

На правах рукописи

БУНЦЕВИЧ ЛЕОНИД ЛЕОНТЬЕВИЧ

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ ЯБЛОНИ ДОМАШНЕЙ (*Malus domestica* Borkh.)**

Специальность 06.01.07. - пловодство, виноградарство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени кандидата
биологических наук

Краснодар - 2008

Работа выполнена в Северо-Кавказском зональном научно-исследовательском институте садоводства и виноградарства

Научный руководитель: И.А. Драгавцева, доктор с.-х. наук, профессор

Официальные оппоненты: Чукуриди С.С., доктор биологических наук,
профессор,
Семёнова Л.Г., кандидат биологических наук

Ведущая организация: Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Защита диссертации состоится «29» октября 2008 г. в 10 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 220.038.04 по адресу: 350044 г. Краснодар, ул. Калинина 13

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кубанского государственного аграрного университета.

Автореферат разослан «___» _____ 2008г.

Учёный секретарь диссертационного совета
доктор с.-х. наук

Н.В. Матузок

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Агротехнологические резервы повышения урожайности яблони путём совершенствования формировок и уплотнения схем посадок, оптимизации содержания почвы, минерального и органического питания, водопотребления растений и др. интенсивно исследуются, широко и своевременно внедряются в практику плодоводства.

Морфофизиологические особенности организации генеративного побегообразования и плодоношения, являющиеся биологической основой формирования урожайности яблони, исследованы недостаточно. Известны наблюдения морфофизиологических процессов в ходе формирования урожайности, которые проводились в нечернозёмной зоне отечественного плодоводства (объектами служила яблоня сильнорослых сортов на семенных подвоях).

Плодоводство России остро нуждается в получении знаний по стратегии плодоношения разных сортов яблони и др. пород, биологических механизмах осуществления той или иной стратегии, критических этапах формирования урожайности, роли морфофизиологической организации побегов в возникновении разнокачественности цветков, роли листьев под соцветием и листьев побегов замещения в завязывании и сохранении плодов и т.п.

Цель исследований – разработать новые подходы к управлению урожайностью плодовых культур на основе выявления стратегии плодоношения, механизмов её осуществления и морфофизиологических особенностей генеративного побегообразования яблони.

Задачи исследований:

- получить новые знания по стратегии плодоношения и механизмах её осуществления у различающихся по урожайности сорто-подвойных комбинаций яблони;
- установить различия структуры генеративного потенциала разных по урожайности сортов яблони;
- выделить основные типы органогенеза генеративных побегов;
- выявить особенности дифференциации генеративных почек на побегах разного типа органогенеза и установить роль морфофизиологического типа побегов в становлении разнокачественности цветков;
- выявить этапы органогенеза, наиболее ответственные за реализацию генеративного потенциала;
- изучить фотосинтетический потенциал листьев побегов разных морфофизиологических типов;
- установить роль листьев под соцветием и листьев побегов замещения в сохранении завязи и плодов;
- разработать рекомендации по управлению процессами формирования урожайности яблони.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях юга России с целью управления урожайностью плодовой культуры выполнен системный поэтапный морфофизиологический анализ формирования и реализации генеративного потенциала, полу-

чены новые знания по стратегии плодоношения и выявлены два основных её вида: затратная г-стратегия (сорт Айдоред), и экономная – К-стратегия (сорт Корей). Впервые на примере яблони выявлен и исследован механизм инверсии генеративного потенциала. Установлено, что механизмом реализации экономной (К-) стратегии является положительная инверсия генеративного потенциала, механизмом реализации затратной (г-) стратегии плодоношения является отрицательная инверсия генеративного потенциала. Впервые установлено, что механизм положительной инверсии генеративного потенциала основан, при условиях исключающих аддитивность, на развитии большей площади листьев под соцветием и листьев побегов замещения к критическому X этапу органогенеза, т.е. лучше обеспечении завязи ассимилятами. Выделен новый морфофизиологический тип органогенеза генеративных побегов. Впервые установлено, что разнокачественность цветков достигается, прежде всего, различиями в развитии генеративных побегов разных морфофизиологических типов, и, только затем, различиями цветков внутри соцветия. Впервые проведена базовая биофизическая оценка фотосинтетического потенциала листьев яблони методом ЭПР спектроскопии. Впервые установлено влияние типа органогенеза побегов на процесс формирования урожайности яблони от дифференциации генеративных меристем до созревания плодов. Впервые установлено, что яблоня на подвоях СК-3 и СК-1 урожайнее, чем на подвоях М9 и М2 за счёт того, что в соцветиях закладывается больше на 0,1-0,2 зачаточных цветка.

Практическая значимость работы. Предложен способ управления урожайностью яблони на основе выявленных закономерностей формирования и реализации генеративного потенциала, повышающий урожайность на 15-20%. На основе поэтапного учёта генеративного потенциала предложен способ прогноза урожайности яблони, позволяющий рассчитывать будущий урожай плодов. Предложен более урожайный сорт яблони Корей, который, в условиях высокой агротехники, лучше сохраняет завязь и плоды в фазы от «завязывание плодов» до «рост и развитие плодов», что обеспечивает получение дополнительной прибыли. Подбор метеоусловий, комфортных для прохождения этих фаз, позволит значительно лучше реализовать природный потенциал, в данном случае, сорта Корей. Выделены подвои яблони СК-3 и СК-1 (оригинатор Трусевич Г.В.), повышающие закладку на 0,1-0,2 зачаточных цветка в соцветии. Показана эффективность ЭПР-спектроскопии в оценке фотосинтетического потенциала листьев яблони.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Оценка стратегии плодоношения у сорто-подвойных комбинаций яблони с различной урожайностью, позволяющая повысить точность расчёта потенциальной урожайности и повысить эффективность технологии производства плодов.
- Разработка морфофизиологических механизмов формирования высокой урожайности у яблони, что позволит оптимизировать управление урожайностью сортов.
- Совершенствование подходов к исследованию фотосинтетической активности листового аппарата генеративных побегов, позволяющее более эффективно корректиро-

вать текущие уходные работы и дополнить методологию селекции оценкой гибридных сеянцев методом ЭПР-спектроскопии.

Апробация работы. Основные материалы диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на методическом совете отдела садоводства СКЗНИИСиВ (04.02.2008г.); доложены на научно-практических конференциях - 2005г, 2004г, 2003г, 2002г, 1999г, 1998г, 1993г, 1990г, 1988г, 1987г. (Краснодар), 2005г, 1997г. (Анапа), 1987г. (Нальчик), 1983г. (Горький), 1983 г. (Кишинёв). Разработка «Метод изучения генеративного потенциала яблони и расчёта величины потенциального урожая» отмечена золотой медалью выставки «Наука России - агропромышленному комплексу» (Москва, ВВЦ, 1999г.). Работа поддержана грантом р_Юг_а №06-04-96768 «Разработка методологических основ диагностики питания многолетних растений (на примере яблони) в условиях юга России, 2006-2008г.г.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 38 работ, в т.ч. 2 статьи в Вестнике РАСХН.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, результатов исследований, выводов и рекомендаций, списка использованной литературы, включающего 271 источник. Работа изложена на 180 страницах компьютерного текста, содержит 42 таблицы, 38 рисунков и фотографий.

ПРЕДМЕТ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в СКЗНИИСиВ, исследования проводились в 1983-2003 г.г. Предметом изучения явилась морфофизиологическая организация генеративного побегообразования яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.). Объектом исследований послужила яблоня сортов Корей, Айдоред, Голден Делишес, Ренет Симиренко на слабоборослых (М9, СК-3), среднерослых (М2, СК-1, М4, П-25-26) и сильнорослом (I-47-55) подвоях, выращиваемая в центральной зоне Краснодарского края. Особенности органогенеза изучались на сортах Корей, Айдоред и подвоях СК-3, М9, СК-1, М2. Кроны опытных деревьев сформированы по разреженно-ярусной системе. Осадков выпало за исследованные годы в среднем 650 мм в год. Сумма активных температур варьировала от 3400⁰С до 3650⁰С.

Пробы для исследования органогенеза почек отбирались каждые 10 дней с июля до декабря месяца. Подготовка препаратов выполнена по В.А. Рыбину (1967). Микроскопирование производилось с помощью светового микроскопа МБС-9; микрофото-съёмка - с помощью микроскопа МБС-9 и микрофотонасадки МФН-12У4.2.

Морфофизиологический анализ сочетает изучение внутривидового развития и морфометрию внепочечного развития побегов, листьев, цветков, завязи, плодов (И.С. Исаева, 1974). Изучались генеративные побеги четырёх морфофизиологических типов органогенеза: П1- полного цикла развития, четырёхлетние, терминальные (в плодородстве это кольчатки, копыца, прутики); П2 - сокращённого цикла развития, трёхлетние, латеральные (иначе аксиллярные, в плодородстве это побеги замещения);

ПЗ - побеги, переходящие к цветению, минуя фазу внепочечного роста, трёхлетнего цикла развития. В плодородстве третий тип обозначают как однолетние плодовые образования.

Для изучения генеративного потенциала подсчитывалось количество и определялся морфофизиологический тип генеративных побегов, подсчитывалось количество зачаточных цветков. Учет побегов и их идентификацию проводили в фенофазы выдвижения соцветий и обособления бутонов в кронах деревьев.

Редукция элементов продуктивности описывалась с помощью коэффициента «Динамической оценки отдельного типа побегов» - *ДОТ*, который рассчитывается как отношение числа генеративных элементов (поэтапно: бутоны, цветки, завязь, плоды) к единице генеративного побега (Исаева, 1977).

Фотосинтетический потенциал яблони исследовали методом ЭПР-спектроскопии (А.Г. Четвериков, 1983). При этом рассчитывалось количество реакционных центров ФС-I и ФС-II на единицу площади зелёного листа; отношение сигнала ЭПР-II к ЭПР-I (безразмерный коэффициент К); содержание хлорофилла А (мг/дм^2) и хлорофилла В (мг/дм^2), размер антенны (хл $a/P700^+$), суммарное содержание каротиноидов (мг/дм^2). Работы по ЭПР-спектроскопии выполнены в Институте физиологии растений РАН под руководством и непосредственном участии д.б.н. Четверикова А.Г.

Урожай учитывался весовым методом в фазу съёмной зрелости плодов (методика ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1973г.). Урожайность рассчитывалась в центнерах на гектар. Результаты исследований обработаны с помощью многофакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Статобработка выполнялась в секторе моделирования СКЗНИИСиВ, в вычислительных центрах КГУ и КНИИСХ им. Лукьяненко. Расчёт дополнительной прибыли в результате роста урожайности выполнен по Никольскому М.И., Тихенко А.В., Кузнецову Г.Г. (1979).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение особенностей формирования урожайности яблони выполнено в виде последовательной цепочки от установления различающихся по урожайности сортов и подвоев, выделения основных типов органогенеза генеративных побегов как структурной основы плодоношения к исследованию дифференциации цветков и причин их «разнокачественности», описанию структуры генеративного потенциала, изучению стратегии формирования урожайности и «инверсии» генеративного потенциала, как механизма её осуществления, установлению критических этапов в ходе формирования урожайности, выявлению роли листьев под соцветием и листьев побегов замещения в сохранении завязи и плодов.

Изучение урожайности яблони показало, что среди опытных сортов сорт Корея наиболее урожаен (211 ц/га в среднем, табл. 1). Сорт Айдоред показал урожайность меньше на 10% (189 ц/га). Ещё менее урожайны сорта Голден Делишес (174 ц/га) и Ренет Симиренко (170 ц/га). Максимальных значений урожайность слаборослых сорто-подвойных комбинаций достигает на подвое СК-3. В среднем по сортам

Айдоред, Корей, Голден Делишес, Ренет Симиренко она составила 410 ц/га, что на 37% больше, чем средняя урожайность на подвое М9 (260 ц/га).

Таблица 1

Урожайность яблони опытных сорто-подвойных комбинаций яблони (ц/га)

Сорто-подвойная комбинация	Схема посадки*	Урожайность по годам (ц/га)				В среднем
		1997	1998	1999	2000	
Айдоред						
на СК-3	4x2	338	513	469	396	429
на М9	5x4	170	327	285	264	262
на СК-1	7x5	132	238	217	225	203
на М2	7x5	72	139	105	104	105
на М4	7x5	86	217	178	173	164
на П-25-26	7x5	54	108	90	68	80
на I-47-45	8x6	50	122	70	67	77
в среднем		129	238	202	185	189
Корей						
на СК-3	4x2	423	525	501	461	478
на М9	5x4	210	335	312	284	285
на СК-1	7x5	206	249	233	215	226
на М2	7x5	89	145	106	119	115
на М4	7x5	112	230	200	195	184
на П-25-26	7x5	69	117	102	73	90
на I-47-45	8x6	60	113	104	118	99
в среднем		167	245	223	209	211
Голден Делишес						
на СК-3	4x2	288	445	394	370	374
на М9	5x4	150	307	269	248	244
на СК-1	7x5	140	236	193	180	187
на М2	7x5	77	136	106	90	102
на М4	7x5	102	205	173	132	153
на П-25-26	7x5	59	112	109	68	87
на I-47-45	8x6	70	95	68	63	74
в среднем		127	219	187	164	174
Ренет Симиренко						
на СК-3	4x2	200	468	383	381	358
на М9	5x4	142	323	270	251	247
на СК-1	7x5	126	231	171	178	177
на М2	7x5	80	147	90	95	103
на М4	7x5	114	210	160	161	161
на П-25-26	7x5	57	101	82	70	78
на I-47-45	8x6	46	110	53	73	73
в среднем		109	227	174	173	170

Максимальных значений урожайность опытных среднерослых сорто-подвойных комбинаций достигает на подвое СК-1. В среднем по сортам Айдоред, Корей, Голден

Делишес, Ренет Симиренко она составила 198 ц/га. На подвое М4 средняя урожайность опытных сортов составила 166 ц/га, что на 16% меньше, чем у СК-1. Ещё менее урожайны подвои М2 (106 ц/га), П-25-26 (84 ц/га). Самую низкую урожайность в опыте показал сильнорослый подвой I-47-55 (в среднем 81 ц/га).

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что сорт Корей более урожайна, чем сорта Айдоред, Голден Делишес, Ренет Симиренко на всех изучаемых подвоях. В группе слаборослых подвоев подвой СК-3 урожайнее, чем подвой М9. В группе среднерослых подвоев подвой СК-1 урожайнее, чем подвои М2, М4, П-25-26.

Основные типы генеративных побегов яблони. Структурной основой формирования урожайности яблони являются генеративные побеги. Исследуя три морфобиологических типа органогенеза генеративных побегов (Исаева, 1974) пришли к выводу о том, что третий морфобиологический тип состоит из двух самостоятельных групп, различающихся по таким важным таксономическим признакам, как положение на материнской древесине (локализация инициальных меристем) и количество цветков в соцветии (рис. 1, табл. 2).

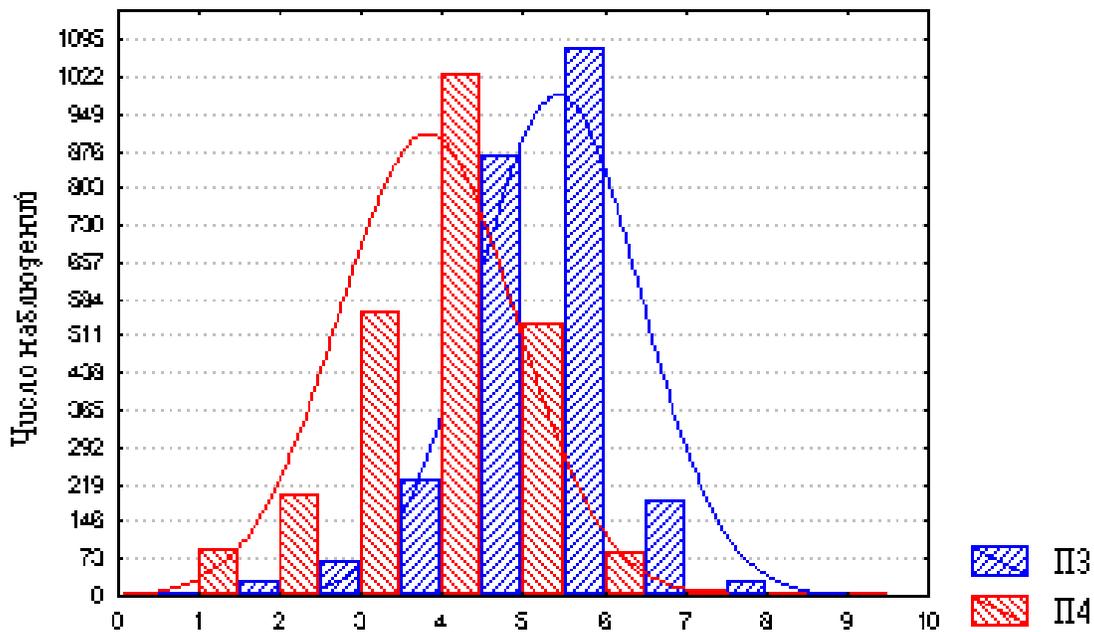


Рисунок 1 - Распределение генеративных побегов в пределах П3 и П.4 групп по количеству цветков в соцветии

Основные таксономические характеристики генеративных побегов яблони

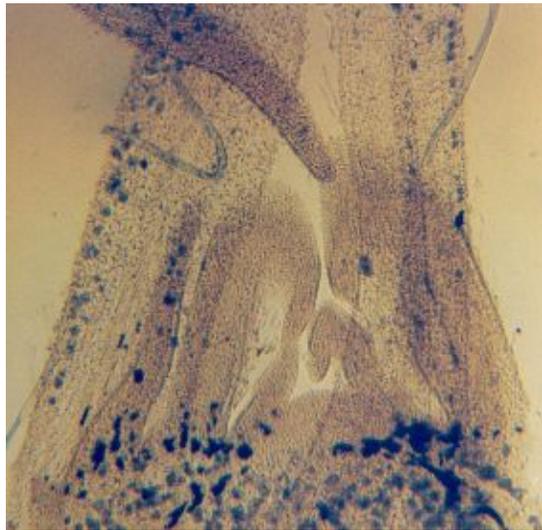
Сорт	Морфофизиологический тип побега	Полный цикл органогенеза (лет)	Положение на материнской древесине	Наличие внепочечного роста	Среднее число цветков в соцветии (шт)
Айдоред	П1	4	терминальное	есть	5,3
	П2	3	латеральное	есть	5,6
	П3	3	терминальное	нет	5,6*
	П4	3	латеральное	нет	4,1*
Корей	П1	4	терминальное	есть	4,8
	П2	3	латеральное	есть	4,7
	П3	3	терминальное	нет	5,4*
	П4	3	латеральное	нет	3,7*

Примечание. “*” = величины, существенно различающиеся на 5 %-ном уровне значимости. Источник изменчивости - число цветков в соцветии побегов П3 и П4; Сумма квадратов = 3289,4; Степени свободы = 1; Средний квадрат = 3289,4; F-отношение = 2945,9.

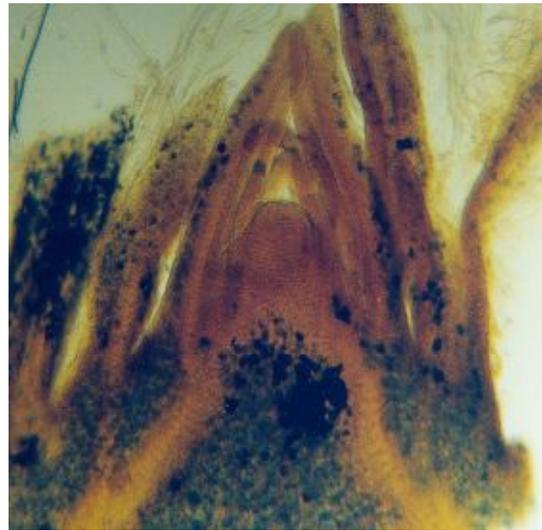
Побеги трёхлетнего цикла развития, переходящие к цветению, минуя фазу внепочечного роста и расположенные терминально, в новой классификации обозначили как третий морфофизиологический тип (П3). Побеги латеральные (аксиллярные), трёхлетнего цикла развития, переходящие к цветению, минуя фазу внепочечного роста, в новой классификации обозначили как четвёртый морфофизиологический тип (П4). *Достоверный (табл. 2) и определяющий в таксономии морфофизиологических типов характер различий позволяет считать выделенные группы самостоятельными морфофизиологическими типами.* С учётом первого и второго морфофизиологических типов органогенеза далее в определении генеративных побегов пользовались четырьмя типами - П1, П2, П3, П4.

Дифференциация цветков. Формирование урожая начинается с перехода почек от вегетативного к генеративному развитию. Микроскопирование позволило проследить этапы органогенеза от формирования генеративной меристемой первичного бугорка оси соцветия до полной дифференциации зачаточных органов цветка (рис. 2 а, б, в, г, д, е).

Установлено, что скорость развития генеративных почек различается. У сорта Корей наблюдали опережение в генеративном развитии почек в сравнении с сортом Айдоред на 1-3 балла. У обоих сортов побеги второго морфофизиологического типа органогенеза (П2) опережают в генеративном развитии, последовательно, побеги первого (П1), третьего (П3) и четвёртого типов (П4), различия в каждой ступени составили 1,0-1,5 балла (рис. 3).



а



б



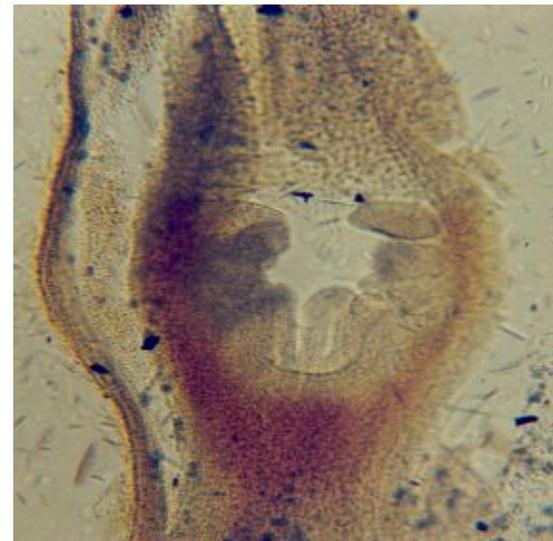
в



г



д



е

Рисунок 2 - Этапы дифференциации генеративных почек: а – переход вегетативной меристемы в генеративную, б – формирование купола генеративной меристемы, в – ветвление оси соцветия, г – формирование зачаточных чашелистиков, д - дифференциация лепестковых и тычиночных бугорков, переход к дифференциации бугорков пестиков, е – завершение дифференциации зачаточных органов цветка – лепестковых и тычиночных бугорков, плодолистиков.

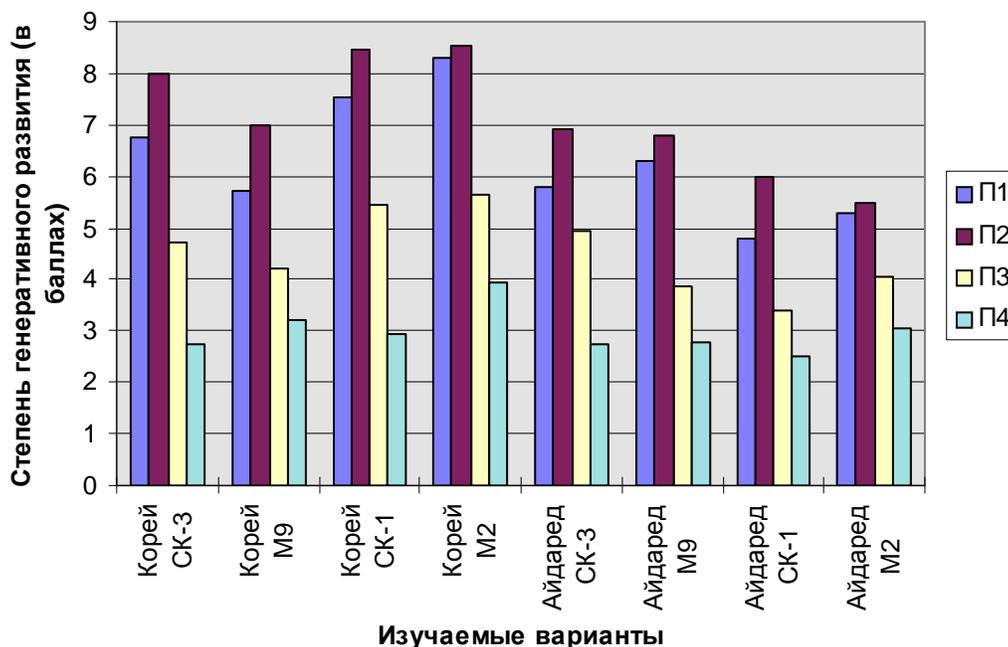


Рисунок 3 - Различия в степени развития цветковых почек у исследуемых растений яблони на III этапе органогенеза

В календарном исчислении эти различия составляют от одного до полутора месяцев. Различия в степени развития зачаточных цветков внутри соцветия, известные как «разнокачественность» (Исаева, 1989), составляют одну-две недели.

Установлено, что наибольшее влияние на «разнокачественность» цветков в целом оказывает морфофизиологический тип органогенеза побегов (доля влияния 48%).

Известно, что разнокачественность цветков повышает репродукционную адаптивность сорто-подвойной комбинации к стрессорам разной природы (например, цветки, раскрывающиеся позже других, уходят от повреждений весенними заморозками; за счёт разновременного вступления в цветение расширяется период пчелоопыления и т.п.).

Таким образом, разнокачественность цветков определяется не только и не столько их различиями в соцветии, сколько различиями между побегами разных морфофизиологических типов. Дифференциация цветков у сорта Корей проходит опережающими темпами, по сравнению с сортом Айдаред.

Формирование структуры генеративного потенциала. С завершением дифференциации цветковых почек у яблони формируется генеративный потенциал. Для его количественного описания приняли, что соотношение зачаточных цветков, дифференцированных генеративными побегами различных типов органогенеза (П1, П2, П3, П4), есть морфофизиологическая структура генеративного потенциала яблони. При определении структуры генеративного потенциала проводили учёт побегов разных

морфофизиологических типов органогенеза и цветков в соцветии. Производство средних значений долей побегов разных типов (П1, П2, П3, П4) в кроне и количества цветков в соцветиях составляет содержание морфофизиологической структуры генеративного потенциала яблони.

Установлено, что у сорта Корей количественно преобладают побеги первого морфофизиологического типа: П1-41,6%, П2-21,9%, П3-12,8%, П4-23,7%. У сорта Айдоред преобладают побеги четвертого морфофизиологического типа: П1-19%, П2-31,8%, П3-6,7%, П4-42,3%; Зачаточных цветков в соцветиях у сорта Айдоред в среднем на 0,5 цветка формируется больше, чем у сорта Корей (табл. 3).

У обоих сортов в вариантах с подвоями СК-3 и СК-1 в соцветиях закладывается больше на 0,1-0,2 зачаточных цветка, чем на подвоях М9, М2. Побеги третьего морфофизиологического типа (П3) наиболее потенциально продуктивны - у сорта Корей они закладывают в среднем 5,4 цветка, у сорта Айдоред - 5,6 цветков. Самое низкое количество цветков сформировали побеги П4: у сорта Айдоред - 4,1 цветка, у сорта Корей - 3,7 цветка.

Таблица 3

Количество цветков в соцветии у сортов Айдоред и Корей на VIII этапе органогенеза (1993-1997г.)

Тип побега	Подвой	Количество цветков в соцветии; шт	
		Айдоред	Корей
П1	СК-3	5,3	4,8
	М9	5,2	4,7
	СК-1	5,3	5,0
	М2	5,4	4,6
в среднем		5,3	4,8
П2	СК-3	5,8	4,8
	М9	5,6	4,8
	СК-1	5,6	4,9
	М2	5,5	4,4
в среднем		5,6	4,7
П3	СК-3	5,7	5,4
	М9	5,6	5,4
	СК-1	5,7	5,5
	М2	5,4	5,4
в среднем		5,6	5,4
П4	СК-3	4,0	3,7
	М9	3,5	3,6
	СК-1	4,4	3,9
	М2	4,4	3,7
в среднем		4,1	3,7
в среднем по всем типам побегов	-	5,2	4,7

Исходя из результатов исследования установлено, что на морфофизиологическую структуру генеративного потенциала наибольшее воздействие оказал тип орга-

ногенеза побегов (доля влияния фактора 32%) и сорт (доля влияния фактора 9%). В обобщённом виде структура генеративного потенциала сортов Айдоред и Корей представлена на рисунке 4.

Из представленных данных видно, что у сорта Корей преобладающая часть цветков (45%) формируется на побегах П1 - побегах полного цикла развития. Известно, что плодоношение на побегах полного цикла развития отличается высоким качеством плодов (при нормировке урожая). У сорта Айдоред основная масса цветков развивается на побегах П2 (36%) и П4 (35%) типов органогенеза. Преимущества такого способа плодоношения заключаются в максимальном сохранении завязи при весенних заморозках (латеральные побеги цветут позже остальных), в обеспеченности растения общим числом цветков при недостаточном пчёлоопылении и повреждении цветочных почек в зимний период и т.п.

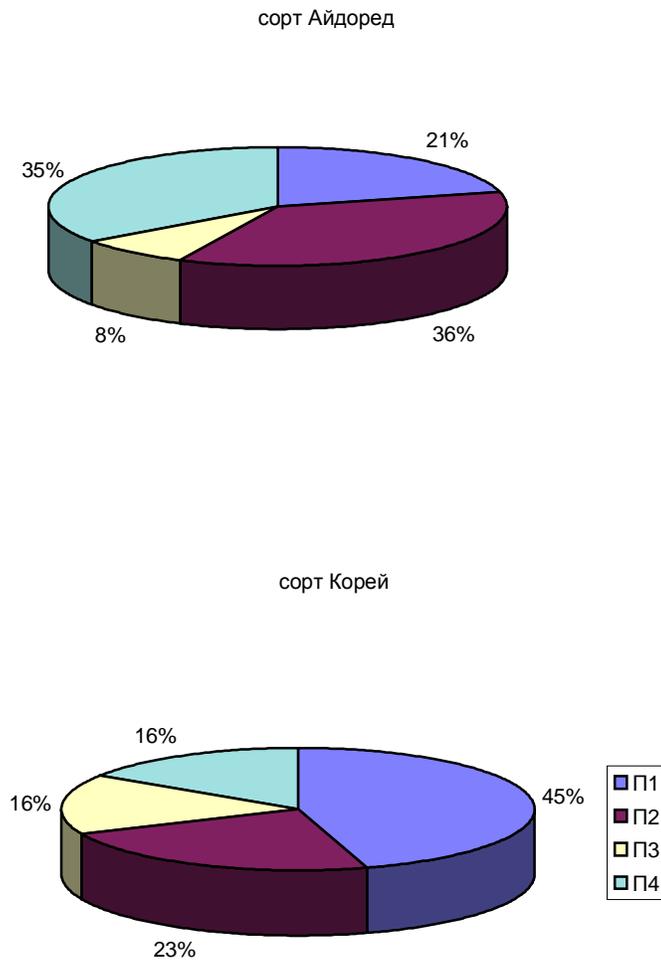


Рисунок 4 - Соотношение долей зачаточных цветков, дифференцированных генеративными побегами типов органогенеза П1, П2, П3, П4 у сортов Айдоред и Корей

Таким образом, у сорта Айдоред в соцветиях дифференцируется цветков в среднем больше (5,2 цветка), чем у сорта Корей (4,7 цветка). Меньшее количество зачаточных

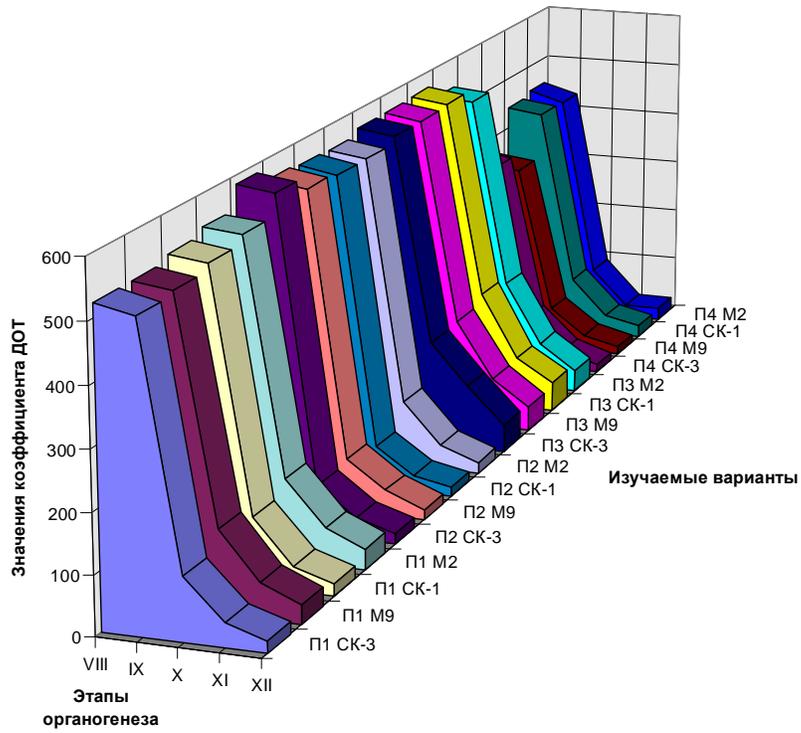
точных цветков в соцветиях у сорта *Корей* определяется более высокими темпами дифференциации генеративных почек этого сорта. У обоих сортов на подвоях СК-3 и СК-1 в соцветиях закладывается больше на 0,1-0,2 зачаточных цветка, чем на подвоях М9, М2. У сорта *Корей* генеративный потенциал складывается из цветков преимущественно на побегах П1 (45%), у сорта *Айдоред* - П2 и П4 (36% и 35%). В целом, морфофизиологическая структура генеративного потенциала определяется типом органогенеза побегов и сортом.

С момента цветения начинается процесс реализации генеративного потенциала в урожай плодов - поэтапный сброс генеративных элементов (бутоны, цветки, завязь, плоды), описанный с помощью коэффициента *ДОТ* (рис. 5). Максимальный размер редукция генеративного потенциала принимает при переходе от цветения (IX этап органогенеза) к завязыванию (X этап органогенеза). В этот период у сорта *Айдоред* сбрасывается побегами П1 - 76% цветков, П2 - 83%, П3 - 65%, П4 - 77%. У сорта *Корей* сбрасывается побегами П1 68% цветков, П2 - 70%, П3 - 57%, П4 - 73%. В целом при переходе от IX к X этапу органогенеза сорт *Корей* (более урожайный) теряет значительно меньше генеративных элементов (цветков), чем сорт *Айдоред*.

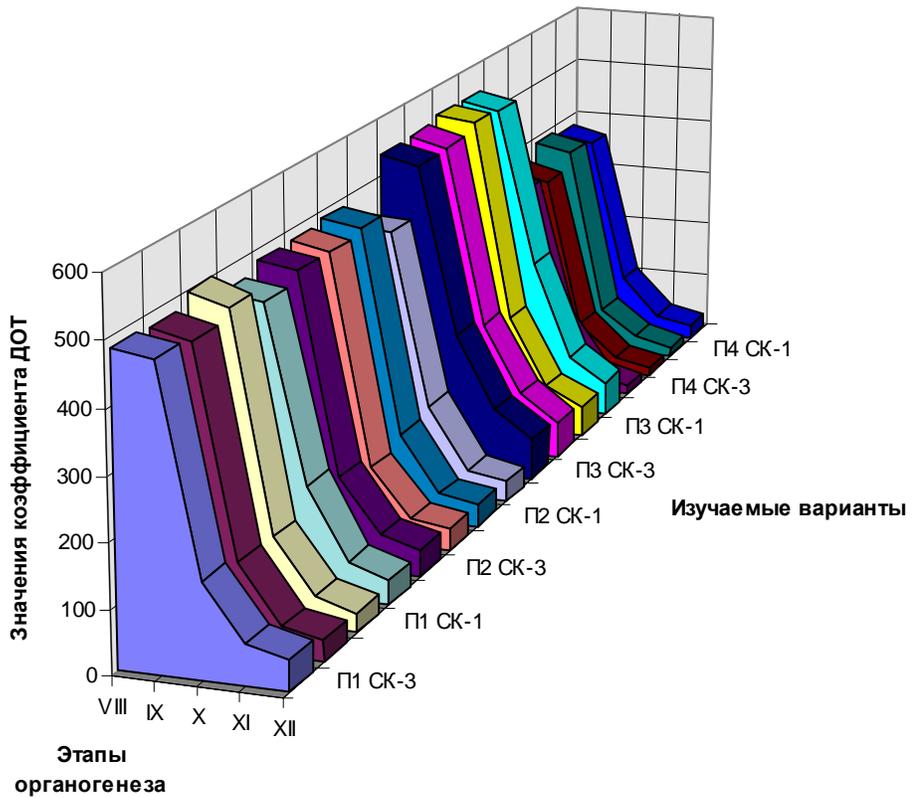
Приняв среднее значение коэффициента *ДОТ* у всех побегов на IX и X этапах органогенеза за нулевую величину, установили, что многие побеги с положительным значением коэффициента *ДОТ* на IX и предыдущих этапах органогенеза после сброса цветков на X этапе органогенеза приобрели отрицательное значение коэффициента *ДОТ*. Побеги с отрицательным значением коэффициента *ДОТ* на IX этапе органогенеза после сброса цветков приобрели положительное значение. Смена значений коэффициента *ДОТ* при редукции генеративных элементов между IX и X этапами органогенеза квалифицированы как «инверсия» (от лат. *inversio* - переворачивание) генеративного потенциала. Установили, что у сорта *Айдоред* редукция потенциала проходит по механизму отрицательной инверсии (рис. 6), у сорта *Корей* - по механизму положительной инверсии (рис. 7).

Известно, что репродуктивная сфера яблони является совокупностью генеративных побегов. Каждый из этих побегов в определённой мере автономен и может рассматриваться как субъективная репродуктивного процесса. При изучении процесса формирования урожайности яблони в таком контексте неизбежно возникает проблема особенностей стратегии семенного размножения (плодоношения) культуры. Генеративные побеги сорта *Айдоред* формируют относительно большой генеративный потенциал к VIII этапу органогенеза. При переходе от цветения к завязыванию (IX - X этапы органогенеза) система сбрасывает большое количество цветков. В результате к моменту созревания на побеге сохраняется относительно небольшое количество плодов. Подобный путь известен как *r*-стратегия размножения (Пианка, 1981).

У сорта *Корей* на VIII этапе органогенеза побеги имеют меньший генеративный потенциал. Но при переходе от цветения к завязыванию они сбрасывают небольшое



а



б

Рисунок 5 - Редукция генеративного потенциала у сортов Айдоред (а) и Корей (б)

количество цветков и выходят на урожай плодов с более высокими конечными показателями. Подобный «экономный» путь размножения описан как *K*-стратегия (Пианка, 1981).

Установили, что механизмом осуществления той или иной стратегии плодоношения у яблони является инверсия генеративного потенциала (у сорта Корей положительная, у сорта Айдоред отрицательная). Высокими результатами реализации потенциала в урожай у сорта Корей отличаются побеги ПЗ (0,59 плодов на генеративный побег), П1 и П2 (0,38 плодов) морфофизиологических типов; у сорта Айдоред - побеги ПЗ (0,46 плодов) и П1 (0,27 плодов) морфофизиологических типов.

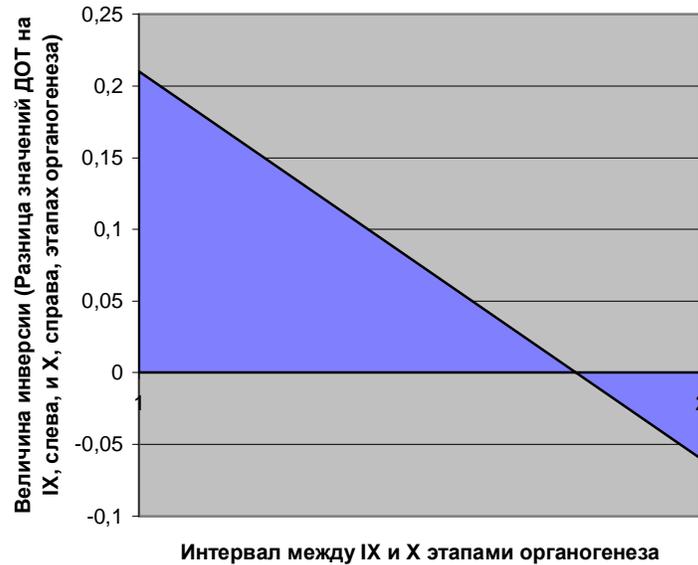


Рисунок 6 - Отрицательная инверсия генеративного потенциала. Сорто-подвойная комбинация Айдоред на СК-3, побеги П2

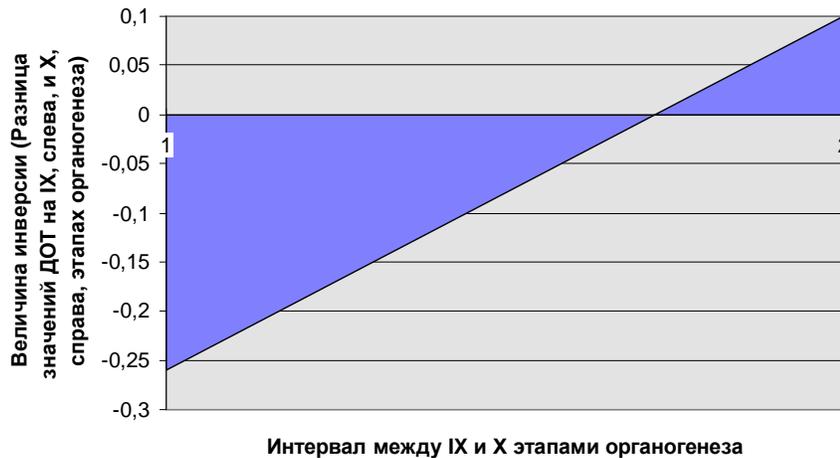


Рисунок 7 - Положительная инверсия генеративного потенциала. Сорто-подвойная комбинация Корей на М2, побеги П2

В целом сорт Корей имеет более высокие показатели в нагрузке генеративных побегов плодами (0,38 плодов), чем сорт Айдоред (0,27 плода).

Таким образом, критическим периодом в реализации генеративного потенциала является переход от цветения (IX этап органогенеза) к завязыванию (X этап). При этом сорт Корей теряет меньше цветков и завязи (К-стратегия плодоношения), чем сорт Айдоред (r-стратегия). Механизмом осуществления той или иной стратегии плодоношения у яблони является инверсия генеративного потенциала. На характер и размер инверсии наибольшее воздействие оказывает морфофизиологический тип органогенеза побегов.

Роль морфофизиологических особенностей и фотосинтетического потенциала листового аппарата генеративных побегов в сохранении завязи и плодов. В ходе исследований установлено, что, в условиях исключаящих аддитивность, на количество сохранившейся в соцветии завязи (X-й этап органогенеза) оказывает влияние и является определяющим фактором площадь листьев под соцветием (доля влияния 45%). В дальнейшем развитии генеративного побега на количество плодов оказывает влияние величина площади листьев побегов замещения (доля влияния 49%). Установлено, что на размер самого листового аппарата под соцветием оказывают влияние биология сорта, подвоя, морфофизиология побега, нагрузка побега урожаем. Однако степень воздействия этих факторов различается. Наибольшее влияние на величину листьев под соцветием оказывает морфофизиологический тип генеративного побега (доля влияния фактора 64%), а также нагрузка побегов урожаем (доля влияния 20%).

Площадь листового аппарата побегов замещения зависит от сорта и подвоя, морфофизиологии генеративных побегов, нагрузки побегов урожаем. Наиболее выражено влияние морфофизиологии генеративных побегов - доля влияния фактора составила 49,1%. Воздействие биологии сорта выражено намного слабее (7%). Таким образом, листовой аппарат генеративных побегов (листья под соцветием и листья побегов замещения) в результативности завязывания и сохранения плодов имеет определяющий характер. Величина листового аппарата (под соцветием и побегов замещения), в первую очередь определяется морфофизиологией побега. На величину листового аппарата генеративных побегов достоверно влияет нагрузка побегов урожаем, сортовые особенности и воздействие подвоя.

Известно, что результативность работы листового аппарата определяется не только его размером, но и фотосинтетической активностью. Результаты измерения фотосинтетического потенциала как характеристики биологической продуктивности листьев с генеративных побегов различных морфофизиологических типов представлены в таблице 4.

Установлено, что у побегов первого морфофизиологического типа существует незначительное преимущество над побегами других морфофизиологических типов (П2, П3, П4) по всем изучаемым параметрам фотосинтетического потенциала, кроме качественного коэффициента К (табл. 4). Однако, как показал дисперсионный анализ, между генеративными побегами морфофизиологических типов П1 и П2, П3, П4 существенных различий нет по всем параметрам фотосинтетического потенциала: количест-

ву РЦ ФС-I x 10¹⁴ на 1см² площади листа (F факт. 0,81 < F теор. 3,90), количеству РЦ ФС-II x 10¹⁴ на 1см² площади листа (F факт. 1,27 < F теор. 3,90), отношению сигнала ЭПР-II к ЭПР-I - коэф. К (F факт. 2,55 < F теор. 3,90), по содержанию хлорофилла *a* (F факт. 1,24 < F теор. 3,90), хлорофилла *b* (F факт. 1,0 < F теор. 3,90), и суммы каротиноидов на 1дм² площади листа (F факт. 1,34 < F теор. 3,90).

Таблица 4 - Результаты ЭПР-спектроскопии листьев с различных морфофизиологических типов генеративных побегов яблони сорто-подвойной комбинации Корей на М9 (средние по выборкам)

Морфо-физиол. тип генеративного побега	Кол-во РЦ ФС-I x 10 ¹⁴ на 1см ² площади листа	Кол-во РЦ ФС-II x 10 ¹⁴ на 1см ² площади листа	Отношение сигнала ЭПР-II к ЭПР-I (коэф. К)	Хлорофилл <i>a</i> мг/дм ² площади листа	Хлорофилл <i>b</i> мг/дм ² площади листа	Сумма каротиноидов мг/дм ² площади листа
П1	33,40	39,05	1,16	2,96	0,96	1,41
П2	30,72	36,92	1,20	2,83	0,88	1,31
П3	31,02	33,81	1,09	2,82	0,86	1,33
П4	30,74	35,89	1,17	2,87	0,84	1,35

Пришли к выводу, что фотосинтетический потенциал листьев генеративных побегов различных морфофизиологических типов практически одинаков.

Результаты измерения фотосинтетического потенциала сорто-подвойных комбинаций яблони различной силы роста (сорт Корей на подвоях СК-3, М9 - слаборослых, СК-1, М2 – среднерослых) представлены в таблице 5.

Установлено, что увеличение силы роста сорто-подвойных комбинаций сопровождается ростом всех параметров фотосинтетического потенциала: увеличивается количество реакционных центров ФС-I, количество реакционных центров ФС-II, отношение сигнала ЭПР-II к ЭПР-I (коэффициент К), содержание суммарных каротиноидов, содержание хлорофилла *a* и хлорофилла *b* (табл. 5). Дисперсионный анализ показал, что различия между подвоями по количеству РЦ ФС-I, количеству РЦ ФС-II, сумме каротиноидов, содержанию хлорофилла *a*, содержанию хлорофилла *b* достоверны на 5% уровне значимости.

Изучены изменения величины фотосинтетического потенциала листьев яблони в онтогенезе на тридцатидневном отрезке (от X к XI этапу органогенеза). Достоверным ($p < 0,05$) является снижение количества РЦ ФС-II на единицу площади листа, снижение коэффициента К, снижение содержания на единицу площади листа хлорофилла *b* (рис. 8 и 9).

Полученные результаты показывают, что фотосинтетический потенциал листьев генеративных побегов яблони снижается от X к XI этапу органогенеза.

Таблица 5 - Результаты ЭПР-спектроскопии листьев под соцветием и листьев побегов замещения сорта Корей на подвоях различной силы роста (средние по выборкам)

Подвой	Расположение листьев (К, Пз)*	Кол-во РЦ ФС-Ix10 ¹⁴ на 1см ² площади листа	Кол-во РЦ ФС-IIx10 ¹⁴ на 1см ² площади листа	Отношение сигнала ЭПР-II к ЭПР-I (коэффиц. К)	Хлорофилл а мг/дм ² площади листа	Хлорофилл в мг/дм ² площ. листа	Сумма каротиноидов мг/дм ² пл. листа
СК-3	К	28,92	33,52	1,16	2,58	0,72	1,26
	Пз	28,14	30,80	1,09	2,52	0,69	1,15
М9	К	27,83	31,42	1,13	2,48	0,73	1,08
	Пз	28,81	33,18	1,16	2,65	0,72	1,20
в среднем		28,42	32,23	1,14	2,56	0,71	1,17
СК-1	К	31,16	36,69	1,18	2,81	0,87	1,28
	Пз	28,08	30,76	1,09	2,54	0,71	1,24
М2	К	34,46	41,26	1,20	3,00	0,93	1,35
	Пз	30,99	35,38	1,19	2,67	0,80	1,26
в среднем		31,17	36,02	1,17	2,76	0,83	1,28

*Примечание - расположение листьев: К - под соцветием, Пз - на побеге замещения

Таким образом, в условиях, исключающих аддитивность, на сохранение завязи существенно влияет размер листового аппарата плодоносящих побегов, на сохранение плодов - размер листового аппарата побегов замещения (доля влияния факторов 45% и 49% соответственно).

На размер самого листового аппарата плодоносящих побегов и побегов замещения существенно влияет их морфофизиологическая организация (64%). Влияние нагрузки побегов урожаем, влияние сорта и подвоя достоверны, но менее значимы.

Между генеративными побегами различных морфофизиологических типов (П1, П2, П3, П4) по фотосинтетической активности единицы поверхности листа существенных различий нет.

От X к XI этапу органогенеза фотосинтетический потенциал листьев генеративных побегов яблони снижается.

Фотосинтетический потенциал единицы поверхности листа у среднерослых сортоподвойных комбинаций яблони выше, чем у слаборослых.

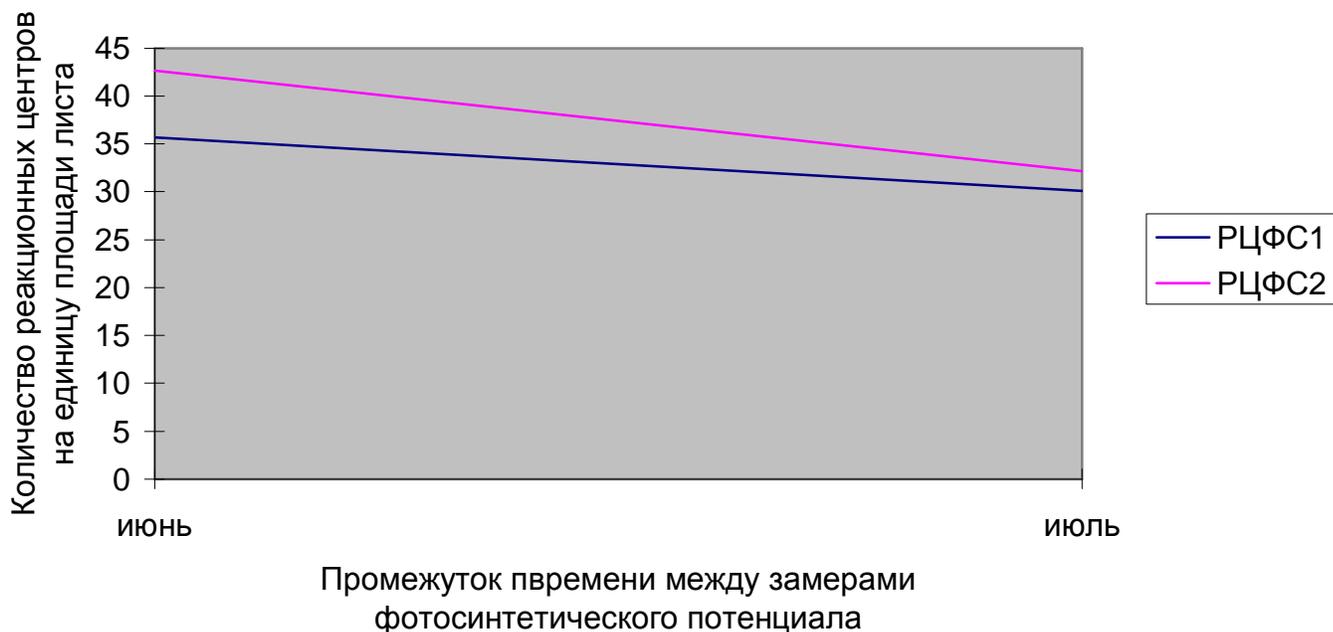


Рисунок 8 - Динамика содержания реакционных центров фотосистемы I, фотосистемы II в интервале от X этапа органогенеза (завязь) к XI этапу (молодые плоды)

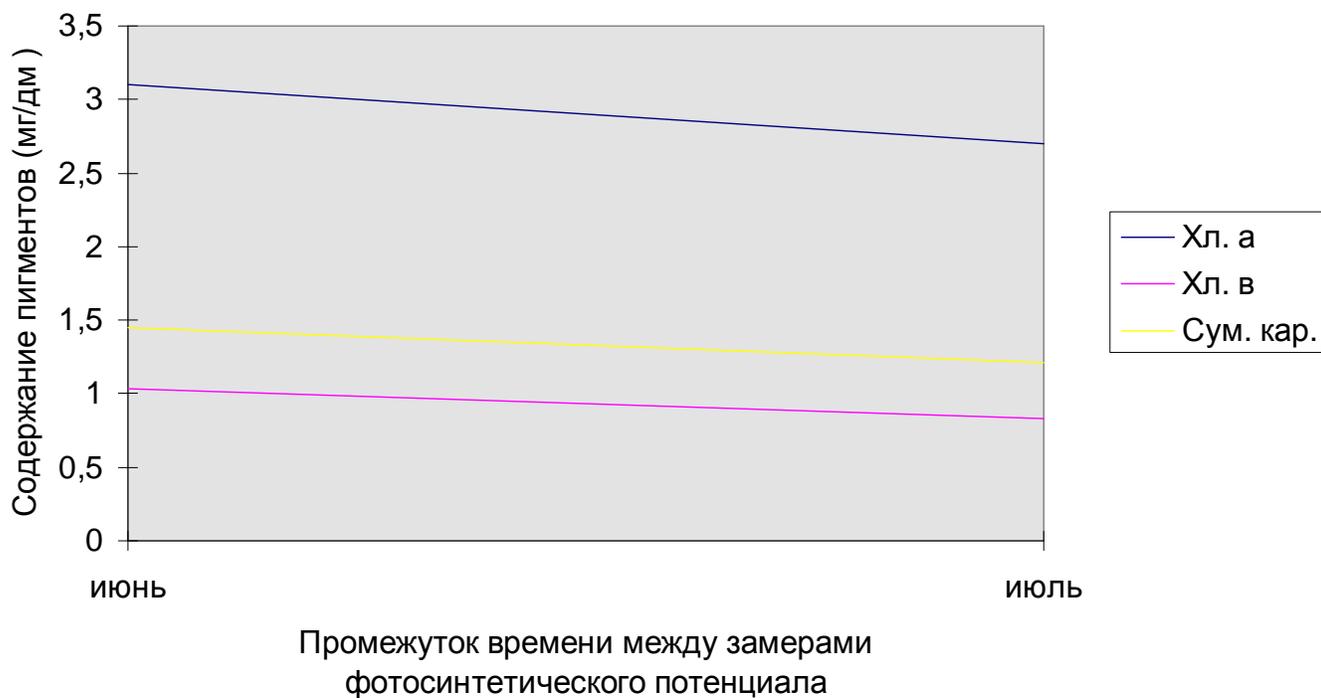


Рисунок 9 - Динамика содержания пигментов на единицу площади листа в интервале от X этапа органогенеза (завязь) к XI этапу (молодые плоды)

Экономическая эффективность. С целью повышения экономической эффективности производства плодов яблони с помощью морфофизиологического анализа формирования урожайности следует ещё до закладки насаждения в сортимент будущего сада включить сорта и сорто-подвойные комбинации с экономным характером формирования и реализации генеративного потенциала. В результате, деревья такого сада с наступлением плодоношения более экономно расходуют ассимиляты на дифференциацию генеративных почек и цветение, больше сохраняют плодов. Оптимально нагруженные деревья меньше подвержены периодичности плодоношения, истощению, заболеваниям, более устойчивы к неблагоприятным факторам внешней среды. Средняя урожайность таких сорто-подвойных комбинаций выше, чем у сортоподвойных комбинаций с затратным механизмом формирования и реализации урожайности.

В существующих плодоносящих насаждениях для достижения эффекта экономной стратегии формирования и реализации урожайности применяется оперативная коррекция морфофизиологической структуры урожайности: с помощью зелёных операций и обрезки плодоношение переводится на побеги первого морфофизиологического типа, как наиболее урожайные, оставляя на дереве оптимальное их количество (чтобы не допустить перегрузки).

Дополнительная прибыль (в расчёте на 1 га), полученная в результате прироста урожайности в экспериментальном насаждении яблони, где проведен комплекс мероприятий на основе морфофизиологического анализа урожайности составила (в ценах 2006 г.) 3940 руб/га (таблица 6).

Таблица 6 - Определение величины дополнительной прибыли в результате роста урожайности, достигнутого путём применения системы уходовых мероприятий на основе морфофизиологического анализа продукционного процесса

<i>Определяемый показатель</i>	<i>Формула</i>	<i>Содержание</i>
Определение прироста урожайности	$\Delta Y = Y_1 - Y_0$,	235 ц/га - 224 ц/га = 11 ц/га
урожайность проектная	Y_1	235 ц/га
урожайность до осуществления мероприятий	Y_0	224 ц/га
Определение прироста выручки от реализации продукции	$\Delta B = P_1 \times (Y_1 - Y_0)$	790 р/ц x 11 ц/га = 8690р/га
цена от реализации 1 ц продукции	P_1	790 р/ц
Определение изменения себестоимости продукции (С):	-	-
А) за счёт сокращения условно-постоянных расходов на единицу продукции	$\Delta C_{\text{упр}} = (\text{УПР} \times Y_0 / Y_1 - \text{УПР} \times Y_0 / Y_0) \times \Delta Y$	1. (154 р/ц x 224 ц/га : 235 ц/га) - (154 р/ц x 224 ц/га : 224 ц/га) = - 7,2

		р/га 2. - 7,2 р/га x 11 ц/га = - 79 р/га
где УПР - условно постоянные расходы	УПР	154 р/ц
Б) за счёт роста урожайности	$\Delta C_y = C \times (Y_1 - Y_0)$	439 р/ц x 11 ц/га = 4829р/га
себестоимость единицы продукции до мероприятия	С	439 р/ц
В) Общее изменение себестоимости	$\Delta C = \Delta C_{\text{упр}} + \Delta C_y$	- 79 р/га + 4829 р/га = 4750р/га
Определение величины дополнительной прибыли	$\Delta \Pi = \Delta B - \Delta C$	8690 р/га - 4750 р/га = 3940р/га

ВЫВОДЫ

1. Получены новые знания по стратегии плодоношения и механизмах её осуществления у различающихся по урожайности сорто-подвойных комбинаций яблони. Основной отличительной особенностью морфофизиологии более урожайного сорта Корей является высокий (0,38 плодов) уровень реализации потенциала в урожай плодов при относительно небольшом генеративном потенциале (4,7 цветка в соцветии), что соответствует К-стратегии плодоношения. Меньшее количество зачаточных цветков в соцветиях у сорта Корей определяется более высокими темпами дифференциации генеративных почек этого сорта. У менее урожайного сорта Айдоред формируется большой генеративный потенциал (в среднем 5,2 цветка в соцветии), но, вследствие более интенсивного сброса цветков и завязи на IX-X этапах органогенеза, происходит низкая (0,27 плода) реализация потенциала в урожай плодов - г-стратегия плодоношения. Механизм осуществления К-стратегии - положительная инверсия генеративного потенциала, г-стратегии - отрицательная инверсия генеративного потенциала. На подвоях СК-3 и СК-1 опытные сорта закладывают более высокий (на 0,1-0,2 зачаточных цветка) генеративный потенциал (III-V этапы органогенеза).

2. Установлены различия структуры генеративного потенциала разных по урожайности сортов яблони. У сорта Корей генеративный потенциал складывается из цветков преимущественно на побегах первого морфофизиологического типа П1 (45%), плодоношение на которых отличается высоким качеством плодов. У сорта Айдоред - на побегах П2 (36%) и П4 (35%), что способствует сохранению завязи при весенних заморозках, обеспечивает растение общим числом цветков при недостаточном пчелоопылении, повреждении цветочных почек в зимний период и т.п. Соотношение зачаточных цветков, дифференцированных генеративными побегами различных типов органогенеза, есть морфофизиологическая структура генеративного потенциала яблони. На морфофизиологическую структуру генеративного потенциала наибольшее влияние оказывает тип органогенеза побегов (доля влияния 32%).

3. Выделен новый тип органогенеза побегов (П3) – это побеги терминальные, трёх-летнего цикла развития, переходящие к цветению, минуя фазу внепочечного роста; отличаются от известного типа побегов трёхлетнего цикла развития, переходящих к

цветению, минуя фазу внепочечного роста (П4), размещающихся на материнской древесине латерально. Всего у яблони выделили четыре основных типа органогенеза генеративных побегов (П1, П2, П3, П4).

4. Выявлены особенности дифференциации генеративных почек на побегах разного типа органогенеза – побеги второго морфофизиологического типа (П2) опережают в генеративном развитии, последовательно, побеги первого (П1), третьего (П3) и четвертого (П4) типов, различия в каждой ступени составили от одного до полутора месяцев. Установили, что морфофизиологический тип органогенеза побегов существенно (48%) влияет на дифференциацию генеративных почек, усиливая разнокачественность (различия в степени развития) цветков в соцветии и повышая адаптационный потенциал плодоношения.

5. Выявлен критический период в реализации потенциала урожайности - IX-X этапы органогенеза (редукция цветков и завязывание).

6. Изучен фотосинтетический потенциал листьев побегов разных морфофизиологических типов. Установлено, что между генеративными побегами морфофизиологических типов П1, П2, П3, П4 по фотосинтетической активности единицы площади зелёного листа существенных различий нет. От X к XI этапу органогенеза фотосинтетический потенциал листьев генеративных побегов яблони снижается. Фотосинтетический потенциал единицы поверхности листа у среднерослых сортоподвойных комбинаций яблони выше, чем у слаборослых.

7. Установлена роль листьев под соцветием и листьев побегов замещения в сохранении завязи и плодов: на сохранение завязи, в условиях, исключающих аддитивность, существенно влияет размер листового аппарата плодоносящих побегов (45%), на сохранение плодов - размер листового аппарата побегов замещения (49%). На размер самого листового аппарата плодоносящих побегов и побегов замещения существенно влияет их морфофизиологическая организация (64%).

8. На основании полученных результатов пришли к выводу, что морфофизиологическая организация генеративного побегообразования является самостоятельным феноменом продукционных процессов у яблони и одним из факторов в их регуляции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В практике плодоводства шире использовать генотипы яблони с механизмом «экономного» плодообразования, сочетающего относительно небольшой генеративный потенциал и высокий уровень реализации потенциала в урожай плодов, в частности, сорт Корей. Изучить другие сорта по признаку «экономного» плодообразования.

2. Выделить и использовать для закладки производственных насаждений сорта и сорто-подвойные комбинации с «экономной» стратегией плодообразования.

3. В питомниководческой практике использовать сорта и сорто-подвойные комбинации с большой долей в структуре генеративного побегообразования побегов первого морфофизиологического типа органогенеза (П1), как следствие, имеющие высокую урожайность по среднемноголетним данным.

4. В питомниководстве шире использовать высокоурожайный подвой яблони СК-3.

5. Для оценки фотосинтетического потенциала яблони при производстве агрономических изысканий и в сортоизучении использовать метод ЭПР-спектроскопии, сочетающий мобильность и репрезентативность в отборе образцов и высокую точность при обработке образцов на стационарном оборудовании.
6. В агрономической практике шире использовать метод морфофизиологического анализа с целью оценки эффективности выполненных агротехнических работ и прогноза урожайности яблони.
7. По выделенным сортам (например, Корей) и фазам развития (IX-X этапы органогенеза) разработать метеорологические критерии активности t , пороги t с целью отыскания наиболее комфортных регионов и микрорайонов для наиболее благоприятного протекания продукционного процесса.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Бунцевич Л.Л. Реализация генеративного потенциала яблони домашней/ Л.Л. Бунцевич// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - М., 2006. - №4. - С. 62-64.
2. Бунцевич Л.Л. Формирование генеративного потенциала яблони домашней/ Л. Л. Бунцевич// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - М., 2004. - №6. - С. 53-56.
3. Бунцевич Л.Л. Морфофизиологический анализ формирования урожайности яблони// Критерии прецизионности технологий садоводства и виноградарства – Краснодар, 2007. – С. 78-83.
4. Бунцевич Л.Л. Разработка критериальных диагностических параметров обеспеченности плодовых культур питательными элементами (на примере яблони)/ Н.Н. Сергеева, Л.Л. Бунцевич// Вклад фундаментальных исследований в развитие современной инновационной экономики Краснодарского края. – Краснодар, 2007. – С. 175-176.
5. Бунцевич Л.Л. Фундаментальные исследования морфогенеза яблони как основа прецизионного управления продукционным процессом культуры// Методологические аспекты создания прецизионных технологий возделывания плодовых культур и винограда. Краснодар, 2006. - Т. 1. - С. 219-222.
6. Бунцевич Л.Л. ЭПР-спектроскопия в изучении особенностей фотосинтеза различных сорто-подвойных комбинаций яблони// Селекционно-генетическое совершенствование породно-сортового состава садовых культур на Северном Кавказе. Краснодар, 2005. - С. 115-123.
7. Бунцевич Л.Л. Влияние ростовой детерминации и сортовых особенностей на биологическую продуктивность яблони/ Основ. итоги науч. исследований. СКЗНИИСиВ// Краснодар, 2005. - С. 25-29.
8. Бунцевич Л.Л. Инверсия генеративного потенциала яблони как элемент информационной базы в системе формирования и воспитания урожая/ Л. Л. Бунцевич// Оптимизация породно-сортового состава и систем возделывания плодовых культур: сб. науч. тр./ СКЗНИИ садоводства и виноградарства. - Краснодар, 2003. - С. 268-275.

9. Бунцевич Л.Л. Морфофизиология урожайности яблони как основа биоинтенсификации культуры/ Л.Л. Бунцевич// Новации и эффективность производственных процессов в плодоводстве: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. - Краснодар, 2005. Т 1. - С. 51-67.
10. Бунцевич Л.Л. Стратегия в редукации генеративного потенциала яблони домашней/Л.Л. Бунцевич// Организационно-экономический механизм инновационного процесса и приоритетные проблемы научного обеспечения развития отрасли: сб. материалов науч.-практ. конф. - Краснодар, 2003. - С. 169-171.
11. Бунцевич Л.Л. Реализация генеративного потенциала (VIII-XII этапы органогенеза) побегами различных морфофизиологических типов у яблони/Л.Л. Бунцевич// Организационно-экономический механизм инновационного процесса и приоритетные проблемы научного обеспечения развития отрасли: сб. материалов науч.-практ. конф. - Краснодар, 2003. - С. 171-174.
12. Бунцевич Л.Л. Новое в классификации морфофизиологических типов генеративных побегов яблони/ Л. Л. Бунцевич, И. С. Исаева// Методика опытного дела и методические рекомендации Северо-Кавказского зон. НИИ садоводства и виноградарства. - Краснодар, 2002. - С. 109-112.
13. Бунцевич Л.Л. Усовершенствование методики изучения генеративного потенциала яблони/ Л. Л. Бунцевич, И.С. Исаева// Методика опытного дела и методические рекомендации Северо-Кавказского зон. НИИ садоводства и виноградарства. – Краснодар, 2002. - С. 104-108.
14. Бунцевич Л.Л. Изучение структуры генеративного потенциала яблони/ Л.Л. Бунцевич// Пути интенсификации и кооперации в селекции садовых культур и винограда. – Краснодар, 2002. – С. 44-47.
15. Бунцевич Л.Л., Исаева И.С. К вопросу об идентификации морфофизиологических типов у генеративных побегов яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.)// Сев.-Кав. зон. НИИ сад-ва и вин-ва - Краснодар, 2002 - 8 с. ил. Библ.: 2 назв.- Рус.-Деп. в ВИНИТИ 11.06.2002, №1073 - В 2002.
16. Бунцевич Л.Л., Исаева И.С. Методические особенности и некоторые результаты изучения генеративного потенциала яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.)// Сев.-Кав. зон. НИИ сад-ва и вин-ва - Краснодар, 2002 - 13 с. ил. Библ.: 2 назв.- Рус.-Деп. в ВИНИТИ 11.06.2002, №1072 - В 2002.
17. Бунцевич Л.Л. Новые подходы к изучению генеративного потенциала яблони/ Л.Л. Бунцевич// Садоводство и виноградарство 21 века: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. - Краснодар, 1999. Т 3. - С. 38.
18. Бунцевич Л.Л. Оптимальные условия опыления цветков некоторых сортов яблони/ И. С. Исаева, Е. Г. Пономарева, Р. В. Сергеева, Т. А. Стефанова, Л. Л. Бунцевич// Использование пчёл для опыления сельскохозяйственных культур. - М.: Колос, 1983. - С. 147-149.