

УДК 634.1 : 631.537

**ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ РОСТОВЫХ,
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ РАСТЕНИЙ
ПРИ ИНДУЦИРОВАНИИ РОСТКОРРЕКТИРУЮЩИХ ЭФФЕКТОВ
В ПИТОМНИКОВОДСТВЕ**

Кузнецова А.П., канд. биол. наук, Ефимова И.Л., Хилько Л.А., Дрыгина А.И.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский
зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»
(Краснодар)*

Щеглов С.Н., д-р биол. наук

*Кубанский государственный университет
(Краснодар)*

Реферат. В статье представлены результаты оценки эффективности микробиологических, биологических препаратов и органоминеральных удобрений. Целью исследования являлась разработка биологизированных систем производства качественного посадочного материала плодовых и ягодных культур.

Ключевые слова: семечковые, косточковые и ягодные культуры, питомник, размножение, биологически активные вещества, микробиологические препараты, органоминеральные удобрения

Summary. The successful development of agricultural production requires the use of modern energy-saving technologies to improve crop yields and production of environmentally-friendly products. The article presents the results of studying the effect of microbiological, biological products and organic fertilizers on the rootstocks and seedlings of horticultural crops, which are necessary for the development of production systems biologizing quality planting material.

Key words: pome, stone fruits and berry crops, nursery, reproduction, biologically active substances, microbiological preparations, organic fertilizers

Введение. Южный регион, несмотря на существенное почвенно-климатическое и рельефное многообразие, является одним из наиболее благоприятных мест для промышленного производства плодово-ягодной продукции. Создание современных интенсивных высокоплотных массивов насаждений садовых культур требует значительного увеличения посадочного материала, и одним из основных факторов, определяющих продуктивность таких посадок, особенно в начальный период, являются качественные характеристики посаженных растений [1-5].

Для увеличения выхода посадочного материала первого сорта в практике мирового и отечественного питомниководства используются различные агроприемы, в том числе внесение органоминеральных удобрений, применение различных биологически активных веществ (БАВ) [6-9]. Востребованы биотехнологические методы – использование биоагентов на основе штаммов бактерий и грибов, которые повышают укореняемость растений и в то же время дают возможность существенно повысить плодородие почвы и степень реализации генетического потенциала культурных растений [8-10].

Интенсивное применение химических средств приводит к ухудшению структуры почвы, её водопроницаемости и аэрации, к снижению качества сельхозпродукции из-за накопления в ней остатков пестицидов, нитратов, нитритов, и все это крайне негативно сказывается на иммунитете и продуктивности растений. В связи с этим необходимо разрабатывать технологии, основанные на использовании естественных природных механизмов [11]. Повышение эффективности питомниководства на основе интенсификации и биологизации производства востребованного качественного посадочного материала плодовых культур является важным инструментом импортозамещения.

К настоящему времени перечень росткорректирующих препаратов биологической природы нового поколения и перспективного действия значительно расширился, под их воздействием изменяются биохимические и физиологические характеристики растений. Исследования особенностей этих механизмов с различных позиций (микробиологии, фитопатологии, биохимии, агрохимии, генетики, общей биологии и др.) необходимы для управления качеством посадочного материала плодовых и ягодных культур и имеют теоретическое и прикладное значение.

Цель настоящих исследований – выявить параметрические зависимости и закономерности изменения ростовых, физиологических и продукционных процессов при индуцировании росткорректирующих эффектов у растений для разработки системы применения биоэффективных препаратов нового поколения и усовершенствования приемов размножения в питомниководстве.

Объекты и методы исследований. Опыты по индуцированию росткорректирующих эффектов у посадочного материала подвоев и саженцев косточковых, семечковых и ягодных культур под влиянием препаратов различных групп (микробиологических и биоэффективных препаратов, органоминеральных удобрений) проводились в питомниках плодовых культур ООО «ОПХ им. К.А. Тимирязева» (Усть-Лабинский р-н) и ЗАО ОПХ «Центральное» СКЗНИИСиВ (Краснодар).

Работа выполнена в соответствии с программами и современными методиками, в том числе разработанными в СКЗНИИСиВ применительно к плодовым и ягодным культурам [12, 13]. Содержание катионов и анионов, фенольных соединений в растительных образцах определялось методом высокоэффективного капиллярного электрофореза [14, 15]. Параметрические зависимости рассчитывались с помощью t-критерия Стьюдента и дисперсионного анализа [16, 17].

Лабораторные исследования выполнялись комплексно в лаборатории питомниководства и в центре коллективного пользования – ЦКП приборно-аналитический.

Обсуждение результатов. Исследование влияния биоагентов штаммов почвенных микровицетов (*Trichoderma viride*, *Gliocladium roseum*), ассоциативных микроорганизмов (*Azomonas agilis*, *Azospirillum brasiliense*, *Azotobacter chroococcum*), композитивного препарата (*Azotobacter chroococcum* + *Azomonas agilis* + *Azospirillum brasiliense* + *Gliocladium roseum* + *Trichoderma viride*) и гриба арбускулярной микоризы (*Glomus spp.*) на выход качественного материала подвоев (сеянцы антипки) в СКЗНИИСиВ проводились с 2013 года. Установлено, что в среднем за четыре года наиболее стабильное положительное влияние на приживаемость исследуемого подвоя оказали препараты *Trichoderma viride* (на 10,7 % больше контроля) и *Azomonas agilis* (на 7,6%). При обработках препаратами *Azospirillum brasiliense* в среднем по годам отмечено увеличение выхода посадочного материала на 8,5 %, однако в 2016 году не выявлено увеличения этого показателя относительно контроля. Вариабельность отзывчивости сеянцев антипки на обработки препаратами отмечена и в вариантах опыта при обработках *Gliocladium roseum*, *Azospirillum brasiliense*, *Clomus spp.* и композицией препаратов.

Анализ параметрических показателей (высоты и диаметра) подвоев в течение вегетаций выявил влияние на них изучаемых микропрепаратов, что было подтверждено дисперсионным анализом (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа данных по влиянию изучаемых препаратов на рост и развитие сеянцев антипки, 2013-2016 гг., ООО «ОПХ им. К.А. Тимирязева»

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля в общей дисперсии, %
Диаметр					
Между препаратами	15	1,03	13,5**	0,02	18,8
Остаточная	934	0,07	–	0,07	81,2
Высота					
Между препаратами	13	2115,24	3,4**	29,39	4,5
Остаточная	694	626,69	–	626,69	95,5
Примечание **– отмечено значение критерия Фишера, превышающее стандартное для 1% уровня значимости					

Необходимо отметить, что достаточно заметное положительное влияние всех рассматриваемых препаратов на диаметр сеянцев антипки отмечено в 2014 году, когда условия года (низкие зимние температуры) значительно снизили выход качественного подвоя. Наибольшее положительное влияние в этот год на данный показатель было получено при обработках *Azomonas agilis* (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние обработок на диаметр сеянцев антипки, 2014 г., ООО «ОПХ им. К.А. Тимирязева»

Варианты обработок	Признак	Среднее по варианту, см	Среднее по контролю, см	Критерий Стьюдента
<i>Azomonas agilis</i>	диаметр	0,97	0,65	7,71**
<i>Gliocladium roseum</i>	диаметр	0,88	0,65	3,48**
<i>Glomus spp.</i>	диаметр	0,93	0,65	7,14**
<i>Trichoderma viride</i>	диаметр	0,89	0,65	4,78**
Примечание –**Р меньше 0,01				

Анализ многолетних данных (2013-2016 гг.) с помощью однофакторного дисперсионного анализа подтвердил вывод о значительном влиянии условий года на рост и развитие растений в опыте (доля общей дисперсии по признаку «диаметр» составила 30,0 %, по признаку «высота» 15,5 %). При нахождении закономерностей с помощью двухфакторно-

го дисперсионного анализа было установлено влияние фактора – условия года на эффективность изучаемых препаратов (совместный эффект условий года и препаратов на диаметр составил 8,1 %).

По данным многолетних исследований, во всех вариантах опыта при обработках микробиологическими препаратами отмечено увеличение выхода 1 сорта подвоя антипки относительно контроля на 19-31 %. (рис. 1). Наибольшее увеличение наблюдалось при обработках подвоя препаратом *Trichoderma viride* (на 27 %) и композитивным препаратом (31 %), но необходимо отметить, что по последнему препарату в 2015 году положительного влияния на приживаемость антипки не выявлено.

Такая же вариабельность наблюдалась при обработках препаратами *Gliocladium roseum* (в 2016 г. как в контрольном варианте) и *Azotobacter chroococcum* (в 2013 г. как в контрольном варианте).

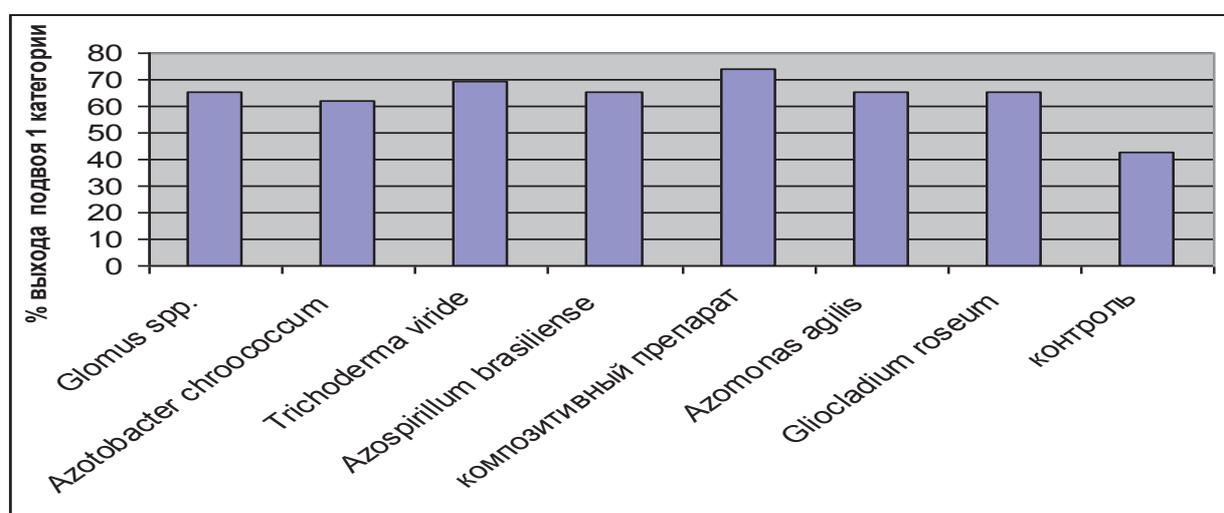


Рис. 1. Влияние обработок микропрепаратами на выход качественных подвоев (первый сорт) антипки (среднее за 2013-2016гг.)

В процессе работы выявлено влияние биоагентов не только на приживаемость сеянцев антипки, но и на выход саженцев, то есть на приживаемость окулировок и на рост и развитие привоя (анализировались данные по сорту вишни Эрди Ботермо). Наиболее стабильный положительный эффект получен при обработках сеянцев препаратами *Azospirillum brasilense*, *Trichoderma viride*, *Azomonas agilis*.

Установлено значительное влияние изучаемых препаратов на рост и развитие саженцев, но двухфакторный дисперсионный анализ показал, что в структуре изменчивости изученных признаков (высота саженцев, диаметр и разветвленность), наибольшую долю занимает изменчивость, обусловленная условиями года (от 12,8 % – разветвления до 48,8 % – диаметр). Сделан вывод, что при использовании микробиологических препаратов важно учитывать существенную зависимость их эффективности от условий года. При этом выделены препараты с наиболее стабильным и эффективным действием на продуктивность и качество посадочного материала: *Trichoderma viride* и *Azomonas agilis*, которые увеличили приживаемость сеянцев на 10,7 % и 7,6 %, соответственно выход саженцев на этих сеянцах – на 10,0 % и 12,8 % относительно контроля.

В работе изучались механизмы влияния микробиологических препаратов на устойчивость растений к стресс-факторам с помощью физиолого-биохимических методов исследований. Сравнительный анализ, проведенный с помощью метода капиллярного электрофореза, показал, что содержание аскорбиновой, янтарной, лимонной, хлорогеновой,

кофейной кислот и ионов Mg^{2+} , калия K^+ в листьях растений вишни сорта Эрди Ботермо (подвой сеянцы антипки) было выше в вариантах с обработками изучаемыми препаратами, что позволило растениям в условиях существенного увеличения летних температур воздуха и засухи проявить высокие адаптационные способности. Поэтому в вариантах с обработками выход качественного материала относительно контроля был значительно выше.

Опыт по индуцированию росткорректирующих эффектов у яблони проводили на наиболее востребованных в регионе подвоях М 9, СК 2У и ММ 106, а также на привитых на этих подвоях саженцах яблони сортов Женева Эрли (ранне-летний), Санрайс (летний), Голден рейнджерс (зимний). В опыте использовались росткорректирующие препараты различного происхождения: Элита (биокорректор, выделенный из одноклеточных микроорганизмов, являющихся продуктами переработки хлебопекарных дрожжей), Сотис (препарат на основе бактерий), Д 2У (композиция различных органических кислот), Басфолиар Келп (регулятор роста на основе экстракта натуральных фитогормонов роста).

В результате проведенного исследования выявлены общие и специфические закономерности изменения ростовых и физиологических процессов у подвоев и саженцев яблони в зависимости от используемого препарата и способа его применения, а также от генотипа подвоя. В опыте с препаратами Сотис и Элита отмечены особенности ростовых процессов у саженцев яблони в зависимости от способа применения: полив почвы раствором препаратов был более эффективен, чем одновременные полив и некорневая подкормка растений, что привело не только к ослаблению роста подвоев и саженцев яблони, но и к ухудшению оводненности и водоудерживающей способности растений.

Биокорректор Элита более эффективно индуцировал рост подвоев яблони в первом поле питомника, чем саженцев в поле окулянтов.

Установлено, что более отзывчивыми на обработку БАВ были растения не засухоустойчивого подвоя ММ 106, в отличие от подвоя СК 2У, устойчивость которого в первом поле питомника к высоким температурам и недостаточному увлажнению обеспечивалась в большей степени генотипом подвоя, чем воздействием изучаемых в опыте препаратов.

Проведенная комплексная оценка эффективности препаратов показала, что оптимальным для стимулирования роста подвоев яблони в первом поле питомника является 3-х кратное применение биокорратора Элита в дозе 10 г/л способом полива почвы раствором препарата. Для повышения качества саженцев яблони наиболее эффективным было 3-х кратное использование регулятора роста Басфолиар Келп в дозе 3,0 мл/л (для саженцев Женева Эрли / ММ 106; Санрайс / СК 2) и 3-х кратная обработка композицией органических кислот Д 2У в дозе 2,0 мл/л (для саженцев Санрайс / ММ 106).

Отмечено наиболее заметное влияние на формирование адаптационной устойчивости саженцев яблони к абиотическим стрессам летнего периода стимулятора роста Басфолиар Келп.

Некорневое несение препаратов позволяет осуществлять поступление минеральных элементов внутрь растительных тканей в течение нескольких часов, обеспечивая практически полностью их усваивание растениями, помогает снизить негативное воздействие стрессовых ситуаций и повысить в итоге их продуктивность в конкретные периоды жизни растений [18-22].

Многолетнее изучение отзывчивости генотипов крыжовника на различные системы применения органоминеральных удобрений Райкат развитие (жидкое органоминеральное удобрение, производимое на основе экстракта морских водорослей с добавлением макро- и микроэлементов, витаминов) и Аминокат (композиция свободных α -аминокислот растительного происхождения) позволило разработать *Технологическую инструкцию* по ис-

пользованию росткорректирующих соединений и новых приемов при производстве ягодных культур в конкретных условиях возделывания.

В вариантах опыта, проводимого в маточнике крыжовника, отмечено значительное влияние как генотипа сорта, так и условий года на выход отводков и параметры растений (количество корней и их суммарную длину, прирост побегов). Найдена корреляция между количеством корней диаметром более 1 мм и показателями роста и развития растений ($r = 0,75$ при $p < 0,05$), которая может быть использована для оценки эффективности изучаемых препаратов.

Анализ опытных данных выявил различную реакцию сортов крыжовника на используемые в опыте препараты. Наиболее существенно увеличил выход стандартных отводков крыжовника сорта Черносливовый (на 13 % выше контроля) препарат Райкат развитие, при 3-х – кратном его применении.

Наибольшая продуктивность растений крыжовника сорта Юбилейный в маточнике достигнута при применении органоминерального удобрения Райкат развитие, сорта Колобок – при комплексном применении органоминеральных удобрений Райкат развитие и Аминокат.

Выводы. В результате многолетних исследований получены новые знания, установлены закономерности изменения ростовых и продукционных процессов у подвоев и саженцев плодовых и ягодных культур в питомнике при индуцировании росткорректирующего эффекта путем использования биоактивных и микробиологических препаратов, органоминеральных удобрений различного происхождения.

Выделены препараты с наиболее стабильным эффективным действием на выход и качество посадочного материала.

Полученные результаты позволяют оптимизировать технологии для интенсивного питомниководства.

Литература

1. Куликов, И.М. Инновационные направления в производстве сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур / И.М. Куликов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2007. – Т.18. – С. 3-7.
2. Еремин, Г.В. Подвой семечковых и косточковых культур для современных интенсивных промышленных технологий / Г.В. Еремин, И.Л. Ефимова // Разработки, формирующие современный облик садоводства: монография. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2011. – С. 118-139.
3. Кладь, А.А. Влияние качества отводков на выход однолетних разветвленных саженцев яблони / А.А. Кладь, Б.С. Гегечкори, Г.Ф. Тараненко // Политематический электронный научный журнал КубГАУ. – 2004. – № 05 (7). – С. 152-164.
4. Мережко, М.М. Методологические указания по комплексной оценке влияния качества посадочного материала на рост и продуктивность плодовых и ягодных культур / М.М. Мережко, Н.А. Бублик, Л.Е. Глушак / Под ред. канд. с.-х наук М.М. Мережко. – Симферополь: Таврида, 1991. – 30 с.
5. Лацко, Т.А. Биометрические особенности новых сортов и форм персика и нектарина в питомнике в степном Крыму / Т.А. Лацко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – Вып. 4 (55). – С. 129-135.
6. Ефимова, И.Л. Увеличение продуктивности маточника клоновых подвоев яблони / И.Л. Ефимова // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2010. – № 5. – С. 26-32. – Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/10/04/05.pdf>
7. Рябцева, Т.В. Влияние некорневого внесения водорастворимых удобрений на рост и плодоношение яблони, качество и сохранность плодов / Т.В. Рябцева, Н.Г. Капичникова // Плодоводство: науч. тр. РУП Ин-т плодоводства. – Т.19. – Самохваловичи: РУП Ин-т плодоводства, 2007. – С. 74-79.

8. Егоров, Е.А. Эффективность экологизации производства в виноградарстве / Е.А. Егоров, Е. Г. Юрченко, Ж. А. Шадрина, Г. А. Кочьян // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. – № 16. – С. 120-125. – Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/12/04/15.pdf>

9. Кузнецова, А.П. Приоритетные направления развития современного питомниководства в связи с решением проблем импортозамещения / А.П. Кузнецова, Е.Л. Тыщенко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2016. – №41 (05). – С. 74-86. – Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/16/05/08.pdf>

10. Кравченко, Л.В. Выделение и фенотипическая характеристика ростстимулирующих ризобактерий (PGPR), сочетающих высокую активность колонизации корней и ингибирования фитопатогенных грибов / Л.В. Кравченко, Н.М. Макарова, Т.С. Азарова [и др.] // Микробиология. – 2002. – Т.71. – №4. – С. 521-525.

11. Ярмилка, В. Высокие технологии в производстве органических продуктов питания // Высокие технологии для зон рискованного земледелия [Электронный ресурс]. – Киев, 2013. – Режим доступа: <http://bionurukraine.n4.biz/blog/blogs/>

12. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / Под общ. ред. Егорова Е.А. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 202 с.

13. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / Под общ. ред. Егорова Е.А. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – 300 с.

14. Якуба, Ю.Ф. Применение капиллярного электрофореза и экстракции в поле СВЧ для анализа растительного сырья //Ю.Ф. Якуба, А.П. Кузнецова, М.С. Ложникова // Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии: материалы III всерос. симпозиума (02-08 октября 2011 г.) – Краснодар, Офис-Альянс, 2011. – С. 153-223.

15. Кузнецова, А.П. Методика ускоренного выделения иммунных и высокоустойчивых к коккомикозу форм рода *Cerasus* Mill. по электрофорограммам фенольных соединений / А.П. Кузнецова, Ю.Ф. Якуба // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 236-242.

16. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.

17. Щеглов, С.Н.; Изменчивость и методы ее изучения в селекции ягодных культур: монография / С.Н. Щеглов – Краснодар, КГУ, 2013. – 307 с.

18. Ненько, Н.И. Применение регуляторов роста в питомниководстве косточковых и семечковых культур / Н.И. Ненько, А.П. Кузнецова, А.А. Воронов [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 4. – С. 6-9.

19. Бобылев, Д.В. Оптимизация минерального питания в маточнике и питомнике // Научные основы устойчивого садоводства в России: сб. докл. конф. (11-12 марта 1999 г.) / – Мичуринск, ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1999. – С. 123-126.

20. Причко, Т.Г. Некорневые подкормки, повышающие урожайность и качество ягод земляники (*Fragaria ananassa*) при погодных стрессах / Т.Г. Причко, М.Г. Германова, Л.А. Хилько // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 5. – С. 120-126.

21. Коновалов, С.Н. Эффективность прецизионных методов применения лантана на смородине черной / С.Н. Коновалов, Д.Д. Дебелова, В.В. Бобкова // Садоводство и виноградарство. – 2014. – №4. – С. 35-39.

22. Caifugangwan, C. The application of plant growth regulation on flower and nursery stock// Tri-DWARF [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://plantchemical.com/the-application-of-plant-growth-regulator-on-flower-and-nursery-stock/>