

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ БЕЗВИРУСНЫХ ПРИВОЙНО-ПОДВОЙНЫХ КОМБИНАЦИЙ ЯБЛОНИ СОРТА АПОРТ НА ФОРМАХ *M. SIEVERSII*

Долгих С.Г., канд. биол. наук

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоощеводства»
(Алматы, Казахстан)

Исин М.М., д-р биол. наук, Солтанбеков С.С.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт
защиты и карантина растений»
(Алматы, Казахстан)

Реферат. Представлены результаты физиологических исследований роста и развития форм Апорта, размноженного *in vitro* и привитого на отобранные по профилю ДНК 11 форм семенного подвоя *M. Sieversii* в саду. Выявлены адаптационные коэффициенты на основе изучения осмотического и водного гомеостазов, обуславливающие устойчивость привойно-подвойных комбинаций Апорта к стрессовым воздействиям. Выделены комбинации, обладающие устойчивостью к засухе, жаре и высоким потенциалом продуктивности.

Ключевые слова: саженцы Апорта, размножение *in vitro*, подвой *M. Sieversii*, физиология, схема посадки

Summary. It is presented the results of physiological research of growth and development of Aport forms propagated *in vitro* and grafted on 11 forms of *M. Sieversii* seed rootstock selected on DNA profile. On the basis of studying an osmotic and water homeostasis the adaptation coefficients defining stability the Aport scion-rootstock combinations to stressful influences are revealed. The combinations having resistance to a drought, a heat and high potential of productivity are allocated.

Key words: Aport saplings, propagation *in vitro*, *M. Sieversii* rootstock, physiology, scheme of planting

Введение. При решении вопроса восстановления былого качества Апорта в первую очередь встает проблема его освобождения от вирусной инфекции, которая значительно снижает качество плодов и адаптивной системы садоводства, направленной на эффективное использование биологического потенциала сорта. По мнению В.И. Кашина, «потенциал зоны возделывания садов – один из главных блоков, лежащих в основе всей пирамиды адаптивности, а биологические ресурсы сортов – вершина этой пирамиды» [1].

В последнее время в Казахстане площади садов яблони сорта Апорт резко сократились, и чтобы сохранить сорт Апорт с высоким качеством плодов, в Помологическом саду Казахского научно-исследовательского института плодовоощевод-

ства проводят сортоулучшающий отбор по показателям: величина, форма и окраска плода, вкус, урожайность, периодичность плодоношения и скороплодность [2]. Отобранные формы Апорта оздоравливают от вирусной и микоплазменной инфекций методами термотерапии, химиотерапии и культуры апикальных меристем [3].

Помимо качества посадочного материала Апорт очень требователен к условиям произрастания. Благоприятное сочетание тепла, света, плодородных почв и влаги создает условия для развития всех лучших качеств этого сорта. Наиболее благоприятные условия внешней среды для Апорта – высоты, лежащие между 950-1250 м над уровнем моря, что является его экологическим оптимумом [4]. Апорт очень требователен к обеспечению водой, до 7-8 поливов за вегетацию и при ее недостатке заметно ослабляется рост, облиственность, деревья сильно страдают от ожогов, что в целом резко снижает плодоношение. Водное голодание не только снижает засухоустойчивость, но и зимостойкость, что может привести к преждевременной гибели садов Апорта.

Известно, что адаптация организма к условиям окружающей среды зависит от координации физиологических процессов, обеспечивающих его стабильность в определенных условиях среды. Любой вид адаптации создается на основе механизмов гомеостаза, которые направлены на устранение действия стресс-факторов [5]. Гомеостаз – это способность биологических систем устанавливать оптимальные отношения с внешней средой, направленные на их сохранение. Доказано, что физиологические показатели гомеостатичности объективно оценивают адаптивный потенциал растений.

Изучение механизмов адаптивности, определение физиологических критериев, характеризующих адаптационный потенциал различных привойно-подвойных комбинаций Апорта, позволяет определить влияние подвоя на формирование этой устойчивости и выделить формы яблони Северса для реализации в полной мере богатого потенциала сорта Апорт.

Целью исследований было изучить способы увеличения регенерационных процессов в культуре тканей яблони сорта Апорт с сохранением генетически стабильного материала, изучить потенциал продуктивности и адаптационные механизмы устойчивости Апорта в комбинациях с отобранными формами яблони Северса к абиотическим факторам летнего периода, выделить перспективные привойно-подвойные комбинации.

Объекты и методы исследований. Изучались привойно-подвойные комбинации оздоровленных и размноженных в культуре тканей отобранных форм Апорта и рядового Апорта, привитых на 11 формах яблони Северса в условиях экспериментального сада, заложенного в 2015 году на двух схемах посадки 6x8 м и 8x10 м на площади 5 га.

Введение в культуру тканей апикальных меристем и культивирование эксплантов проводилось на модифицированной питательной среде Мурасиге-Скуга по лабораторному регламенту микроклонального размножения Апорта [3]. Молекулярно-генетическая оценка проводилась методом ПЦР с использованием ISSR маркеров по протоколам Российской фирмы «Биоком» [6, 7]. Фотографии агарозных гелей анализировали в программе Cross Checker 2,91 с составлением бинарных матриц присут-

ствия /отсутствия фрагментов одинаковой длины [8]. Изучение физиологических показателей проводилось по методике, принятой в физиологии растений [9].

Обсуждение результатов. Перед введением в культуру тканей апексы Апорта стерилизовались с помощью триклозана в составе мыла и активного хлора в составе гипохлорита натрия, что обеспечило в среднем на 90 % освобождение от сапрофитной инфекции.

Для устранения системной бактериальной инфекции использовали антибактериальный препарат широкого спектра действия Sulfamethoxazolium + Trimethoprim в соотношении 50:1, который вводился в стерильную воду, и растительная ткань перед введением в культуру тканей промывалась этим раствором. Установлено, что такая обработка увеличивала выход стерильных эксплантов до 95 %.

Для снятия фенольного окисления, которым сильно подвержена растительная ткань Апорта в момент вычленения апексов, а также для ускорения регенерационных процессов на этапе регенерации, в питательную среду вводились антиоксиданты: аскорбиновая кислота – 2 мг/л и аминокислота пролин – 1 мг/л. Сочетание обработки холодом (пробирки помещались на 2 недели в холодильник при t 4 °С) с включением аскорбиновой кислоты и пролина в состав питательной среды позволило снизить окисление на 65 % и увеличить регенерацию до 15 %.

На этапе пролиферации изучались различные регуляторы роста. В результате проведенных опытов установлено, что введение в среду гиббереллиновой кислоты ингибирует регенерацию Апорта сразу после введения экспланта в культуру тканей, а содержание 6-бензиламинопурина в концентрации 2,0 мг/л повысило коэффициент размножения на 25 %.

На основании результатов опытов по изучению каллусогенеза Апорта установлено, что чем длиннее период культивирования растений на среде с цитокининами, тем активнее развитие каллуса и слабее образование и регенерация корневых зачатков. При культивировании на среде с содержанием 6-БАП- 2 мг/л в течение 2-6 месяцев каллус при пересадке растений на корневую среду не образуется, и наблюдается максимальное развитие корневых зачатков. Установлено, что наилучшим эффектом корнеобразования у Апорта является ИМК в концентрации 1-2 мг/л. Укорененные растения *in vitro* пересаживались в условия *ex vitro* для адаптации к условиям закрытого грунта.

Получаемые в культуре *in vitro* микрорастения следует рассматривать как кандидаты в исходные растения, поэтому необходимо тестировать их не только на наличие вирусной инфекции, но и проводить проверку на соответствие генотипу и исключения химер с помощью молекулярных маркеров.

При размножении Апорта в культуре тканей был проведен генетический контроль стабильности ДНК. Генотипирование проведено с использованием 5 ISSR олигонуклеотидов – М2, М3, М4, М8, М12.

На рисунке 1 представлены ампликоны ДНК по двум молекулярным маркерам (М2 и М12) 3 форм Апорта маточных растений и полученных в культуре тканей. Установлено, что количество и длина ампликонов микрорастений, полученных *in vitro* соответствует таковым маточных растений, то есть разработанная питательная среда и условия культивирования Апорта *in vitro* исключают изменения на уровне ДНК.

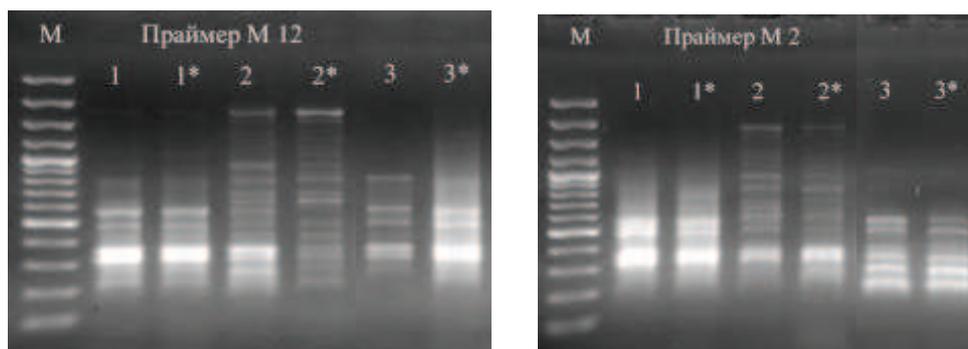


Рис. 1. Электрофореграммы продуктов амплификации фрагментов ДНК Апорта маточных растений и клонированных *in vitro*, полученные с помощью ISSR олигонуклеотидов – М12 и М2
Обозначения: 1,2,3 – маточные растения трех форм Апорта, 1*,2*,3* – растения, полученные *in vitro*

Полученные в культуре тканей растения использовались как корнесобственные маточно-черенковые деревья для получения черенков и прививки почек на семенной подвой (*M Sieversii*). Безвирусные саженцы Апорта высажены в сад, где изучались физиологические особенности их роста и развития в сравнении с рядовыми саженцами.

Показатели роста растений в саду – это видимый результат сложного взаимодействия внутренних факторов (генетических, гормональных, фотосинтеза, водного баланса и т.п.) в конкретных почвенно-климатических условиях. При изучении влияния различных подвоев-форм яблони Сиверса на рост и развитие деревьев Апорта проводилось определение биометрических показателей: диаметр штамба, ширина кроны, площадь листовой поверхности, средняя длина однолетнего побега.

Как видно из таблицы 1 наибольшую окружность штамба имела форма № 5, наименьшая отмечена на форме № 7. Ширина кроны зависит от формы подвоя. По ширине кроны отличаются формы № 5 и № 18, соответственно 1,8 и 1,9 м. Суммарный прирост на протяжении вегетации был также выше на подвое № 5 и № 18 по сравнению с подвоем № 3.

Таблица 1 – Биометрические показатели 11 привойно-подвойных комбинаций Апорта (2017-2019 гг.)

| Вариант | Окружность штамба, см | Ширина кроны, м | Прирост, см | Площадь листовой поверхности, см ² |
|------------|-----------------------|-----------------|-------------|---|
| Форма № 2 | 23,7±1,0 | 1,2±0,2 | 16,3±0,7 | 16,34±0,42 |
| Форма № 3 | 21,8±0,9 | 1,4±0,1 | 15,4±1,6 | 14,63±2,13 |
| Форма № 4 | 21,6±1,1 | 1,5±0,0 | 16,2±0,8 | 15,76±1,0 |
| Форма № 5 | 24,9±2,2 | 1,8±0,3 | 18,0±1,0 | 17,32±0,44 |
| Форма № 6 | 24,6±1,9 | 1,6±0,2 | 17,7±0,3 | 18,89±2,13 |
| Форма № 7 | 21,0±1,7 | 1,3±0,1 | 16,5±0,5 | 16,78±0,02 |
| Форма № 8 | 22,3±0,4 | 1,5±0,1 | 16,9±0,1 | 14,8±1,96 |
| Форма № 9 | 21,8±0,9 | 1,4±0,0 | 17,8±0,8 | 16,78±0,02 |
| Форма № 10 | 21,5±1,2 | 1,3±0,1 | 16,4±0,6 | 14,76±2,0 |
| Форма № 18 | 24,3±1,6 | 1,9±0,5 | 18,3±1,3 | 19,97±3,21 |
| Форма № 1 | 22,7±0,0 | 1,3±0,1 | 17,2±0,2 | 18,32±1,56 |

Усредненные данные по формированию площади листовой поверхности 11 сорто-подвойных комбинаций показали, что наиболее высокими показателями по площади листьев характеризовались формы № 18 и № 6, остальные формы уступали им по площади листьев на протяжении всего вегетационного периода.

В начале вегетации наблюдается высокая оводненность тканей растений, низкая концентрация клеточного сока (ККС), высокая водоудерживающая способность (табл. 2). К середине вегетации оводненность тканей снижается, ККС и водопотеря увеличиваются, что сказывается на устойчивости привойно-подвойных комбинаций к жаре и засухе и в целом на их адаптивности.

Таблица 2 – Показатели водного баланса и экологической устойчивости Апорта в период начала вегетации (2017-2019 гг.)

| Форма подвоя в комбинации с Апортом, схема посадки | ОЛ, % | ВП, % за 1 час | КВУ | КСО | ККС, % | ОЛ/ККС | ГСК | АП | ЭС | КС |
|--|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| *Ф № 5 (8x10) | 65,0/ 56,6 | 19,6/ 28,3 | 3,32/ 2,06 | 0,70/ 0,50 | 17,5/ 21,7 | 3,71/ 2,61 | 0,395/ 0,362 | 0,277/ 0,183 | 1,03/ 0,48 | 0,269/ 0,383 |
| Ф № 6 (8x10) | 64,6/ 56,9 | 17,6/ 22,3 | 3,67/ 3,05 | 0,73/ 0,61 | 17,7/ 21,6 | 3,65/ 2,64 | 0,390/ 0,363 | 0,285/ 0,22 | 1,04/ 0,58 | 0,274/ 0,380 |
| Ф № 18 (8x10) | 64,2/ 55,9 | 18,6/ 32,2 | 3,45/ 1,78 | 0,71/ 0,43 | 17,9/ 22,0 | 3,59/ 2,54 | 0,390/ 0,36 | 0,277/ 0,154 | 0,99/ 0,39 | 0,280/ 0,395 |
| Ф № 18 (6x8) | 67,7/ 59,0 | 14,4/ 30,9 | 4,70/ 3,34 | 0,79/ 0,476 | 16,1/ 20,5 | 4,20/ 2,88 | 0,405/ 0,371 | 0,320/ 0,177 | 1,34/ 0,51 | 0,239/ 0,347 |
| Ф № 5 (6x8) | 67,9/ 56,3 | 19,1/ 27,1 | 3,55/ 2,08 | 0,72/ 0,52 | 16,1/ 21,9 | 4,22/ 2,58 | 0,405/ 0,360 | 0,292/ 0,186 | 1,23/ 0,48 | 0,237/ 0,387 |
| Ф № 6 (6x8) | 62,6/ 51,7 | 14,6/ 39,7 | 4,29/ 1,30 | 0,77/ 0,23 | 18,7/ 24,1 | 3,35/ 2,15 | 0,385/ 0,340 | 0,296/ 0,080 | 0,99/ 0,17 | 0,299/ 0,466 |
| Ф № 1 (6x8) | 64,1/ 56,3 | 13,7/ 22,3 | 4,68/ 2,57 | 0,79/ 0,61 | 17,9/ 21,9 | 3,58/ 2,58 | 0,390/ 0,360 | 0,308/ 0,220 | 1,10/ 0,56 | 0,280/ 0,390 |
| Ф № 2 (6x8) | 63,3/ 61,1 | 14,4/ 22,7 | 4,40/ 2,69 | 0,77/ 0,63 | 18,3/ 19,5 | 3,46/ 3,14 | 0,385/ 0,380 | 0,296/ 0,237 | 1,02/ 0,74 | 0,290/ 0,320 |
| Ф № 3 (6x8) | 61,0/ 56,3 | 15,1/ 23,6 | 4,04/ 2,89 | 0,75/ 0,65 | 19,5/ 21,8 | 3,13/ 2,58 | 0,380/ 0,360 | 0,285/ 0,234 | 0,89/ 0,60 | 0,320/ 0,390 |
| Ф № 4(6x8) | 60,5/ 56,7 | 12,6/ 27,7 | 4,80/ 2,06 | 0,79/ 0,51 | 19,8/ 21,6 | 3,06/ 2,64 | 0,375/ 0,362 | 0,296/ 0,184 | 0,90/ 0,49 | 0,323/ 0,383 |
| Ф № 7 (6x8) | 59,4/ 54,1 | 17,3/ 31,7 | 3,43/ 1,71 | 0,71/ 0,41 | 20,3/ 23,0 | 2,93/ 2,35 | 0,370/ 0,350 | 0,263/ 0,144 | 0,77/ 0,34 | 0,342/ 0,424 |
| Ф № 8 (6x8) | 61,0/ 52,7 | 10,4/ 22,9 | 5,86/ 2,51 | 0,83/ 0,56 | 19,9/ 23,7 | 3,07/ 2,22 | 0,380/ 0,344 | 0,315/ 0,194 | 0,97/ 0,43 | 0,325/ 0,450 |
| Ф № 9 (6x8) | 62,8/ 53,5 | 12,5/ 22,4 | 5,02/ 2,39 | 0,80/ 0,58 | 18,6/ 23,3 | 3,38/ 2,32 | 0,385/ 0,348 | 0,308/ 0,201 | 1,04/ 0,47 | 0,296/ 0,434 |
| Ф № 10 (6x8) | 63,3/ 52,6 | 20,4/ 17,9 | 3,10/ 2,98 | 0,68/ 0,66 | 18,3/ 23,7 | 3,46/ 2,22 | 0,355/ 0,342 | 0,241/ 0,224 | 0,83/ 0,50 | 0,290/ 0,465 |

Сокращения: ОЛ – оводненность листьев, %; ВП – водопотеря за 1 час, %;
 КВУ – коэф. водоудержания; КСО – коэффициент стабильности оводненности;
 ККС – концентрация клеточного сока, %; ОЛ/ККС – показатель продуктивности,
 ОЛ/100-ККС – водный гомеостаз; ГСК – гомеостатический коэффициент,
 АП - адаптивный потенциал, ЭС - экологический статус, КС- коэффициент стресса (АП/ЭС);
 * – в числителе показатели начала вегетации (конец мая),
 в знаменателе – середина вегетации (середина июля)

У форм №№ 5, 18, 9 и 10 были высокими адаптивный, гомеостатический коэффициенты и, в целом, экологический статус в период всей вегетации, что говорит о высокой адаптивности этих привойно-подвойных комбинаций Апорта на яблоне Сиверса. Как показал коэффициент стресса, самая высокая устойчивость к абиотическим факторам среды в процессе вегетации была у привойно-подвойной комбинации с формой яблони Сиверса №№ 5, 18, 6, 9 и 10. Устойчивость этих форм в среднем была на 38 % выше, чем, например, у форм №№ 2, 3, 4, и 7.

Показатель физиологической активности ОЛ/ККС характеризует продуктивность растений, этот коэффициент наибольшее значение имел у привойно-подвойных комбинаций № 5 и № 18, и самый низкий коэффициент был у форм № 4 и № 7.

Работой, проведенной И.Д. Зелепухиным, установлено, что показателем скороплодности растений яблони (с коэффициентом корреляции $r=0,70$) является комплексный показатель – гидратура листа, отражающий возрастные изменения цитоплазмы: чем ниже гидратура листа, тем скороплоднее растение [10].

При изучении гидратуры листьев Апорта на 11 формах яблони Сиверса было установлено, что коэффициент гидратуры варьировал в зависимости от формы яблони Сиверса от 2,1 до 3,4. Согласно данным таблицы 3, самой скороплодной комбинацией Апорта и яблони Сиверса были формы №№ 6, 8, 9, 10. В 2019-2020 гг. эти формы и формы № 5 и 18 вступили в плодоношение, наблюдались единичные плоды.

Таблица 3 – Оценка скороплодности Апорта на разных формах яблони Сиверса по гидратуре листьев (2017-2019 гг.)

| Форма яблони Сиверса в комбинации с Апортом | Схема посадки, м | Оводненность листьев (Ов), % | Концентрация клеточного сока (ККС), % | Гидратура листьев, О/ККС |
|---|------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Ф № 5** | 8x10 | 56,6 | 21,7 | 2,6 |
| Ф № 6** | 8x10 | 56,9 | 21,6 | 2,6 |
| Ф № 18** | 8x10 | 55,9 | 22,0 | 2,5 |
| Ф № 5** | 6x8 | 56,3 | 21,9 | 2,6 |
| Ф № 6** | 6x8 | 51,7 | 24,1 | 2,1 |
| Ф № 18** | 6x8 | 59,0 | 20,5 | 2,9 |
| Ф № 1* | 6x8 | 56,3 | 21,9 | 2,6 |
| Ф № 2* | 6x8 | 61,2 | 19,5 | 3,1 |
| Ф № 3* | 6x8 | 56,3 | 16,8 | 3,4 |
| Ф № 4* | 6x8 | 56,7 | 21,6 | 2,6 |
| Ф № 7* | 6x8 | 54,1 | 22,9 | 2,4 |
| Ф № 8* | 6x8 | 52,7 | 23,7 | 2,2 |
| Ф № 9* | 6x8 | 53,5 | 23,3 | 2,3 |
| Ф № 10* | 6x8 | 52,6 | 23,7 | 2,2 |

Примечание ** – Апорт СЭ; * – Апорт рядовой

Проведен биохимический анализ плодов форм №№ 18, 5, 9, 2, 3, 6. Как видно из таблицы 4, содержание витамина «С» было максимальным на формах яблони Сиверса с Апортом №№ 18 и 9, минимальным – на форме 3. Содержание общего сахара было максимально на формах №№ 18 и 2 при наименьшей кислотности. Процент растворимых сухих веществ различался незначительно.

Таблица 4 – Биохимические показатели качества яблони сорта Апорт на различных формах яблони Сиверса

| Вариант, схема посадки, м | Витамин «С», % | Общий сахар, % | Кислотность, % | Растворимые сухие вещества, % |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|
| № 18 (6x8) | 9,67 ± 1,15 | 10,45 ± 0,98 | 0,65 ± 0,02 | 13,6 ± 0,4 |
| № 5 (8x10) | 8,36 ± 0,16 | 8,50 ± 0,57 | 0,70 ± 0,03 | 12,2 ± 1,0 |
| № 9 (6x8) | 9,80 ± 1,28 | 8,07 ± 1,4 | 0,72 ± 0,05 | 13,0 ± 0,2 |
| № 2 (6x8) | 8,44 ± 0,08 | 10,45 ± 0,98 | 0,65 ± 0,02 | 13,5 ± 0,3 |
| № 3 (6x8) | 6,54 ± 1,98 | 9,61 ± 0,14 | 0,68 ± 0,01 | 13,6 ± 0,4 |
| № 6 (6x8) | 8,36 ± 0,16 | 9,78 ± 0,31 | 0,63 ± 0,04 | 13,2 ± 0,0 |

Известно, что генотипы с высокой удельной поверхностной плотностью листьев характеризуются интенсивным фотосинтезом и урожайностью с коэффициентом корреляции $r=0,71$ [11]. Исследованиями Х.Г. Тооминга [12] установлено, что генотипы с высокой удельной поверхностной плотностью листьев отличаются интенсивным фотосинтезом и имеют высокую коррелятивную связь с продуктивностью растений.

На рисунке 2 представлена диаграмма изменения удельной поверхностной плотности листьев Апорта на различных формах яблони Сиверса в динамике. Из рисунка видно, что высокая УПП, а, следовательно, и потенциальная продуктивность отмечается у форм привойно-подвойных комбинаций №№ 1, 2, 5, 7, 9. У формы № 18 на двух схемах посадки активность фотосинтеза была высокой в период всей вегетации, в отличие от форм №№ 1, 7, 9.

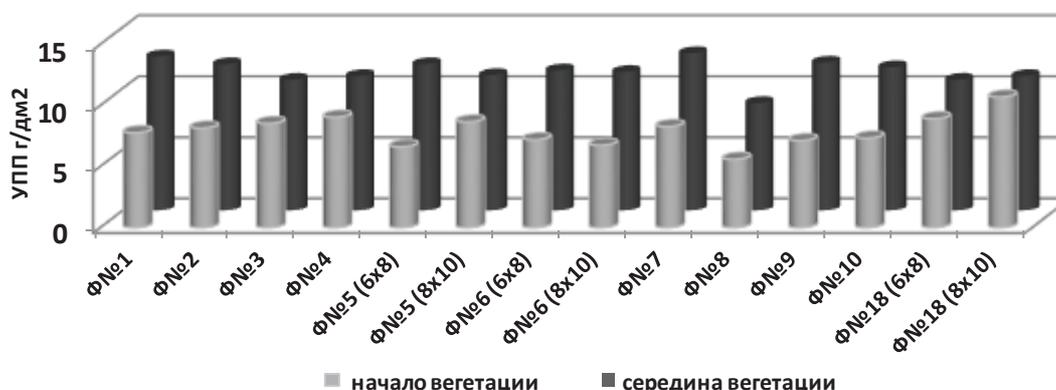
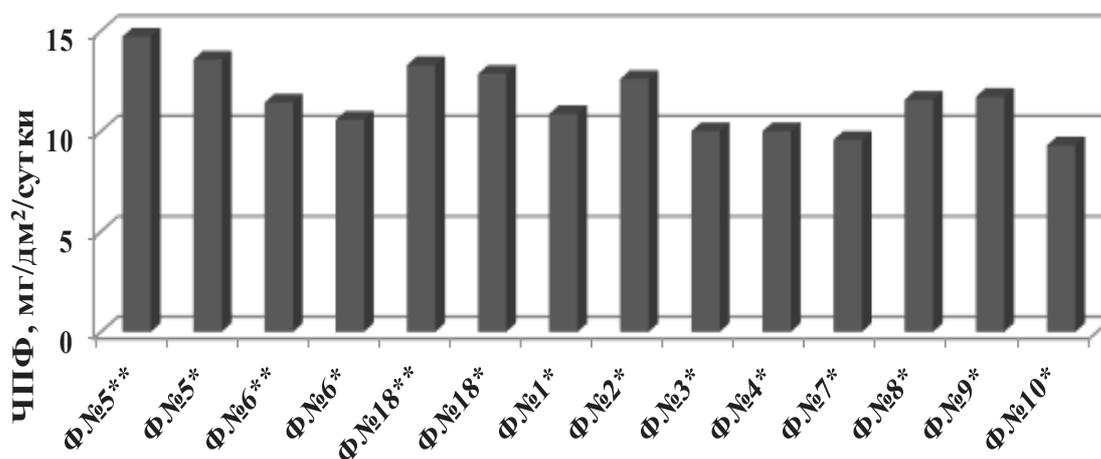


Рис. 2. Динамика изменения УПП Апорта на разных формах яблони Сиверса и схемах посадки

Расчет чистой продуктивности фотосинтеза, показал, что более высокий потенциал продуктивности будет у форм №№ 5, 18, 2, 8 и 9, причем на схеме посадки 8x10 этот показатель выше, чем на схеме 6x8 (рис. 3).



** - схема посадки 8x10; * - схема посадки 6x8

Рис. 3. Чистая продуктивность фотосинтеза растений Апорта в комбинациях с яблоней Северса

В среднем по всем изученным биометрическим и физиологическим показателям как продуктивные, засухоустойчивые и быстро вступающие в плодоношение выделяются формы №№ 18, 5, 9 и 2, зависимость сохраняется в течение 3-х лет.

Выводы. Разработана питательная среда и условия культивирования Апорта *in vitro* и *ex vitro*, исключая появление химер. Проведены учеты ростовых процессов, показателей водного баланса и экологической устойчивости 11-ти сорто-подвойных комбинаций *M. Sieversii* и Апорта при двух схемах посадки (6x8м и 8x10м). По диаметру штамба, высоте, ширине, приросту выделились формы № 5, № 18 и № 6.

Оводненность тканей к середине вегетации снижается, ККС и водопотери увеличиваются, что сказывается на устойчивости привойно-подвойных комбинаций к жаре и засухе и, в целом, на их адаптивности. У форм №№ 5, 18, 9 и 10 были высокими адаптивный, гомеостатический коэффициенты и, в целом, экологический статус в период вегетации, что говорит о высокой адаптивности этих комбинаций.

Как показал коэффициент стресса, самая высокая устойчивость к абиотическим факторам среды в процессе всей вегетации была комбинаций с формой яблони Северса №№ 5, 18, 6, 9 и 10. Устойчивость этих форм в среднем была на 38 % выше, чем, например, у форм №№ 2, 3, 4 и 7.

Показатель физиологической активности ОЛ/ККС характеризует продуктивность растений, наибольшее значение он имел у привойно-подвойных комбинаций № 5 и № 18 и самое низкое – у № 4 и № 7. При изучении гидратуры листьев уста-

новлено, что коэффициент гидратуры варьировал в зависимости от формы яблони Сиверса от 2,1 до 3,4, самой скороплодной комбинацией Апорта и яблони Сиверса были формы № 6, 8, 9, 10.

Биохимический анализ плодов форм №№ 18, 5, 9, 2, 3, 6 показал, что содержание витамина «С» было максимальным на формах яблони Сиверса с Апортом №№ 18 и 9, минимальным – на форме 3. Содержание общего сахара было максимальным на формах №№ 18 и 2 при наименьшей кислотности. Процент растворимых сухих веществ различался незначительно.

По комплексу изученных биометрических, физиологических и биохимических показателей как продуктивные, засухоустойчивые и быстро вступающие в плодоношение выделяются формы №№ 18 и 2.

Литература

1. Кашин В.И. Проявление биологического потенциала садовых растений / Биологический потенциал садовых растений и пути его реализации. Москва, 2000. С. 3-14.
2. Нуртазина Н.Ю. Внутрисортное разнообразие Апорта / Сб. научн. трудов КазНИИПиВ. Т. 16. Алматы, 2001. С. 7-10.
3. Клональное микроразмножение яблони сорта Апорт. Лабораторный регламент / Долгих С.Г. [и др.] Алматы: Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, 2015. 25 с.
4. Алматинский Апорт. Алма-Ата: Кайнар, 1977. 93 с.
5. Зелепухин В.Д., Коваленко Е.М., Адрианова Г.П. Физиологическая оценка гомеостаза и адаптивного потенциала растений // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2002. № 5. С. 26-28
6. Выделение геномной ДНК из растений // Практическая молекулярная биология. <http://molbiol.edu.ru>
7. Полимеразная цепная реакция, электрофорез ([http:// biokom](http://biokom)).
8. Buntjer J.B. Cross Checker: computer assisted scoring of genetic AFLP data // Plant & Animal Genome V111 Conference. San.Diego, CA, January 9-12.- 2000.- P.136-142.
9. Практикум по физиологии растений / Под редакцией Н.Н. Третьякова. М.: Колос, 1982. 271 с.
10. Зелепухин И.Д. Оценка скороплодности по показателю гидратуры листа // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1980. № 11. С. 51-53.
11. Карычев К.Г. Экспресс-методы оценки биологических свойств подвоев // Садоводство и виноградарство. 1992. № 7. С. 18-20.
12. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Ленинград: Гидрометиоиздат, 1977. 200 с.