



ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук

Адаптивная селекция яблони в низкогорье Алтая



Макаренко Сергей Александрович,
доктор с.-х. наук,
Заместитель директора по научной
работе ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН

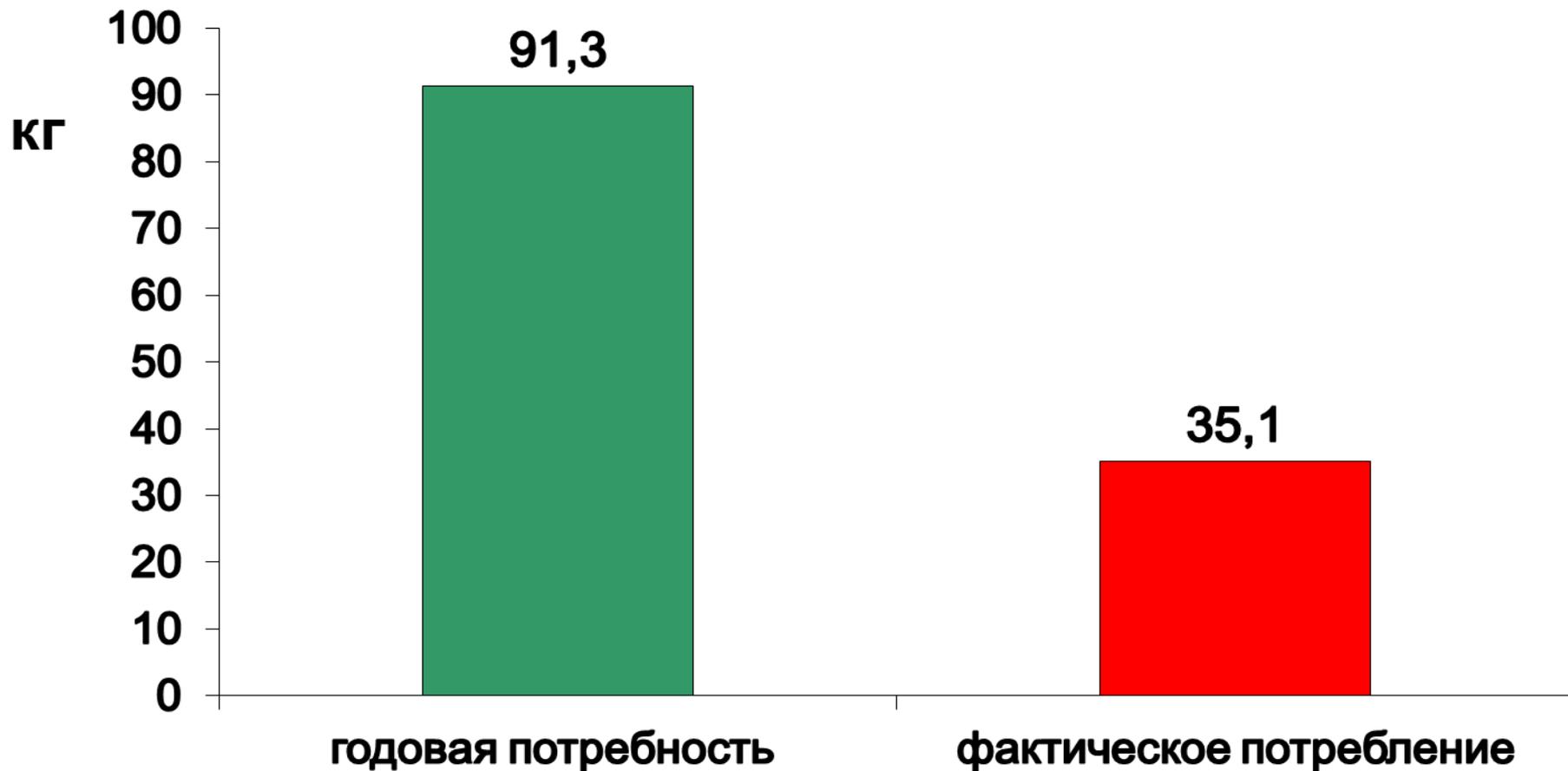
2

Площадь садов в Западной Сибири - 64,5 тыс. га,
из которых 85% - личные подсобные хозяйства.

Семечковые культуры – 14,7 тыс. га

яблоня – 11,7 тыс. га (79,5%).

(Сельскохозяйственная перепись, 2011 г.)



Недостатки современных сортов

НЕДОСТАТОЧНАЯ ЗИМОСТОЙКОСТЬ СОРТОВ ЯБЛОНИ В СУРОВЫЕ ЗИМЫ

ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ К ПАРШЕ

МОРАЛЬНОЕ СТАРЕНИЕ СОРТОВ

НЕДОСТАТОЧНАЯ ВЕЛИЧИНА ПЛОДОВ

НЕОБХОДИМО УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ

МАЛОЕ КОЛИЧЕСТВО СОРТОВ РАННЕЛЕТНЕГО И ЗИМНЕГО СРОКА СОЗРЕВАНИЯ

Цель исследований

усовершенствовать научные основы улучшения сортимента яблони в низкогорье Алтая, создать и внедрить адаптивные сорта, превосходящие допущенные к использованию в регионе по хозяйственно-ценным признакам, позволяющие производить экологически безопасную продукцию.

Задачи исследований

- провести оценку сортового и гибридного фонда яблони и выделить адаптивные сорта и источники хозяйственно-ценных признаков;
- изучить особенности наследования основных хозяйственно-полезных признаков и обосновать оптимальные пути их использования в селекции и возможное сочетание в одном генотипе;
- создать новые комплексные доноры и источники с максимальным проявлением хозяйственно-полезных признаков;
- изучить гибридные популяции, полученные от гетероплоидных скрещиваний и выявить комплекс морфологических признаков-маркеров триплоидных форм в экспресс оценке по косвенным признакам в селекции на полиплоидном уровне;
- создать новые сорта и перспективные формы яблони, сочетающие высокую адаптивность к абиотическим и биотическим факторам среды с высокой урожайностью и повышенным качеством плодов;
- провести оценку экономической эффективности возделывания яблони в низкогорье Алтая.

5 Теоретическая и практическая значимость работы

Проанализированы и обобщены итоги селекционной работы по яблоне в низкогорье Алтая за период 1976–2017 гг.

В критических условиях выделены доноры и источники зимостойкости, устойчивости к парше, урожайности, повышенного качества плодов, которые позволяют повысить эффективность селекционного процесса в Сибири. Из гибридного фонда выделены отборные формы и перспективные сорта для юга Западной Сибири.

Проанализирован сортовой фонд по качеству плодов и их биохимическому составу.

Предложен экспресс-метод идентификации триплоидных генотипов по комплексу морфологических признаков. Впервые в низкогорье Алтая создан гибридный фонд яблони от гетероплоидных скрещиваний с триплоидным набором хромосом, а также из гибридного фонда выделены тетраплоидные формы для дальнейшей селекции на полиплоидном уровне.

В Государственный реестр селекционных достижений включены и допущены к использованию по 10-му региону (Западная Сибирь) адаптивные и продуктивные сорта: Горный синап, Поклон Шукшину, Шушенское.

Выделены элитные сеянцы (кандидаты в сорта) с компактной формой кроны, сдержанной силой роста и преимущественно кольчаточным типом плодоношения, перспективные для интенсивного садоводства в низкогорье Алтая.

6 Климатические условия низкогорья Алтая

- Зимний период ... 5–5,5 месяцев.
- Температура воздуха января ... $-18,7^{\circ}\text{C}$.
- Абсолютный минимум температуры воздуха... -52°C .
- Суровые зимние периоды каждые... 7-11 лет.
- Сумма отрицательных температур -927 ... -2772°C .
- Устойчивый снеговой покров ... 160–180 дней.
- Лето короткое и жаркое.
- Период с температурой воздуха выше 0°C ...196–199 дней.
- Средняя температура июля ... $19,6^{\circ}\text{C}$.
- Сумма активных температур ... 2210°C .
- Продолжительность безморозного периода ... 97–153 дня.
- Возвратные заморозки в апреле-мае до -14°C и снегопады.
- Годовое количество осадков ... 754 мм (от 490 до 973 мм), из которых до 75% выпадает в летний период.

Объекты исследований



Использованы материалы первичных наблюдений сотрудников отдела горного садоводства к.с.-х.н. Н.В. Ермаковой (1976-1991 гг.) к.с.-х.н. З.С. Ящемской (1992-2003 гг.) соискателя с 2003 по 2017 гг.,

Объем
гибридизации
454,6 тыс. цветков



Получено
гибридных семян
273,1 тыс. шт.



Выращено
однолетних сеянцев
62,4 тыс. шт.



В селекционный сад
высажено
25,6 тыс. шт.

«Программа и методика сортоизучения сортов плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Мичуринск, 1973; Орел, 1999).

«Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Мичуринск, 1980; Орел, 1995).

«Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях» (Москва: ВСТИСП, 2002).

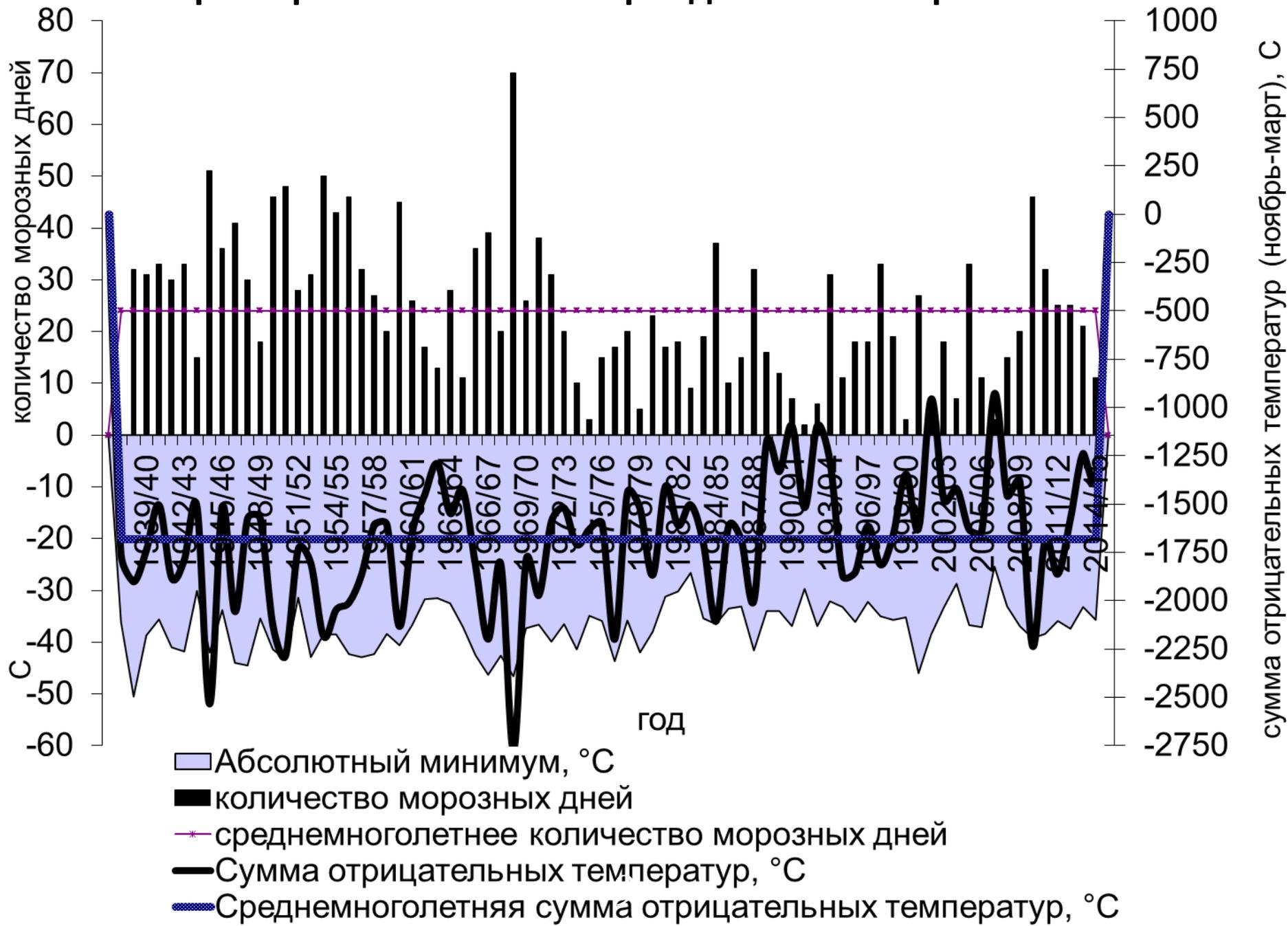
«Методика отбора устойчивых к парше сортов и сеянцев яблони на искусственных инфекционных фонах» (Седов, Жданов, 1985).

Плоидность гибридных сеянцев определяли путем подсчета числа хромосом на временных давленных препаратах, окрашенных уксусным гематоксилином по методике Л.А. Топильской, С.В. Лучниковой, Н.П. Чувашиной (1977).

«Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур для консервной промышленности» сотрудниками лабораторий биохимии и технологии переработки плодов и ягод НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко.

Экспериментальные данные обработаны с использованием статистических методов (Плохинский, 1960; Доспехов, 1985; Перфильев, 1980; 1994), в приложении Microsoft Excel и пакета статистических программ Biogen (Мартынов, Сорокин, 2003).

9 Характеристика зимних периодов в низкогорье Алтая



10 Фенологические фазы развития яблони



Распускание почек 28.04
 $\sum t \geq 0^{\circ}\text{C} - 149...229$



Начало цветения 11.V
 $\sum t \geq 5^{\circ}\text{C} - 149...276$



Созревание плодов летнего срока 16.VIII-20.VIII, $\sum t \geq 5^{\circ}\text{C} - 1323-1351$;
Созревание плодов осеннего срока 25.VIII-6.IX, $\sum t \geq 5^{\circ}\text{C} - 1501-1525$;
Созревание плодов зимнего срока 8.IX-20.IX, $\sum t \geq 5^{\circ}\text{C} - 1525-1612$



Листопад 27.IX-10.X
 $\sum t \geq 5^{\circ}\text{C} - 2212-2286$



вегетационный период
152-164 дня

Сорта устойчивые к низким температурам в раннезимний период (конец октября, ноябрь -41...-46 °С):

Алтайское раннее, Алтайское юбилейное, Горноалтайское, Бельфлер алтайский, Золотая тайга, Ранетка целинная, Пепинка алтайская, Снегирек, Татанаковское, Урожайное.

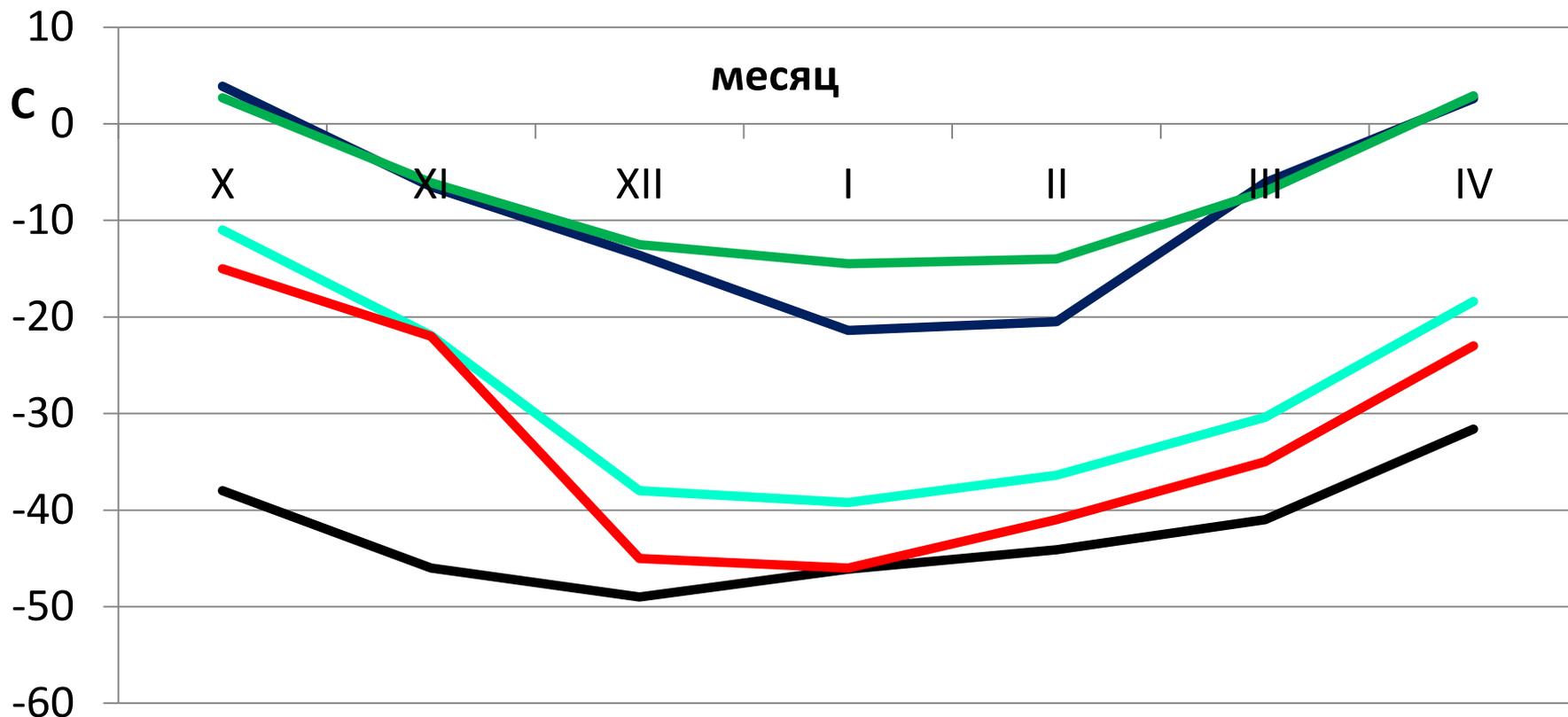
Сорта устойчивые к низким температурам (-46,0 °С) :

Алтайское раннее, Баяна, Горноалтайское, Пепинка алтайская, Ранетка целинная, Ранетка пурпуровая, Сурхурай, Снегирек.

Сорта устойчивые к продолжительным морозным периодам:

Алтайское багряное, Алтайский голубок, Алтайское раннее, Алтайское румяное, Алтайское янтарное, Горноалтайское, Горный синап, Ермаковское горное, Заветное, Зимний шафран, Золотая тайга, Комсомolec Бурятии, Красная горка, Лойко, Малинка, Нежное забайкальское, Осеннее солнышко, Павлуша, Папироянтарное, Пепинка алтайская, Подарок осени, Ранетка целинная, Северянка, Смуглянка, Снегирек, Соловьевское, Сувенир Алтая, Соломка, Сюрприз, Татанаковское, Толунай, Уралец, Феникс алтайский, Шушенское, Светлое, Юнга.

Характеристика зимнего периода 2009/10 гг.



— Среднемесячная температура воздуха 2009/10 г., °C

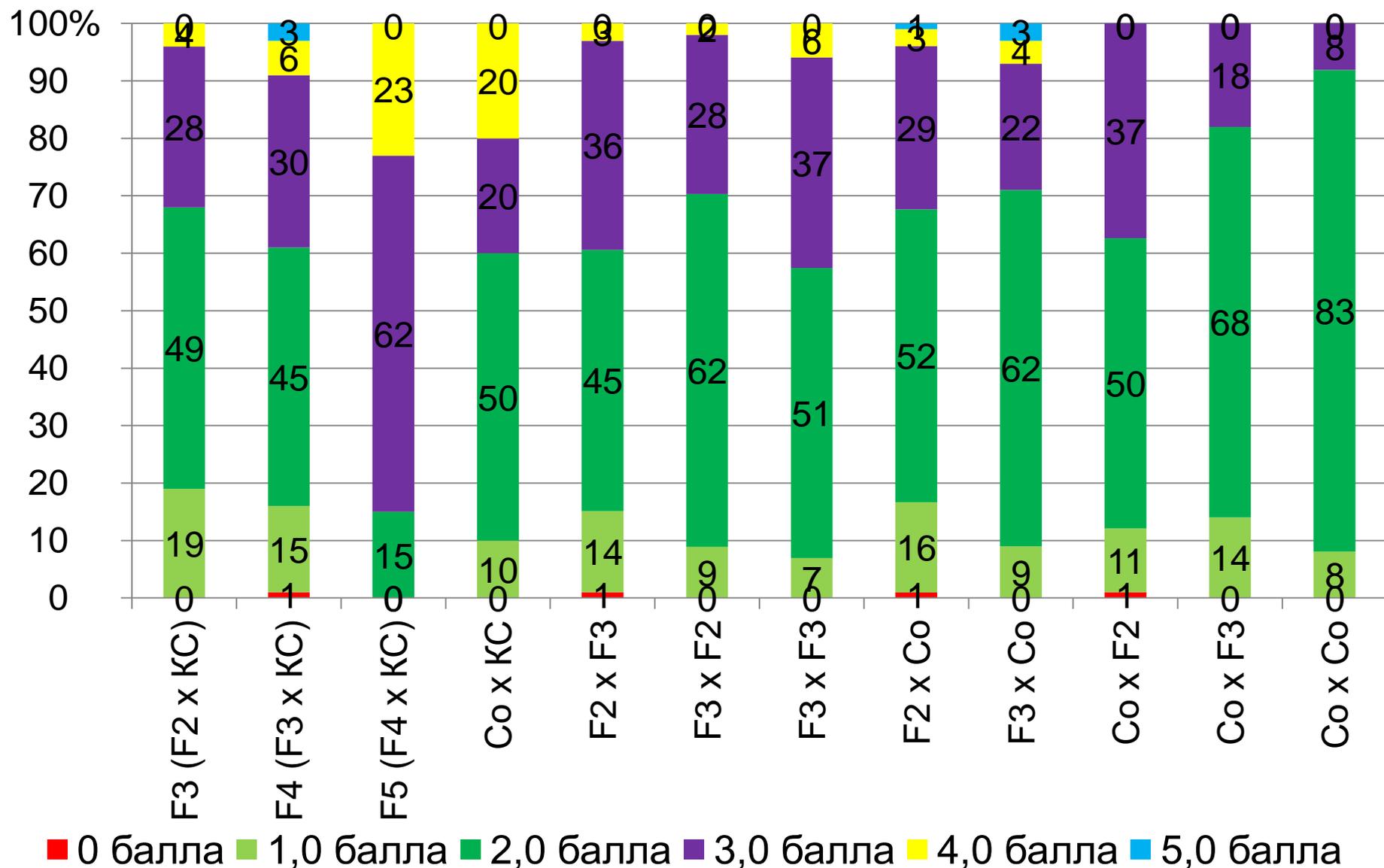
— Среднемноголетняя температура воздуха, °C

— Абсолютный минимум температуры, °C

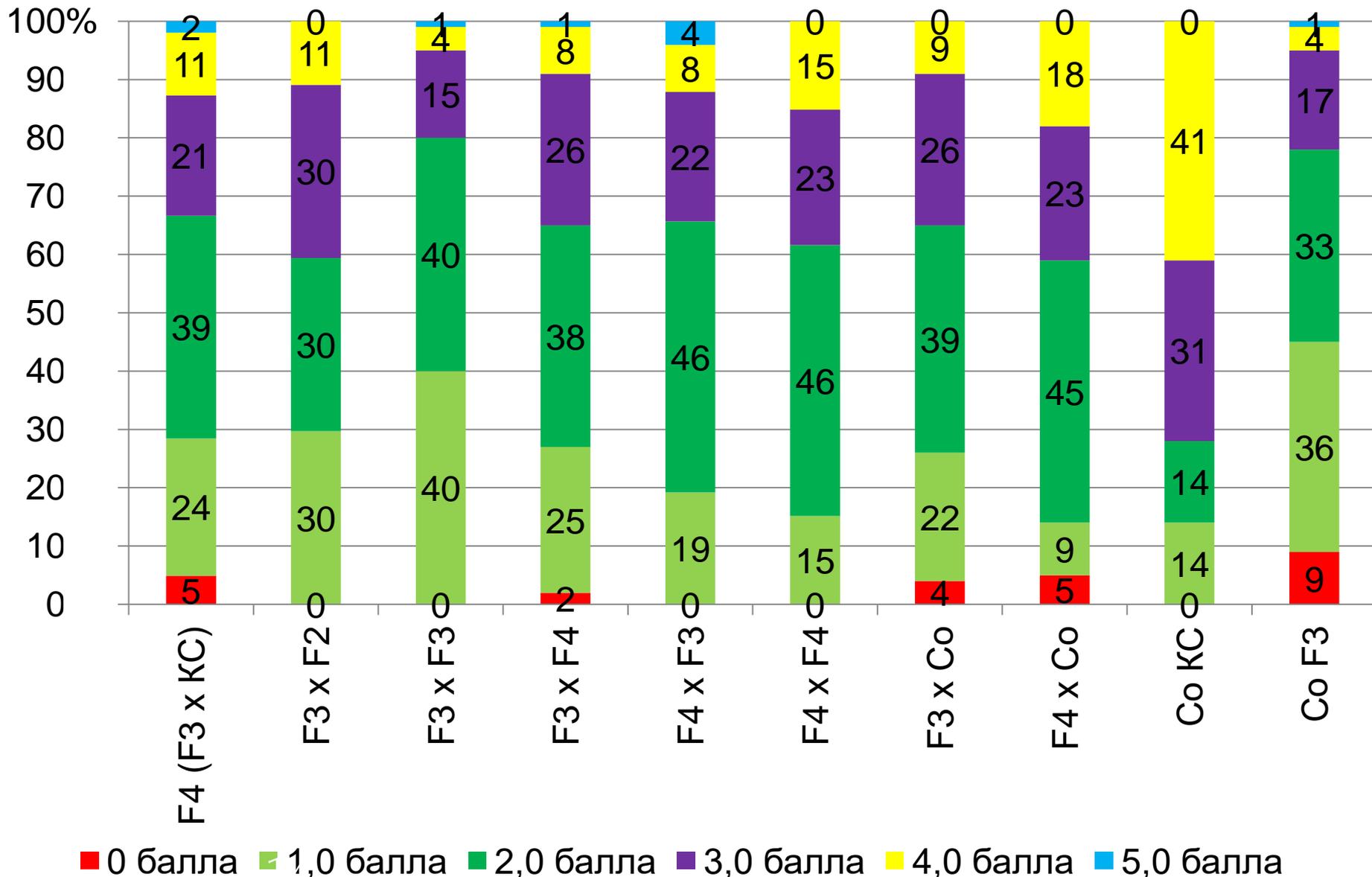
— Минимальная температура воздуха 2009/10 г., °C

— Минимальная температура на поверхности снега 2009/10 г., °C

Степень подмерзания гибридов яблони в зимний период 2009/10 г. (возраст 15-25 лет)



Степень подмерзания гибридов яблони в зимний период 2009/10 г. (возраст 5-6 лет)



15 По результатам гибридологического анализа доноры и источники зимостойкости в низкогорье Алтая доноры:

F₁ Ранетка пурпуровая, Северянка

F₂ – Алтайский голубок, Горноалтайское, Пепинка алтайская, 2-37-836

F₃ – Алтайское пурпуровое, Ермаковское горное, Сюрприз, 11-61-295, 1-63-1046, 1-63-4909, 4-65-7823, 4-65-7869, 4-65-7890, 2-76-11300, 2-76-11281;

F₄ – Баяна, Шушенское

Толунай, Спорт метла, Феникс алтайский, Со-61-632

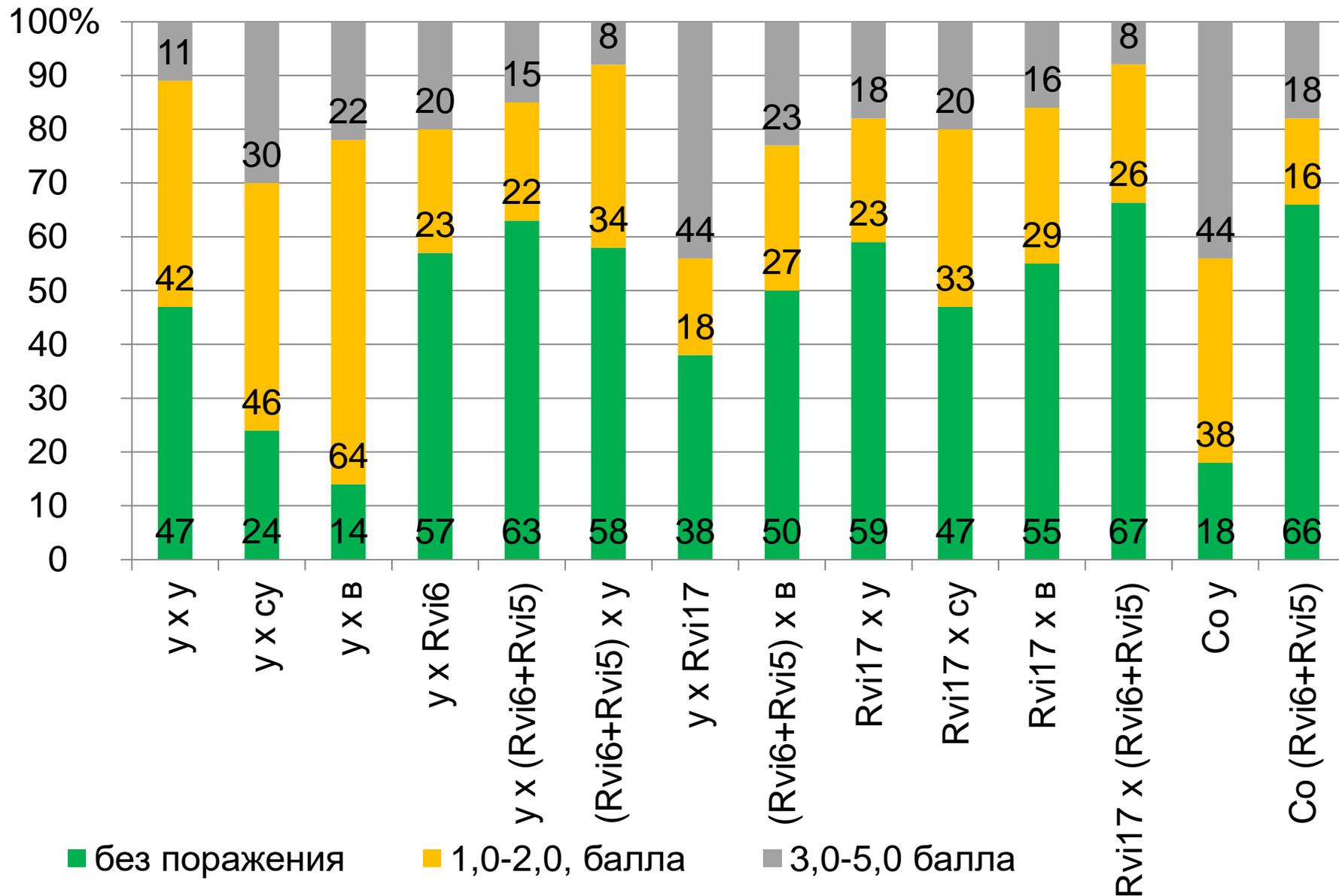
источники:

Золотая тайга, Сувенир Алтая, Со-81-907 (Со Алтайское юбилейное), Со-06-К1 (Со Президент).

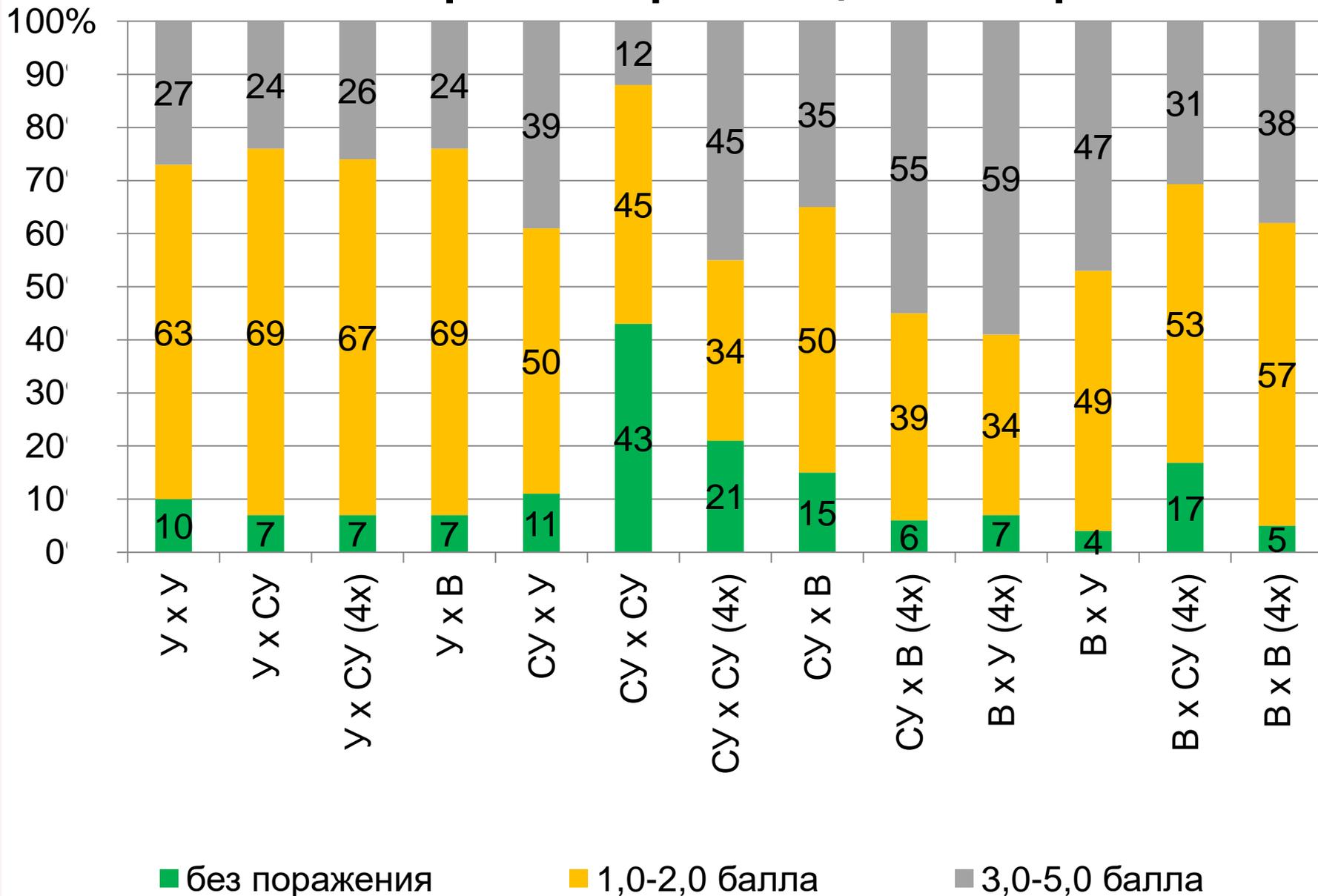
16 Поражение паршой сортов образцов яблони в полевых условиях

| Степень поражения | Сортообразец |
|---|--|
| <i>Селекции НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко</i> | |
| 0 балла | Мулатка, Поклон Шукшину, Толунай, Шушенское и 24 элитные формы |
| 1,0 балла | <i>Malus baccata</i> 23/5, Баяна, Сурхурай и 22 элитные формы |
| <i>Сибирской, уральской селекции</i> | |
| 0 балла | Имсинап, |
| 1,0 балла | <i>Malus baccata</i> 1/1, ВЭМ розовый, ВЭМ сувенир, Данила, Краса Свердловска, Челябинское белое |
| <i>Сорта M × domestica</i> | |
| 0 балла | Белорусский синап, Белорусское сладкое, Благовест, Болотовское, Брянское розовое, Брусничное, Былина, Веняминовское (листья), Ветеран, Восторг, Вымпел, Гирлянда, Дарунак, Диамант, Заман, Заславское, Зеленый шум, Имант, Кандиль орловский, Куликовское, Коричное новое, Максат, Надзейны, Память Блынского, Память Коваленко, Память Сюбаровой, Поспех, Поэзия, Приокское, Редфри, Свежесть, Славянин, Созвездие, Спартан (4×), Строевское, Сябрыня, Фетовское, Цветаевское, Юбиляр, 7-4, SR0523, OR48T47, 30-47-88 (4×) |
| 1,0 балла | Банановое, Брянское, Брянское зимнее, Буян, Восход, Егемен, Елена, Имрус, Мелба (4×), Московское зимнее, Новинка, Олимпийское, Память Бирюкову, Память воину, Подарок Графскому, Спартан, Талвенаудинг, Теллисааре, Уэлси, Чистотел |

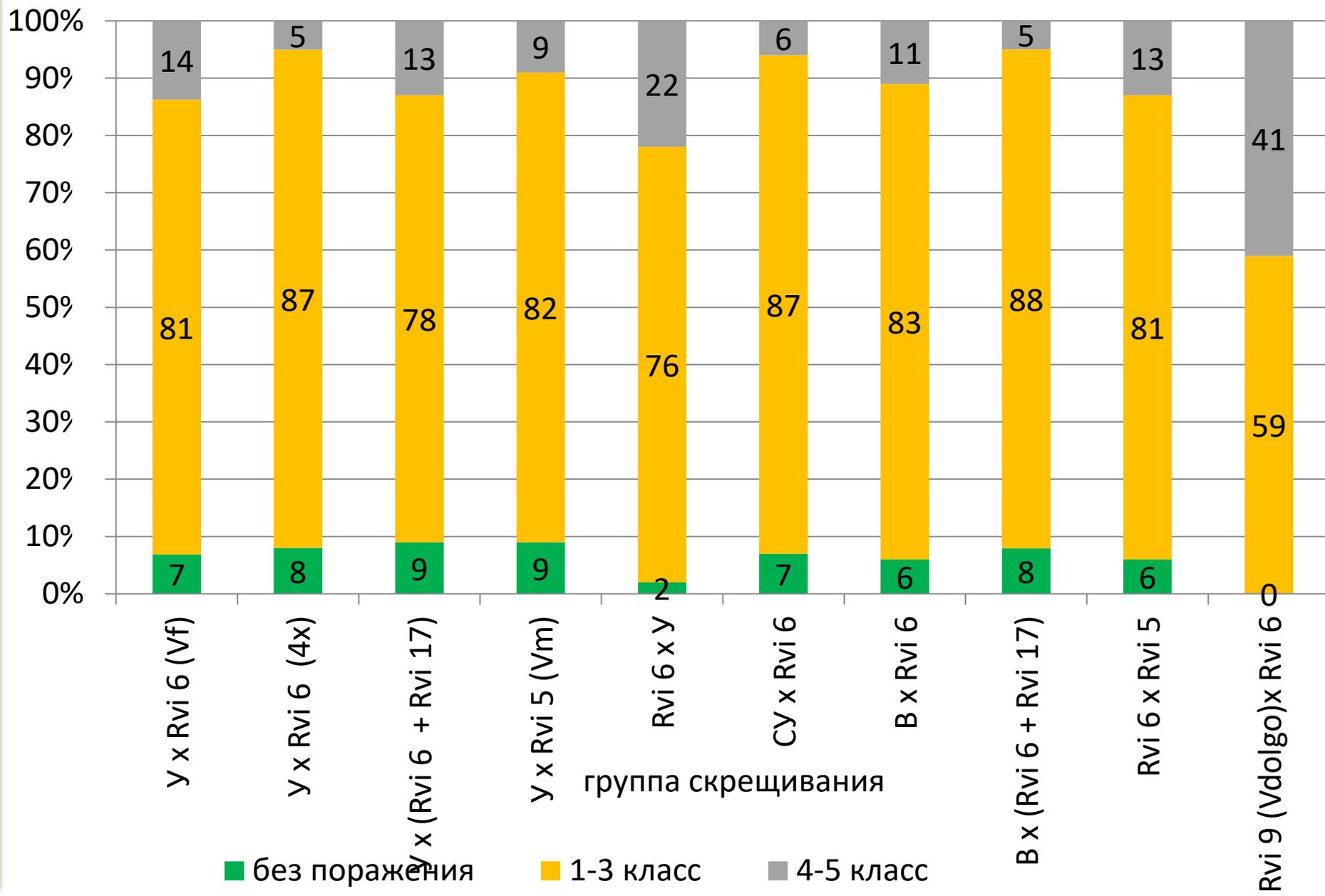
Поражение паршой гибридов яблони в полевых условиях



Оценка полигенной устойчивости гибридов яблони к парше на провокационном фоне



Распределение гибридов по классам устойчивости к парше на искусственном инфекционном фоне

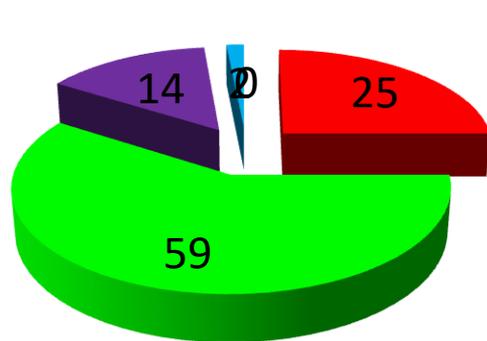


20 Установленные доноры и источники устойчивости к парше в низкогорье Алтая

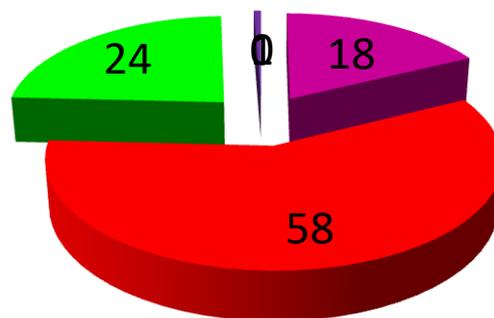
| | |
|--|--|
| <p>Полигенная устойчивость к парше</p> | <p>Устойчивые - <i>M. baccata</i> 1/1, <i>M. baccata</i> 23/5, Алтайское пурпуровое, Алтайское багряное, Баяна, Горноалтайское, Зимний шафран, Золотая тайга, Нежное забайкальское, Толунай, Со-81-907, 3-84-3607;</p> <p>Ароматное, Апорт АС, Белорусский синап, Баяна, Восход, Жаркын, Маки Победы, Наследница юга, Память есаулу, Салют Крыму, Талида, Фея, Braeburn, Gala, Golden B, Fuji, 25-37-45 (4x).</p> |
| <p>Моногенная устойчивость к парше</p> | <p>Rvi6: Свежесть, Максат, Заман, Болотовское, Первоуральская, Florina, Redfree, Prima, 30-47-88 (4x);</p> <p>Rvi5: 4-95-2 [(Пепинка алтайская × SR0523) × Жигулевское], 6-95-1 [(Пепинка алтайская × SR0523) × Коричное новое], 7-95-10 [(Пепинка алтайская × SR0523) × Мезенское];</p> <p>(Rvi6 + Rvi17): 12-82-1816 [Ермаковское горное × (OR48T47 +OR40T43)]</p> |

Распределение гибридов яблони по силе роста в зависимости от материнской исходной формы

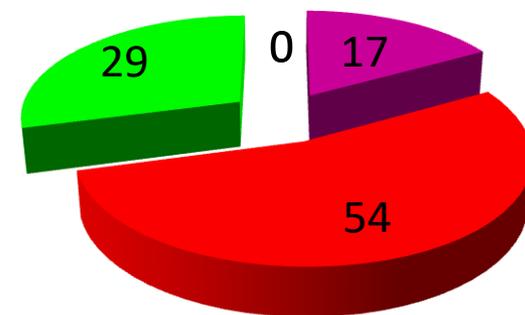
2-76-11300



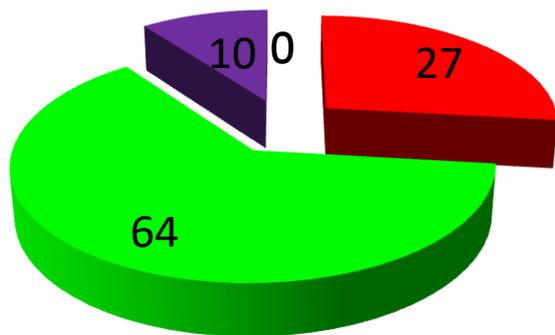
Толунай



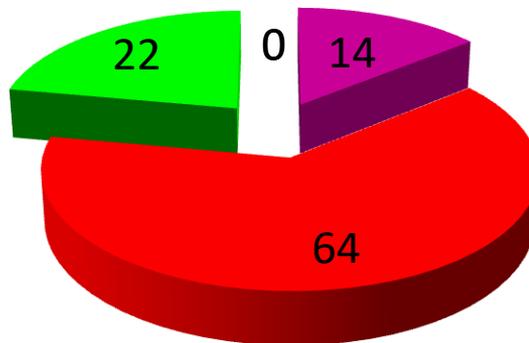
Алтайское пурпуровое



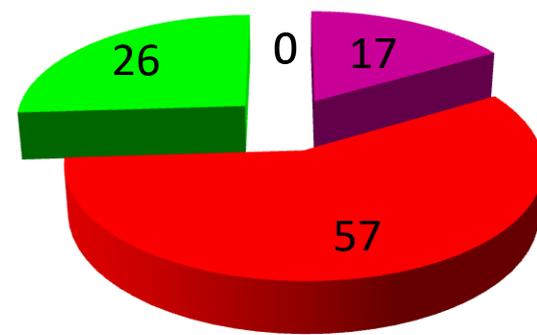
2-76-11281



Горный синап



Шушенское



- суперлик

- карлик

- полукарлик

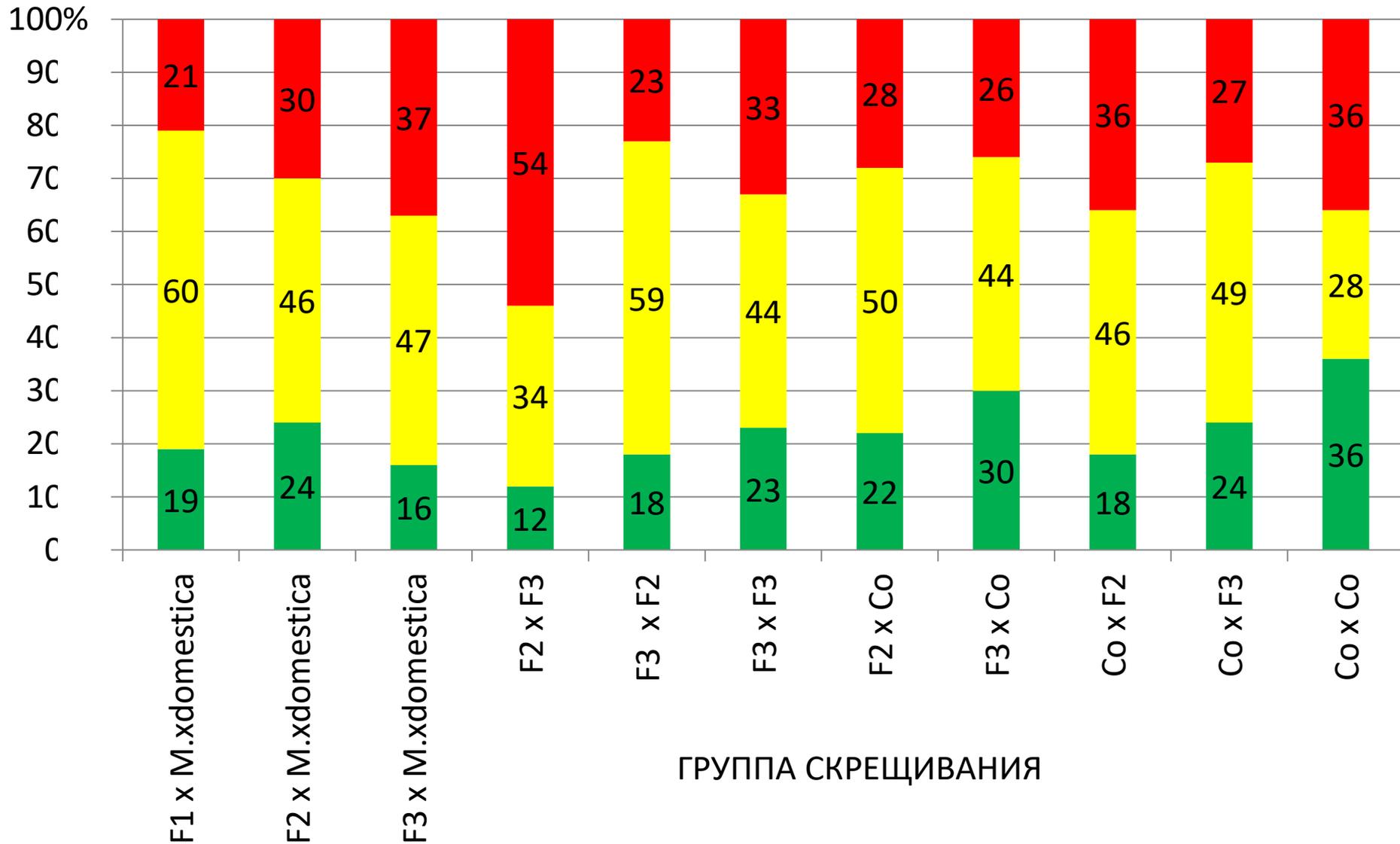
- среднерослый

- сильнорослый

Деревья сортообразцов с компактной формой кроны (возраст 10 лет)



Скороплодность гибридов



■ возраст вступления в плодоношение -после 10 лет
 ■ возраст вступления в плодоношение -8-10 лет
■ возраст вступления в плодоношение - 4-7 лет

Средняя урожайность за ротацию сортов горноалтайской селекции в низкогорье Алтая, (схема посадки 6x4 м)



Алтайское пурпуровое 10,3 т/га; 24,8 кг с дерева

Поклон Шукшину – 11,6 т/га; 27,9 кг с дерева



Шушенское – 11,8 т/га; 28,4 кг с дерева

Баяна – 12,3 т/га; 29,6 кг с дерева

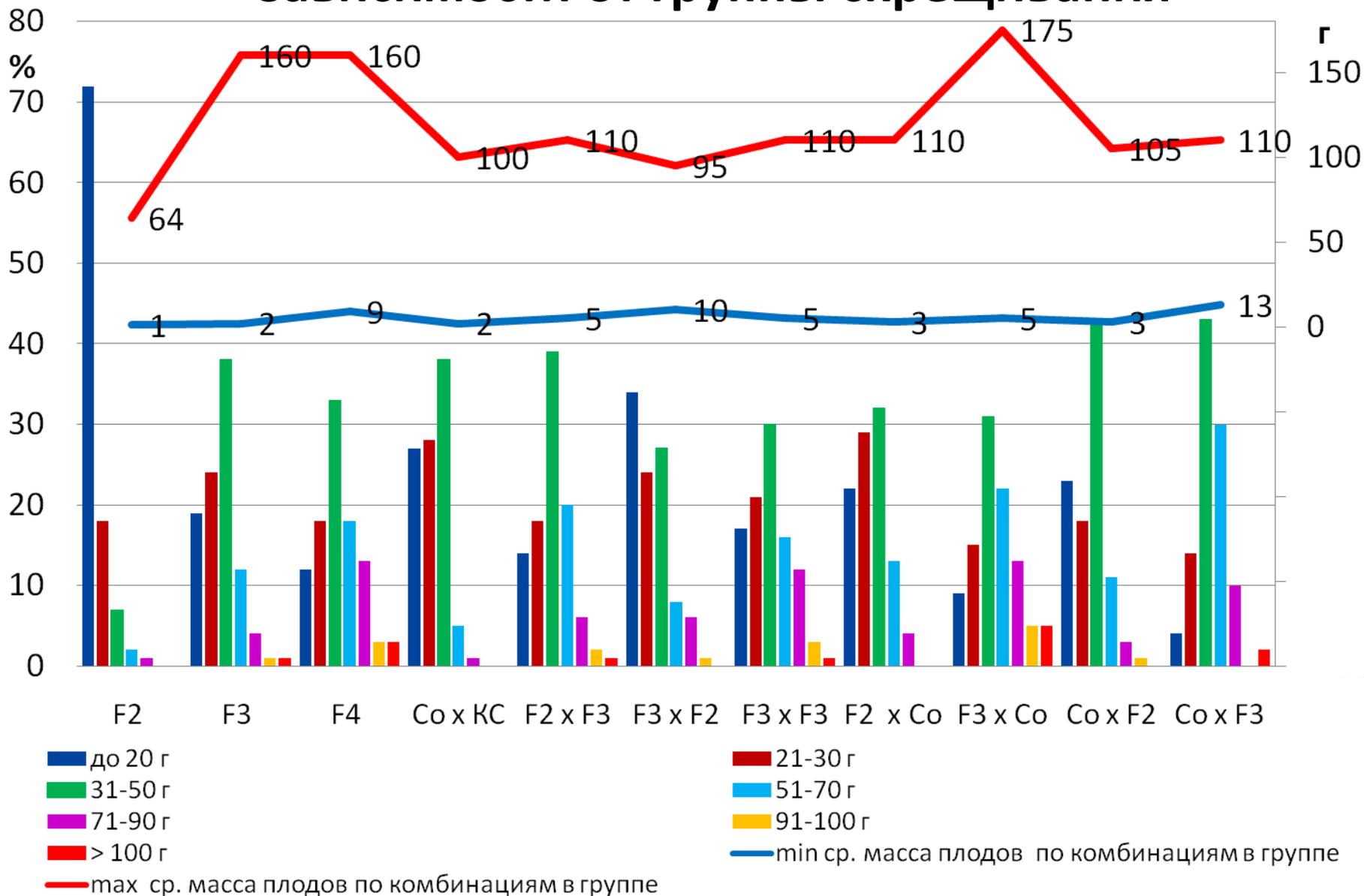


Горный синап – 12,3 т/га; 29,6 кг с дерева

Толунай – 16,8 т/га; 40,4 кг с дерева



25 Расщепление гибридов яблони по массе плодов в зависимости от группы скрещивания



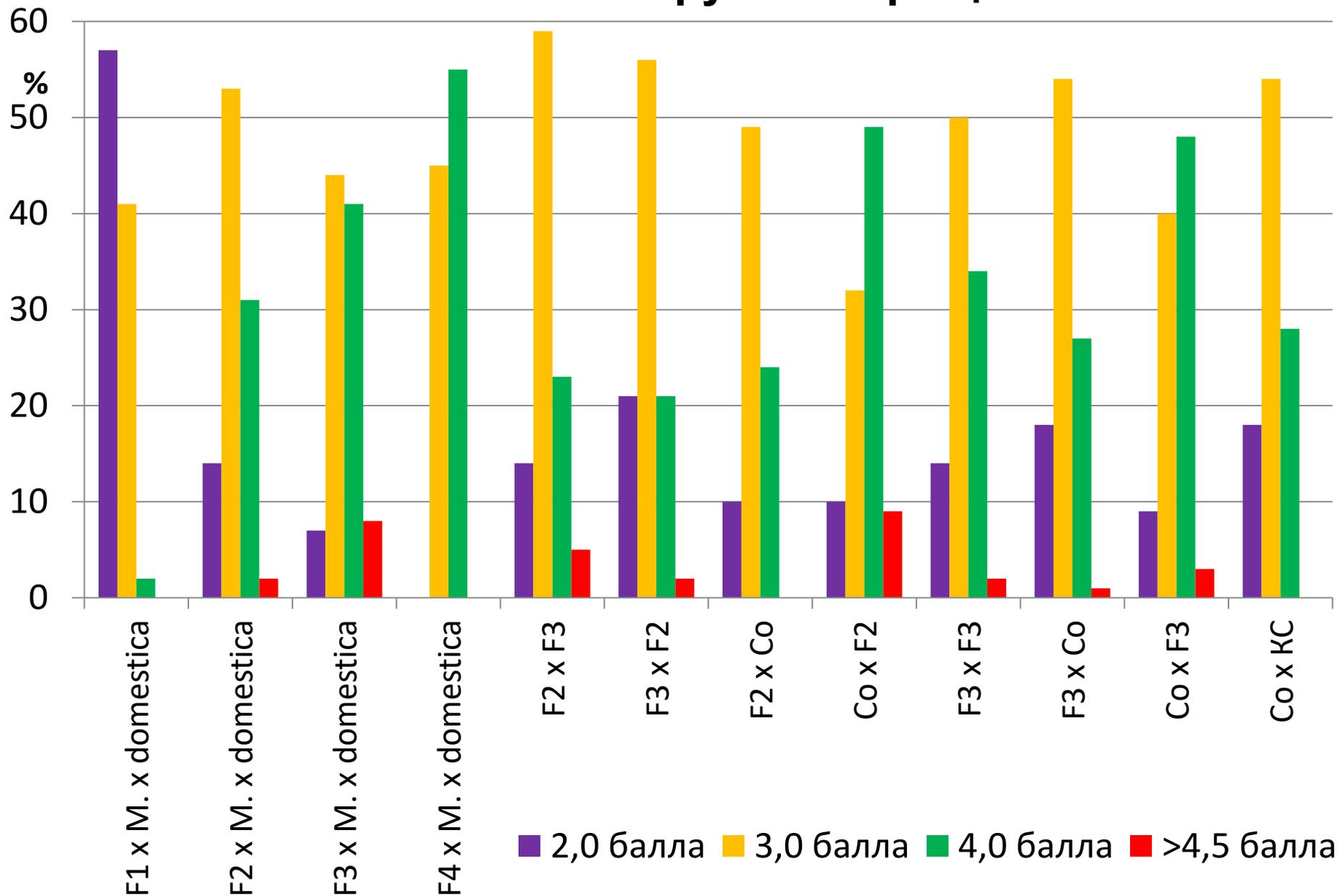
26 По результатам гибридологического анализа
выделены доноры и источники в селекции на
повышенную массу плода

доноры: Алтайское пурпуровое, Горный синап,
Ермаковское горное, Толунай, Феникс алтайский,
11-61-295, 1-63-4909, 1-63-1046

источники: Алтайское старое, Сурхурай, Поклон
Шукшину, Шушенское, Юнга, 4-65-7823, 4-65-7890
[Пепинка алтайская × (Пепин шафранный + Уэлси +
Бельфлер-китайка)], 12-82-1816, 7-95-3, 7-95-4,
6-95-1

интродуцированные источники: Бельфлер-китайка,
Жигулевское, Орловское полосатое, Орлик,
Северный синап, Фетовское, Уэлси

Расщепление гибридов по вкусу плодов в зависимости от группы скрещивания



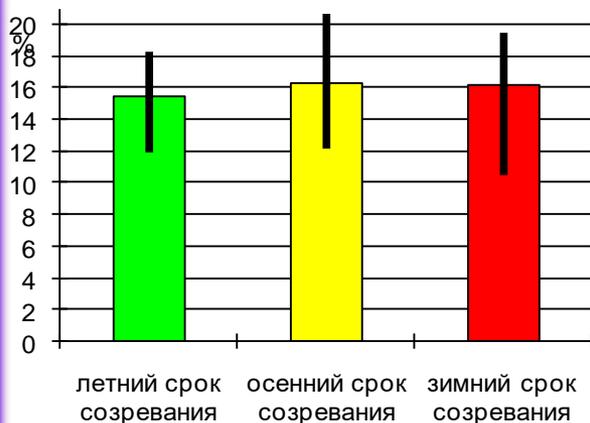
**П результатам гибридологического анализа
высокие вкусовые качества плодов гибридам
передают**

доноры: Алтайское пурпуровое, Баяна, Горноалтайское, Горный синап, Ермаковское горное, Осенняя радость Алтая, Сувенир Алтая, Толунай, Феникс алтайский, 2-76-11281

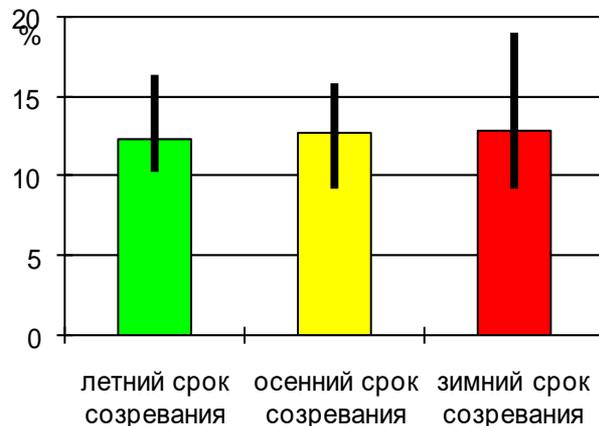
интродуцированные источники: Бельфлер-китайка, Зимнее полосатое, Мезенское, Новинка, Орлик, Орловское полосатое, Фетовское, Фолвел, Мелба, Уэлси

Биохимическая характеристика плодов яблони селекции НИИСС им. М.А. Лисавенко в зависимости от срока созревания

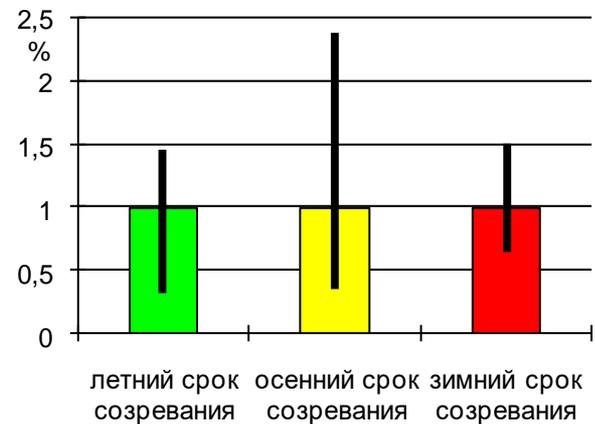
сухие растворимые вещества



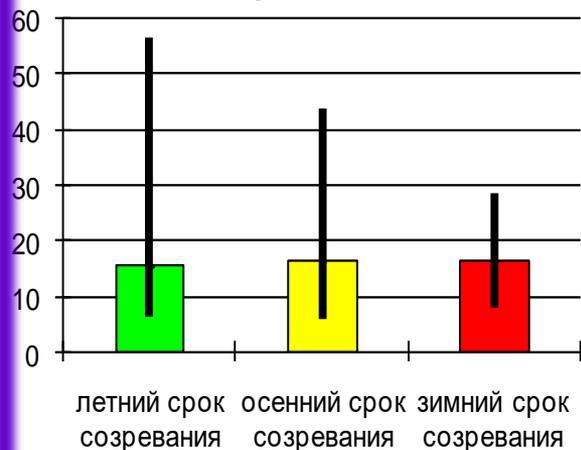
сумма сахаров



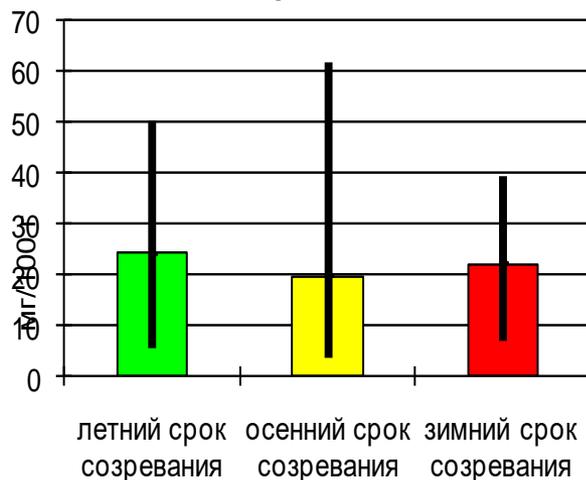
титруемая кислотность



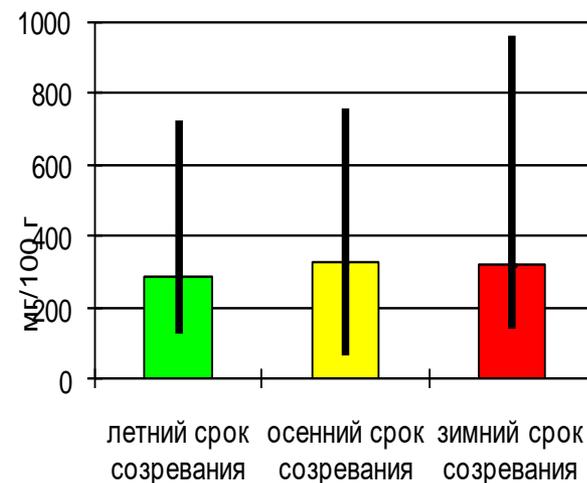
сахаро-кислотный индекс



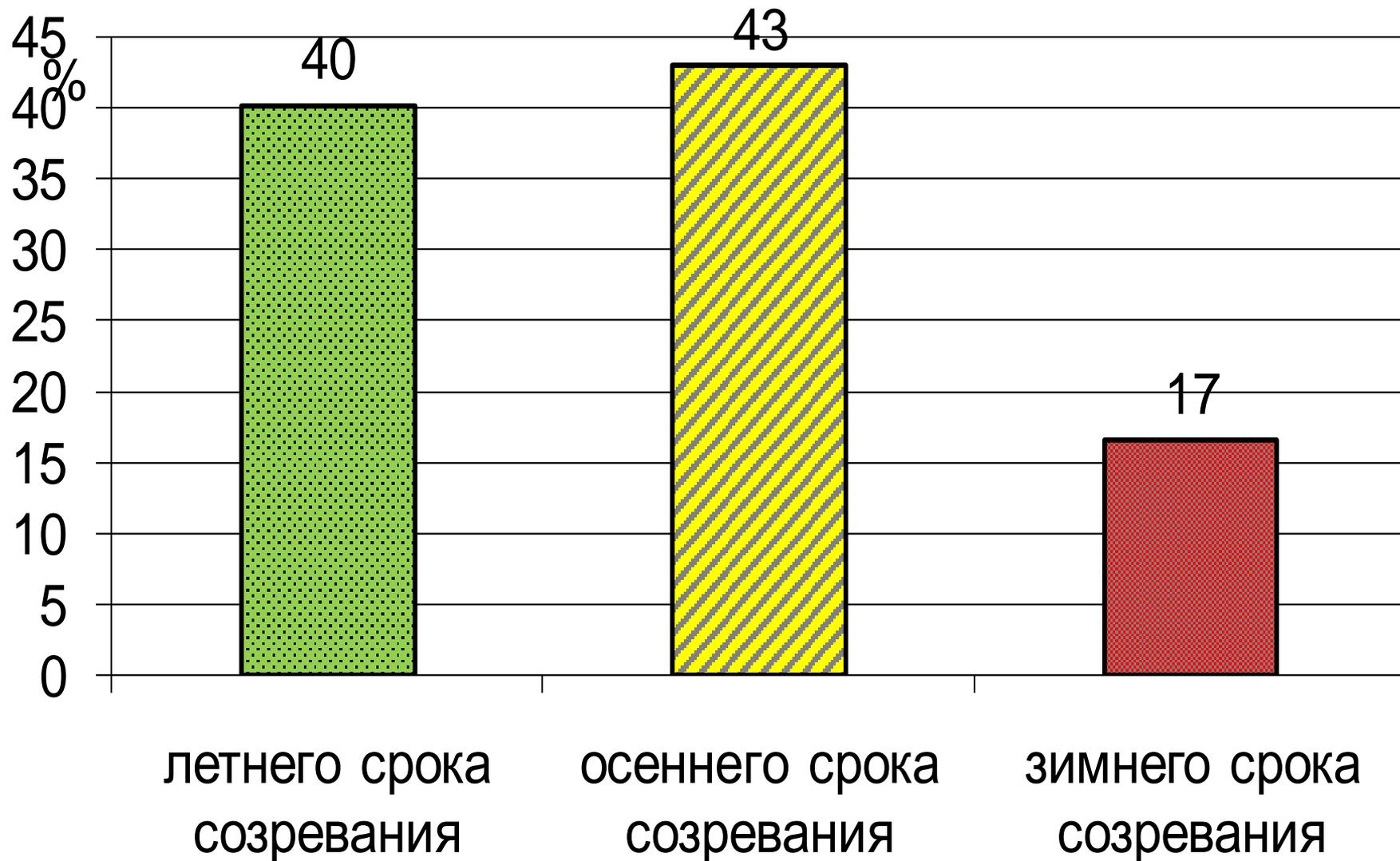
аскорбиновая кислота



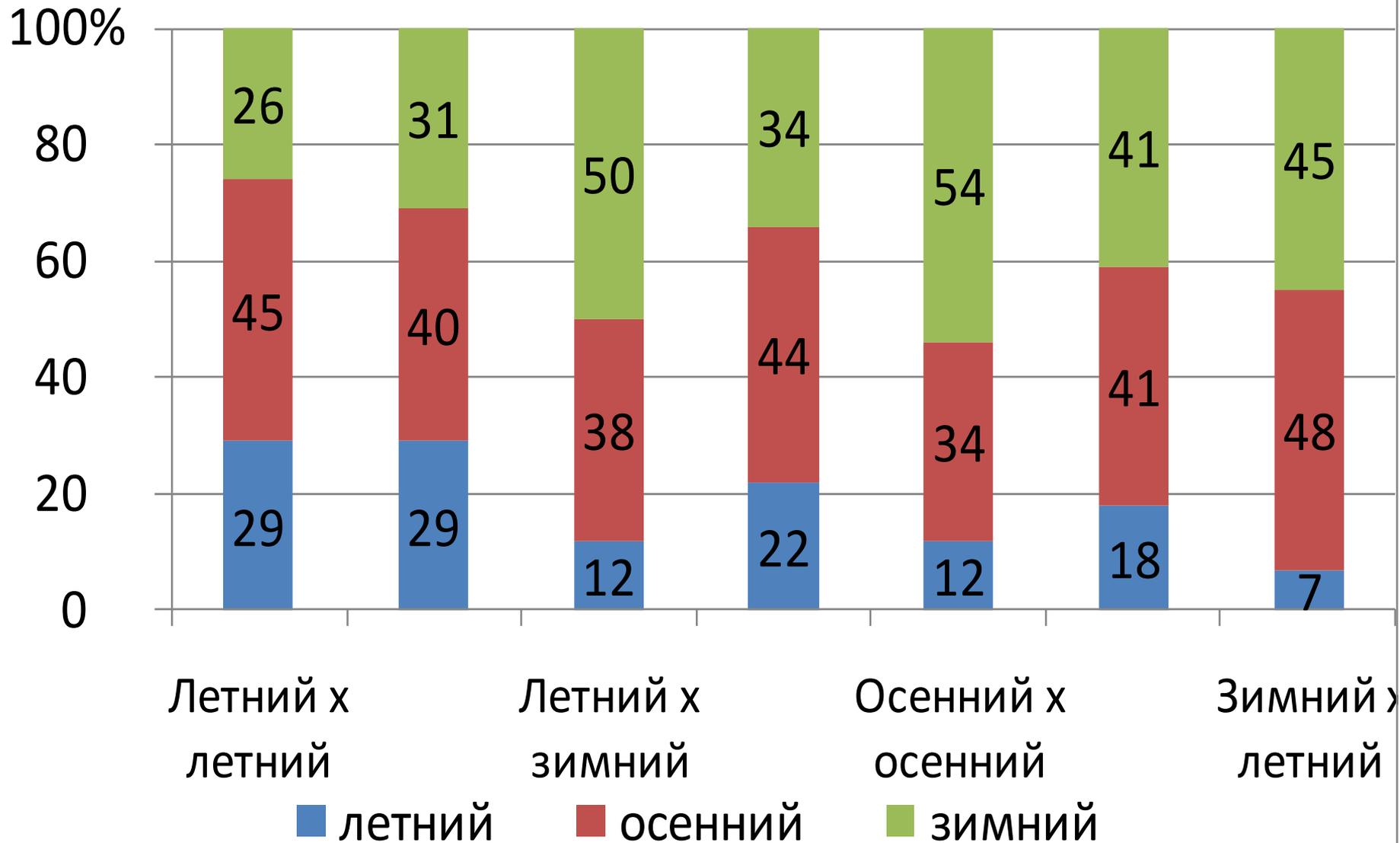
Р-активные вещества



Распределение сортов яблони сибирского сортимента по срокам созревания плодов



Распределение гибридов яблони по сроку созревания плодов



33 Модель сорта яблони универсального назначения для юга Западной Сибири

| Хозяйственно-полезный признак сорта | Показатель сортов, 2017 г. | Уровень признака 2030 г. | |
|---|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| | | экстенсивная технология | интенсивная технология |
| Площадь питания, м ² | 15-20 | 15-20 | 2,1 |
| Плотность посадки, шт./га | 416/666 | 416/666 | 4800 |
| Урожайность, т/га | 6,0-8,0 | 12-15 | 25-30 |
| Степень подмерзания в особо суровые зимы не более, балл | 2,0-3,0 | 2,0 | 2,0 |
| Восстановительная способность | высокая | высокая | высокая |
| Возраст вступления в плодоношение, лет | 3-4 | 3-4 | 2-3 |
| Поражение паршой не более, балл: | | | |
| – плодов | 0-2,0 | 0,0 | 0,0 |
| – листьев | 2,0 | 0,5 | 0-0,5 |
| Средняя масса плода, не менее, г | 60,0-70,0 | 80,0 | 80,0 |
| Дегустационная оценка плодов, балл | 3,5-4,5 | 4,5 | 4,0-4,5 |
| Содержание в плодах: | | | |
| - сухих растворимых веществ, , % | 10,0-12,0 | 12,5-14,0 | 12,5-14,0 |
| – сахаров, не менее, % | 10,0 | 11,0-13,0 | 11,0-13,0 |
| – кислот, не более, % | 1,0 | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 |
| – витамина С, не менее, мг% | 15-25 | 25 | 25 |
| – пектиновых веществ, не менее, % | 1,0 | 1,2 | 1,2 |
| Продолжительность хранения плодов зимнего срока потребления, дней | до 180 | 150-180 | до и более 180 |
| Дегустационная оценка продуктов переработки, балл | 4,0 | 4,5-5,0 | 4,5-5,0 |
| Высота дерева на семенном подвое, м | 3,5-4,0 | 3,0-3,5 | 2,5-3,0 |

Горный синап

[1-63-4909 × Северный синап]

Авторы: Н.В. Ермакова, И.П. Калинина, Э.С. Ящемская, С.А. Макаренко



Поклон Шукшину

[Ермаковское горное × (OR48Т47+OR40Т43)]

Авторы Н.В. Ермакова, И.П. Калинина, З.С. Ящемская, С.А. Макаренко



36

Шушенское

[Ермаковское горное × (OR48Т47+OR40Т43)]

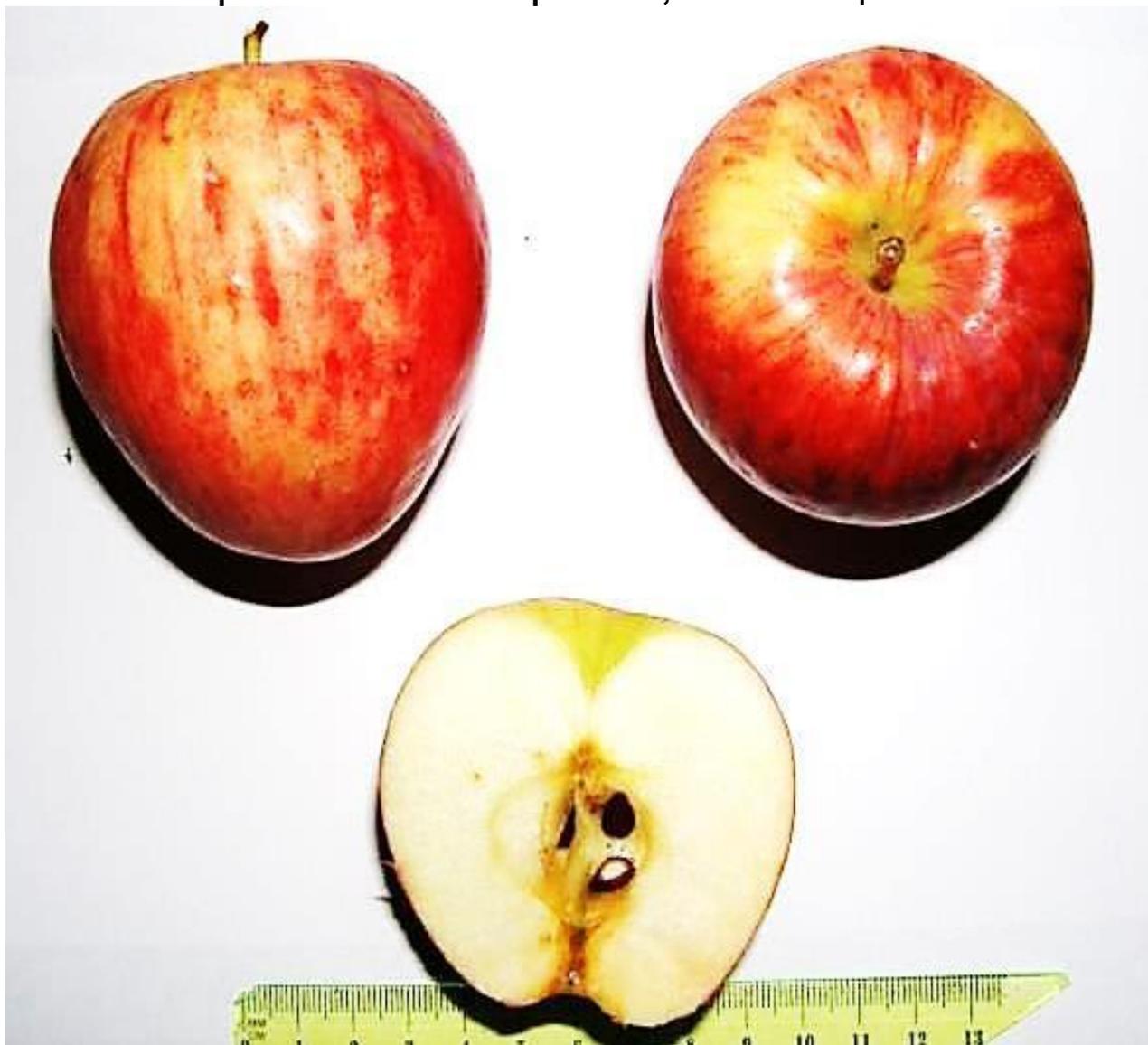
Авторы Н.В. Ермакова, И.П. Калинина, З.С. Ящемская, С.А. Макаренко



10-06-6 (Маяк)

(Толунай × смесь пыльцы колонновидных сортов)

Авторы: С.А. Макаренко, З.С. Ящемская



10-06-4 (Исток)

(Толунай × смесь пыльцы колонновидных сортов)

Авторы: С.А. Макаренко, З.С. Ящемская



3-06-2 (Подарок Красноярску)

(Алтайское пурпуровое × смесь пыльцы колонновидных сортов)

Авторы: Макаренко С.А., Ящемская З.С.



3-06-8 (Аврора)

(Алтайское пурпуровое × смесь пыльцы колонновидных сортов)

Авторы: Макаренко С.А., Ящемская З.С.



3-06-10 (Лучевое)

(Алтайское пурпуровое × смесь пыльцы колонновидных сортов)

Авторы: Макаренко С.А., Ящемская З.С.



Экономическая эффективность производства плодов яблони в ФГУП «Горно-Алтайское», 2014-2016 гг.

| Сорт | Урожайность, т/га | Цена реализации 1 т, тыс. руб. | Себестоимость 1 т, тыс. руб. | Прибыль, тыс. руб. | Уровень рентабельности, % |
|---------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Алтайское пурпуровое (st) | 10,3 | 40 | 26,27 | 13,73 | 52,3 |
| Баяна | 12,3 | 40 | 22,06 | 17,94 | 81,3 |
| Горноалтайское | 11,8 | 26 | 24,77 | 1,23 | 5,0 |
| Горный синап | 12,3 | 50 | 22,06 | 27,94 | 126,7 |
| Поклон Шукшину | 11,6 | 40 | 22,41 | 17,59 | 78,5 |
| Толунай | 16,8 | 40 | 17,53 | 22,47 | 128,2 |
| Шушенское | 11,8 | 30 | 22,65 | 7,35 | 32,5 |

Рекомендации селекционерам

В селекции на зимостойкость необходимо учитывать филогению и климатические условия формирования генотипа исходной материнской формы. В насыщающие и особенно межсортовые скрещивания желательно привлекать адаптивные сортообразцы с повышенным качеством плодов.

В селекцию сортов с высокой устойчивостью к парше в качестве материнских исходных форм необходимо привлекать только высокоустойчивые сортообразцы. В процессе превентивной селекции возможно привлечение высокозимостойких форм, но недостаточно устойчивых к парше.

Комплексные доноры для селекции в низкогорье Алтая

- сдержанный рост дерева, кольчаточный тип плодоношения, полевая устойчивость к парше – Ермаковское горное, Горный синап, Золотая тайга, Толунай, Шушенское, Феникс алтайский, 2-76-11281, 2-76-11300, 3-84-3607, 9-87-4996, 7-95-4;

- сдержанный рост дерева, компактная форма кроны, кольчаточный тип плодоношения, устойчивость к парше и повышенное качество плодов – Восток (10-06-9), Маяк (10-06-6), Лучевое (3-06-1), Подарок Красноярску (3-06-2), Аврора (3-06-8), Исток (3-06-4);

- сдержанный рост дерева с компактной формой кроны, кольчаточный тип плодоношения, высокая зимостойкость и короткий период вегетации – Маяк (10-06-6), Со-06-к1, Со-07-933, 32-26;

Рекомендации производству

Для промышленного и любительского садоводства рекомендуем возделывание адаптивных и продуктивных сортов горноалтайской селекции с высокой экономической эффективностью Алтайское пурпуровое, Баяна, Горный синап, Сурхурай, Поклон Шукшину, Толунай.

Ускоренное размножение широкое конкурсное и производственное испытание перспективных элитных форм Аврора (3-06-8), Восток (10-06-9), Исток (10-0604), Лучевое (3-06-10), Маяк (10-06-6), Подарок Красноярску (3-06-2) и отборных форм яблони адаптивных к абиотическим и биотическим условиям Сибири.



**Благодарю
за внимание!**