потребления в свежем виде из-за излишней кислотности и терпкости. В настоящее время количество летних сортов яблони, без своеобразной «ранеточной горечи» крайне мало – сладость доминирует лишь во вкусе трех сортов (Смугляночка, Юнга и Жебровское).

Яблоня домашняя является ценным пищевым и лечебным растением, в ее плодах содержится большое количество витаминов, минеральных, органических веществ. Биохимический состав плодов зависит от сорта, почвенно-климатических условий, времени сбора, сроков и способов хранения. Изучение химического состава плодов позволяет выделить сорта и биотипы, наиболее полезные в пищевом и лечебном отношении (Матвеева, 2006).

Признаками, определяющими жизнеспособность сорта и продуктивность насаждений яблони в Сибири являются зимостойкость (Макаренко, 2018) и устойчивость к биотическим стрессам. Иммунные к парше сорта яблони представляют большой интерес в качестве исходных форм для дальнейшей селекции (Седов и др., 2015, Седов и др., 2018). Нельзя не согласиться с мнением И.П. Калининой (2008) о том, что каждый новый сорт должен обладать высокой зимостойкостью и хорошей восстановительной способностью после подмерзания в особо суровые зимы, сдержанным ростом, скороплодностью и ежегодным умеренным плодоношением, сочетать в себе иммунитет к парше и устойчивость к монилиозу.

Цель исследования – провести комплексную оценку сорта Эрли по урожайности, устойчивости к грибным болезням, степени подмерзания, биохимическому составу и органолептическим свойствам плодов и продуктов переработки из них.

### **Материалы, объекты и методика исследования**

Исследования проведены в период с 2017 по 2020 гг. на участках сортоизучения НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (НИИСС).

Объекты исследования – сорт яблони летнего срока созревания – Эрли. Авторы сорта Калинина И.П., Кушнарев М.А., Кушнарева М.С., Гунина Ю.С., Дорохина Н.И., Чупина Г.В. Контрольный сорт – Алтайское румяное.

Наблюдения и учеты выполнены по общепринятым методикам сортоизучения (Калинина и др., 2011, Седов и др., 1999). Схема размещения растений на участке сортоизучения 6,0 × 3,0 м. Исследуемые растения привиты на семенной подвой в 2010 г.

Биохимические исследования плодов выполнены в биохимической лаборатории института следующими методами: растворимые сухие вещества рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173-2013; массовая концентрация сахаров – прямым титрованием водной вытяжки по ГОСТ 13192-73; титруемая кислотность по ГОСТ ISO 750-2013; содержание витамина С потенциметрическим титрованием по ГОСТ 24556-89;

сахарокислотный индекс – расчетный.

Погодные условия в годы проведения исследований представлены на основе данных метеорологического пункта НИИСС.

### Результаты и их обсуждение

Сорт Эрли выделен среди сеянцев, полученных от свободного опыления сортов алтайской селекции. На государственное сортоиспытание форма передана в 2018 году под сортовым названием Эрли. Плоды нового сорта десертного назначения, летнего срока созревания (первая декада августа). Значительное его отличие от имеющихся в летнем сортименте сортов – продолжительная (около двух-трех недель) сохранность потребительских качеств плодов на дереве после созревания.

Созревание плодов начинается на одну неделю раньше (с 1 по 15 августа в зависимости от погодных условий лета) плодов контрольного сорта Алтайское румяное. Плоды контрольного сорта при полном созревании быстро мучнеют, чего не происходит с плодами сорта Эрли.

Высота дерева в 8-летнем возрасте составляет 3,0...3,5 м. Крона ярусная, широкораскидистая, симметричная. Плоды нового сорта значительно крупнее не только контроля, но наиболее крупноплодных летних алтайских сортов, таких как Неженка и Алтайская боровинка (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика плодов и урожайность сорта Эрли, 2017...2020 гг.

Сорт	Вкус плодов, балл	Масса плода, г		Урожайность		
		средняя	макс.	кг/дер.	т/га	V, %
Алтайское румяное (к)	4,2	45,0	60,0	18,7	10,4	49,9
Эрли	4,5	65,0	100,0	14,3	8,0	65,5
НСР <sub>05</sub>	–	8,2	–	Fф<Fт	Fф<Fт	–

Плоды сорта Эрли по форме округлые, слаборебристые, средней одномерности, массой до 100,0 г. Основная окраска плодов светло-желтая, покровная – в виде размыто-полосатого румянца по большей части плода (рисунок 1).



Рисунок 1 – Плоды сорта Эрли

Мякоть плодов кремовая, нежная, мелкозернистая, сочная, сладкого вкуса с ароматом (дегустационная оценка свежих плодов составляет 4,5 балла). Созревание плодов неравномерное, начинается с первой декады августа, срок потребления собранных плодов 1 неделя.

Существенную роль в формировании урожая играют погодные условия зимнего и весеннего периода (Красова и др., 2017). На растениях отражается сочетание неблагоприятных условий, как в осенне-зимний период, так и в период вегетации. Холодный зимний период 2016/17 г., заморозки во время цветения весной 2017 г. и жаркая ветреная погода в период цветения в 2018 г. оказали отрицательное влияние на завязываемость. Недостаток влаги в период налива плодов в 2018 г. послужил причиной их осыпания и снижения массы.

В товарное плодоношение новый сорт вступает на 5-й год после посадки в сад двухлетнего саженца. Средняя урожайность за 4 года исследований сорта Эрли незначительно ниже урожайности контрольного сорта (14,3 и 18,7 кг/дер. соответственно). Высокие значения коэффициента вариации могут быть следствием нестабильных погодных условий и их влияния на урожай сортов.

Культура яблони в условиях Алтайского края несколько раз за год подвержена повреждению морозами. При резких похолоданиях в начале зимнего периода, зимой – при длительном сохранении температуры воздуха ниже – 25°C, а также при возвратных заморозках во время цветения. За годы исследований подмерзание сорта Эрли отмечено только после резких перепадов температур зимы 2016/17 г., общая степень подмерзания слабая и составила 1,4 балла. Сорт обладает высокой восстановительной способностью, что при несвоевременной формирующей обрезке может привести к загущению кроны. Контрольный сорт подмерз в очень слабой степени – 1,0 балла (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка устойчивости сорта Эрли к биотическим и абиотическим стрессам, 2017...2020 гг.

Сорт	Степень поражения, балл			Степень подмерзания, балл
	Парша		Монилиоз	
	листья	плоды		
Алтайское румяное (к)	0,0...1,1	0,0...0,3	0,0...0,5	0,0...1,0
Эрли	0,0...0,2	0,0...0,1	0,0	0,0...1,4

Метеорологические условия вегетационного периода 2017 г. способствовали развитию грибных болезней. Обильное количество осадков в июне, июле (145,8 и 160 мм) превысило среднемноголетние значения (на 101,8 и 96,0 мм соответственно), что привело к распространению парши на плодах и листьях яблони, а также к развитию монилиоза на плодах. Наличие эпифитотийного года в периоде наблюдений дало возможность отнести новый сорта Эрли к группе высокоустойчивых сортов по отношению к грибным заболеваниям (рисунок 2). Листья и плоды контрольного сорта Алтайское румяное были поражены паршой на 1,1 и 0,3 балла соответственно.

Обеспечение населения свежей витаминной продукцией является основным вопросом плодородства. Сибирские плоды яблони выгодно отличаются от сортов европейской селекции по биохимическому составу (Макаренко, 2018).

Яблоки в питании ценны не только сами по себе, но и способствуют лучшей усвояемости других питательных веществ, в частности, белков и минеральных солей. Они

являются ценным источником сахаров, органических кислот, пектинов, эфирных масел, аскорбиновой кислоты (витамина С) и биологически активных фенольных соединений (витамина Р) (Седов, 2013).



Рисунок 2 – Побег и плоды сорта Эрли

Среднее содержание кислоты в плодах (0,5%) и высокое содержание сахаров (10,1%) обуславливают десертный вкус плодов нового сорта. Содержание аскорбиновой кислоты (витамин С) в плодах находится на уровне среднего (11,2 мг/100г) содержание в плодах растворимых сухих веществ также находится на среднем уровне – 12,8%.

Особое внимание необходимо уделять формам яблони с высоким содержанием пектина, т.к. он способен выводить из организма человека токсичные вещества (в том числе соли тяжелых металлов). Содержание пектина, пектиновых веществ в новом сорте Эрли превосходит эти же показатели сорта Алтайское румяное (таблица 3).

Таблица 3 – Биохимическая оценка плодов сорта Эрли, 2018 г.

Показатели	Сорт	
	Алтайское румяное (к)	Эрли
Растворимые сухие вещества, %	16,4	12,8
Сахара, %	12,7	10,1
Кислотность, %	0,8	0,5
Витамин С, мг/100г	16,8	11,2
Сахарокислотный индекс	15,8	20,2
Пектин, %	1,2	1,8
Сумма пектиновых веществ, %	2,5	2,3
Степень этерификации пектина, %	74,6	89,0

Вкус и аромат продуктов переработки (компота и сока натурального) превышают вкусовые показатели значения контрольного сорта. Наличие взвеси и желеобразная консистенция (из-за высокого содержания пектина в плодах) снижают товарный вид готовой продукции. Представленные для дегустации продукты переработки из плодов сорта Эрли по внешнему виду уступают компоту и соку натуральному, полученному из

плодов сорта Алтайское румяное, но имеют хорошие вкусовые показатели благодаря десертному вкусу плодов.

### **Выводы**

Проведено изучение нового сорта яблони Эрли летнего срока созревания. Плоды сорта Эрли крупнее средних плодов контрольного сорта Алтайское румяное (100,0 г и 60,0 г соответственно) и значительно превосходят его по вкусовым качествам. Во вкусе плодов нового сорта преобладает сладость, назначение плодов – десертное. Растянутое плодоношение продлевает срок потребления свежих плодов сорта Эрли, что делает его более привлекательным для садоводов-любителей. Компактный габитус дерева, в сравнении с контрольным сортом, облегчает эксплуатацию нового сорта.

Плоды и листья сорта Эрли в меньшей степени поражаются грибными болезнями (парша, монилиоз) по сравнению с сортом Алтайское румяное. Новый сорт обладает хорошей восстановительной способностью, что особо актуально при подмерзании его в особо суровые зимы.

Из проведенных биохимических исследований следует, что содержание кислоты в плодах нового сорта находится на среднем уровне (0,5%), содержание сахаров – на высоком до 10,1%. Содержание пектина, пектиновых веществ в плодах превосходит эти же показатели сорта Алтайское румяное

Высокие вкусовые характеристики продуктов переработки (компот, сок) из плодов сорта Эрли, позволяют использовать его и для консервирования. Полученный сорт рекомендован для выращивания в садах Алтайского края.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Литература**

1. Калинина И.П. Селекция яблони на Алтае. Барнаул: Азбука, 2008. 250 с.
2. Козловская З.А. Селекция яблони в Беларуси. Минск: Беларуская наука, 2015. 476 с.
3. Седов Е.Н., Калинина И.П., Смыков В.К. Селекция яблони // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. С. 159-200.
4. Калинина И.П., Ящемская З.С., Макаренко С.А., Матвеева Е.Н., Муравьев Г.А., Киргизова Г.Т., Кузьмина А.А. Яблоня // Программа работ селекцентра Научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко до 2030 г. / под ред. В.И. Усенко, И.А. Пучкина. Новосибирск: ГНУ НИИСС Россельхозакадемии, 2011. С. 66-82.
5. Красова Н.Г., Галашева А.М. Оценка сортов яблони в односортовых насаждениях // Сборник научных трудов государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 144-1. С. 193-196.
6. Седов Е.Н., Красова Н.Г., Жданов В.В., Долматов Е.А., Можар Н.В. Семечковые культуры (яблоня, груша, айва) // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 253-300.
7. Макаренко С.А. Основы селекции яблони на юге западной Сибири // Инновационные направления развития Сибирского садоводства: наследие академиков М.А. Лисавенко, И.П. Калининой. Барнаул: Концепт, 2018. С. 167-173. .
8. Матвеева Р.Н. Селекция яблони в ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского. Красноярск: СибГТУ, 2006. 357 с.

9. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / под общ. ред. И.П. Калининой. Новосибирск: СО РАН, 2005. С. 33-123.
10. Седов Е.Н. Задачи и перспективы в селекции яблони // Современные сорта и технологии для интенсивных садов: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 275-летию А.Т. Болотова. Орел, 2013. С. 217-222.
11. Седов Е.Н., Серова З.М., Красова Н.Г., Макаркина М.А., Ожерельева З.Е., Салина Е.С. Сорта яблони селекции ВНИИСПК как источники и доноры хозяйственно-ценных признаков // Садоводство и виноградарство. 2018. №3. С. 16-21. DOI:10.25556/VSTISP.2018.3.14169
12. Седов Е.Н., Седышева Г.А., Макаркина М.А., Левгерова Н.С., Серова З.М., Корнеева С.А., Горбачева Н.Г., Салина Е.С., Янчук Т.В., Пикунова А.В., Ожерельева З.Е. Инновации в изменении генома яблони. Новые перспективы в селекции. Орел: ВНИИСПК, 2015. 336 с.
13. Ситникова О.В., Мочалов В.М., Баева С.Ю., Дерюга Н.Н. Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года // Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по муниципальным районам и городским округам Алтайского края. Т. 1. Кн. 2. Барнаул, 2018. 282 с.
14. Alspach P.A., Oraguzie N.C. Estimation of genetic parameters of apple (*Malus domestica*) fruit quality from open-pollinated families // New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 2002. Vol. 30, N4. P. 219-228. DOI: 10.1080/01140671.2002.9514218
15. Velasco R., et al. The genome of the domesticated apple (*Malus × domestica* Borkh.) // Nature Genetics. 2010. Vol. 42, N 10. P. 833-839. DOI: 10.1038/ng.654

#### References

1. Kalinina, I.P. (2008). *Apple breeding in Altai*. Barnaul: Azbuka. (In Russian).
2. Kozlovskaya, Z.A. (2015). *Apple breeding in Belarus*. Minsk: Belarusian Science. (In Russian).
3. Sedov, E.N., Kalinina, I.P. & Smykov, V.K. (1995). Apple breeding. In E.N. Sedov (Ed.), *Program and methods fruit, berry and nut crop breeding* (pp. 159-200). Orel: VNIISPК. (In Russian).
4. Kalinina, I.P., Yashchemskay, Z.S., Makarenko, S.A., Matveeva, E.N., Muravyev, G.A., Kirgizova, G.T. & Kuzmina, A.A. (2011). Apple. In V.I. Usenko & I.A. Puchkina (Eds.), *Research program of breeding department of the Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia till 2030* (pp.66–82). Novosibirsk: State Scientific Institution the Lisavenko Research Institute of Horticulture of Siberia. (In Russian).
5. Krasova, N.G., & Galasheva, A.M. (2017). Apple variety assessment in the one-variety orchards. *Collection of works of the State Nikitsky Botanical Gardens*, 144-1, 193-196. (In Russian, English abstract).
6. Sedov, E.N., Krasova, N.G., Zhdanov, V.V., Dolmatov, E.A., & Mozhar, N.V. (1999). Pome fruits (apple, pear, quince). In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 253-300). Orel: VNIISPК. (In Russian).
7. Makarenko, S. A. (2018). Fundamentals of apple breeding in the South of Western Siberia. In *Innovative trends in the development of Siberian horticulture: the legacy of academicians M. A. Lisavenko, I. P. Kalinina* (pp. 167-173). Barnaul: Koncept. (In Russian).
8. Matveeva, R.N. (2006). *Apple tree selection in the Krutovsky Botanical Garden*. Krasnoyarsk: SibSTU. (In Russian).
9. Kalinina, I.P. (Ed.). (2005). Siberian sorts of fruit and berry crops of the twentieth century. In *Pomology* (pp. 33–123). Novosibirsk: Siberian Branch of Russian Academy of Science. (In Russian).



10. Sedov, E.N. (2013). Goals and prospects in apple breeding. In *Contemporary cultivars and technologies for intensive orchards: Proc. Sci Conf.* (pp. 217-222). Orel: VNIISPK. (In Russian, English abstract).
11. Sedov, E.N., Serova, Z.M., Krasova, N.G., Makarkina, M.A., Ozhereleva, Z.E., & Salina, E.S. (2018). All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding apple varieties as sources and donors of economically valuable characteristics. *Horticulture and viticulture*, 3, 16-21. <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.3.14169> (In Russian, English abstract).
12. Sedov, E.N., Sedysheva, G.A., Makarkina, M.A., Levgerova, N.S., Serova, Z.M., Korneyeva, S.A., Gorbacheva, N.G., Salina, E.S., Yanchuk, T.V., Pikunova, A.V., & Ozherelieva, Z.E. (2015). *The innovations in apple genome modification opening new prospects in breeding*. Orel: VNIISPK. (In Russian, English abstract and conclusion).
13. Sitnikova, O.V., Mochalov, V.M., Baeva, S.Y., & Deryuga, N.N. (2016). The main results of the All-Russian Agricultural Census of 2016 for municipal districts and urban districts of the Altai Territory (Vol. 1. Book. 2). Barnaul. (In Russian).
14. Alspach, P.A., & Oraguzie, N.C. (2002). Estimation of genetic parameters of apple (*Malus domestica*) fruit quality from open-pollinated families. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30(4), 219-228. <https://doi.org/10.1080/01140671.2002.9514218>
15. Velasco, R., Zharkikh, A., Affourtit, J., Dhingra, A., Cestaro, A., Kalyanaraman, A., ... & Viola, R. (2010). The genome of the domesticated apple (*Malus × domestica* Borkh.). *Nature Genetics*, 42(10), 833-839. <https://doi.org/10.1038/ng.654>.