

<sup>1,2</sup>**С. В. Акимова**, доцент, к.с.-х.н.

<sup>1</sup>**В. В. Киркач**, соискатель, мнс

<sup>1</sup>**О. Н. Аладина**, профессор, д.с.-х.н.

<sup>1</sup>**В. И. Деменко**, профессор, д.с.-х.н.

<sup>1</sup>**В. Д. Стрелец**, внс, профессор, д.с.-х.н.

<sup>1</sup>**Л. А. Паничкин**, профессор, д.б.н.

<sup>1</sup>**Ю. В. Воскобойников**, доцент, к.с.-х.н.

<sup>1</sup>**Е. К. Скрипицына**, магистр

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, Россия, г. Москва

<sup>2</sup>ФГБНУ ВНИИФ, Россия, Московская область, р.п. Большие Вяземы

<sup>1,2</sup>*asvl1@yandex.ru*, <sup>1</sup>*kirkach93@mail.ru*, <sup>1</sup>*alberry7@yandex.ru*,

<sup>1</sup>*j.voskoboynikov@yandex.ru*

УДК 634.11.03:631.589:631.811.9

DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-11-18

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ «СИЛИПЛАНТ» И «ЭКОФУС» НА ЭТАПЕ АДАПТАЦИИ К НЕСТЕРИЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ КЛОНОВОГО ПОДВОЯ ЯБЛОНИ 54-118

**Реферат.** Изучалась эффективность применения препаратов «Силиплант» и «Экофус» для однократного и двукратного пролива субстрата на этапе адаптации микрорастений клонового подвоя яблони 54-118 с учетом последствий при перезимовке и доращивании в условиях зимних теплиц. Выявлено, что лучшими показателями приживаемости, перезимовки и развития отличались растения, предварительно укорененные на питательной среде на этапе ризогенеза с двукратным проливом субстрата исследуемыми препаратами.

**Ключевые слова:** клоновый подвой яблони 54-118, клональное микроразмножение, адаптация, доращивание

**Summary.** The efficacy of the use of Siliplant and Ecofus preparations for single and double strait of substrate at the stage adaptation of micro plants of apple clonal rootstock 54-118, taking into account the aftereffect during wintering and growing in the conditions of the winter greenhouses was studied. It was revealed that the best survival rates, overwintering and development in the first place were plants, pre-rooted on nutrient medium at the stage for rhizogenesis with double straits of substrate of the studied preparations.

**Keywords:** clonal rootstock of apple 54-118, micropropagation, adaption, growing

### Введение

Традиционными способами вегетативного размножения клоновых подвоев яблони являются вертикальные и горизонтальные отводки, зеленые, одревесневшие и корневые черенки. Продуктивность данных методов часто

недостаточна или требует больших затрат труда [1]. В этой связи перспективен метод клонального микроразмножения, который позволяет наиболее полно реализовать потенциал растительного организма к размножению и быстро получить требуемое количество оздоровленного посадочного материала, отличающегося большой продуктивностью как маточных, так и плодоносящих насаждений [2].

Заключительным и наиболее ответственным этапом клонального микроразмножения является адаптация микрорастений к нестерильным условиям, так как потери на данном этапе могут составлять от 50 до 90 %. Поэтому важно разрабатывать приемы, повышающие приживаемость и показатели роста и развития *ex vitro* растений [1, 3, 4].

В последние годы возрастают требования к используемым регуляторам роста и удобрениям. Они должны быть экологически безопасны, высокоэффективны, снижать пестицидную нагрузку на почву и растение. В этой связи перспективно изучение применения универсального хелатного удобрения «Силиплант», которое повышает стрессоустойчивость растений, активизирует поглотительную способность корневой системы, улучшает усвоение элементов минерального питания, повышает механическую прочность тканей и оказывает ингибирующее действие на развитие фитопатогенов [5]. Еще один препарат, требующий оценки — органоминеральное поливитаминное удобрение «Экофус», которое содержит более 40 микроэлементов, служит стимулятором роста, антистрессором и содержит комплекс природных веществ, обладающих фунгицидной и бактерицидной активностью [6].

Целью наших исследований было выявить эффективность однократного и двукратного пролива субстрата удобрениями «Силиплант» и «Экофус» на приживаемость микрорастений клонового подвоя яблони 54-118 на этапе адаптации, укорененных *in vitro* (с корнями), и при укоренении *ex vitro* (без корней).

### Материалы и методы исследований

Опыты проводили в лаборатории клонального микроразмножения садовых растений РГАУ МСХА имени К. А. Тимирязева. В конце марта микрорастения клонового подвоя яблони 54-118, укорененные *in vitro* (с корнями) и без корней, тщательно отмывали от питательной среды и высаживали на адаптацию в кассеты с диаметром ячеек 4 см, в субстрат, состоящий из смеси обогащенного торфа «Пельгорское-М» с перлитом в соотношении 3:1. За 16 часов до высадки субстрат проливали почвенным фунгицидом «Квадрис» в концентрации 2,4 мл/л. Перед высадкой микрорастений субстраты проливали препаратами «Силиплант» в concentra-

ции 1 и 2 мл/л и «Экофус» в концентрации 3 и 5 мл/л. В целях установления синергетического действия исследуемых препаратов были комбинированные обработки «Силиплант» 1 мл/л + «Экофус» 3 мл/л и «Силиплант» 2 мл/л + «Экофус» 5 мл/л. Пролив субстрата проводили однократно и двукратно (с интервалом в 10 дней).

Через 20 дней после высадки проводили учеты приживаемости и развития микрорастений. Через 40 дней после высадки адаптированные растения пересаживали в контейнеры объемом 0,9 л и помещали на стеллажи отсека доращивания. Повторность опытов на этапе адаптации — двукратная, по 14 растений в одной повторности, на этапе доращивания — пятикратная, по 1 растению в повторности.

### Результаты исследований

Микрочеренки можно укоренять двумя основными способами на питательной среде *in vitro* и на субстратах в нестерильных условиях. Существует много возражений против укоренения побегов *in vitro*, так как длительное нахождение микрочеренков на питательной среде с ауксинами способствует формированию каллуса у основания побегов и вызывает гибель растений при адаптации [7]. Выявлено, что наличие корневой системы, сформированной *in vitro*, не является определяющим фактором приживаемости растений в нестерильных условиях [6, 8, 9]. Поэтому в схему опыта были включены микрорастения клонового подвоя яблони с корнями, укорененные *in vitro*, и без корней для укоренения *ex vitro*.

Данные, полученные на 20 день после высадки микрорастений в нестерильные условия, свидетельствуют об избирательном влиянии исследуемых препаратов на объект исследования. При высадке микрорастений, укорененных *in vitro*, только в одном опытном варианте с однократным проливом субстрата исследуемыми препаратами в сочетании «Силиплант» 1 мл/л + «Экофус» 3 мл/л приживаемость растений составила 100 % и превысила показатели контроля (85,7 %). Однако следует отметить, что по показателям средней длины побегов и площади листовой поверхности не было выявлено достоверных различий с контролем.

В целом можно сказать, что только в одном варианте с двукратным проливом субстрата исследуемыми препаратами в сочетании «Силиплант» 2 мл/л + «Экофус» 5 мл/л были выявлены достоверные различия с контролем по средней длине побегов (2,8 против 2,3 см в контроле) и площади листовой поверхности (28,9 против 20,1 см<sup>2</sup>), однако в данном случае приживаемость микрорастений была на уровне контроля и составила 85,7 % (табл. 1).

Таблица 1.

Влияние препаратов «Силиплант» и «Экофус» на приживаемость укорененных *in vitro* микрорастений клонового подвоя яблони 54-118

| Вариант,<br>мл/л<br>(фактор а)       | Приживаемость,<br>% | Средняя длина побегов,<br>см | Суммарная площадь листовой поверхности,<br>см <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|--|
| контроль б/о                         | 85,7                | 2,3                          | 20,1   |
| <i>против однократный (фактор b)</i> |                     |                              |  |
| «Силиплант» 1                        | 42,9                | 1,5                          | 7,6  |
| «Силиплант» 2                        | 42,9                | 2,0                          | 32,4   |
| «Экофус» 3                           | 85,7                | 2,5                          | 23,6   |
| «Экофус» 5                           | 71,4                | 1,7                          | 15,8   |
| «Силиплант» 1 + «Экофус» 3           | 100                 | 1,6                          | 12,0   |
| «Силиплант» 2 + «Экофус» 5           | 71,4                | 1,3                          | 14,8   |
| <i>против двукратный (фактор b)</i>  |                     |                              |  |
| «Силиплант» 1                        | 85,7                | 1,7                          | 14,7   |
| «Силиплант» 2                        | 71,4                | 2,2                          | 22,7   |
| «Экофус» 3                           | 57,1                | 1,6                          | 9,3  |
| «Экофус» 5                           | 85,7                | 2,1                          | 20,1   |
| «Силиплант» 1 + «Экофус» 3           | 71,4                | 2,0                          | 18,5   |
| «Силиплант» 2 + «Экофус» 5           | 85,7                | 2,8                          | 28,9   |
| НСР <sub>05</sub> a                  | -                   | 0,3                          | 2,7  |
| НСР <sub>05</sub> b                  | -                   | 0,5                          | 2,8  |
| НСР <sub>05</sub> ab                 | -                   | -                            | -  |

При высадке микрорастений без корней для укоренения *ex vitro* при однократном проливе субстрата препаратами «Силиплант» в концентрации 2 мл/л и «Экофус» в концентрации 3 мл/л, при совмещении «Силиплант» 1 мл/л + «Экофус» 3 мл/л и «Силиплант» 2 мл/л + «Экофус» 5 мл/л приживаемость микрорастений составила 64,3-85,7 % против 50 % в контроле. Также в этих вариантах по показателям средней длины побегов и площади листовой поверхности были выявлены достоверные различия с контролем.

При двукратном проливе субстрата только в одном варианте с применением препарата «Силиплант» в концентрации 1 мл/л приживаемость микрорастений составила 85,7 против 50 % в контроле; и по остальным показателям были выявлены достоверные различия с контролем по средней длине побегов (1,7 против 1,1 см в контроле) и площади листовой поверхности (11,7 против 5,7 см<sup>2</sup> в контроле) (табл. 2).

Таблица 2.

Влияние препаратов «Силиплант» и «Экофус» на приживаемость укорененных *ex vitro* микрорастений клонового подвоя яблони 54-118

| Вариант,<br>мл/л<br>(фактор а)       | Приживаемость,<br>% | Средняя<br>длина<br>побегов, см | Суммарная<br>площадь листовой<br>поверхности, см <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---|
| контроль б/о                         | 50,0                | 1,1                             | 5,7   |
| <i>против однократный (фактор b)</i> |                     |                                 |   |
| «Силиплант» 1                        | 50,0                | 1,5                             | 4,9   |
| «Силиплант» 2                        | 78,6                | 1,9                             | 9,8   |
| «Экофус» 3                           | 85,7                | 1,4                             | 7,0   |
| «Экофус» 5                           | 50,0                | 1,6                             | 9,9   |
| «Силиплант» 1 + «Экофус» 3           | 64,3                | 1,6                             | 9,8   |
| «Силиплант» 2 + «Экофус» 5           | 71,4                | 1,6                             | 10,6  |
| <i>против двукратный (фактор b)</i>  |                     |                                 |   |
| «Силиплант» 1                        | 85,7                | 1,7                             | 11,7  |
| «Силиплант» 2                        | 78,6                | 1,0                             | 4,9   |
| «Экофус» 3                           | 50,0                | 1,7                             | 12,6  |
| «Экофус» 5                           | 14,9                | 1,9                             | 15,5  |
| «Силиплант» 1 + «Экофус» 3           | 35,7                | 1,5                             | 9,4   |
| «Силиплант» 2 + «Экофус» 5           | 28,6                | 1,4                             | 5,1   |
| НСР <sub>05</sub> a                  | -                   | 0,2                             | 1,3   |
| НСР <sub>05</sub> b                  | -                   | 0,3                             | 1,4   |
| НСР <sub>05</sub> ab                 | -                   | -                               | -   |

Далее адаптированные *ex vitro* растения пересаживали на доращивание. Нами было отмечено, что у адаптированных растений наблюдался замедленный рост и потребовался длительный период доращивания в защищенном грунте.

При доращивании растений, укорененных *in vitro*, в вариантах с однократным проливом субстрата препаратом «Экофус» (3 мл/л) и при сочетании препаратов «Силиплант» 1 мл/л + «Экофус» 3 мл/л перезимовка составила 85,7-100 % против 83,3 % в контроле, и получены достоверные различия по средней длине побегов (36,5-51,9 против 31,4 см) и суммарной площади листовой поверхности (359,8-447,0 против 189,1 см<sup>2</sup>).

В вариантах с двукратным проливом субстрата препаратом «Силиплант» в концентрации 2 мл/л и сочетании препаратов «Силиплант» 2 мл/л + «Экофус» 5 мл/л перезимовка составила 100 % против 83,3 % в контроле, и получены достоверные различия с контролем по средней длине побегов (50,3-52,2 против 31,4 см) и суммарной площади листовой поверхности (523,3-618,3 см<sup>2</sup> против 189,1 см<sup>2</sup>) (табл. 3).

Таблица 3.

Перезимовка адаптированных растений клонового подвоя яблони 54-118, укорененных в условиях *in vitro*, при проливе субстрата препаратами «Силиплант» и «Экофус»

| Вариант, мл/л (фактор а)             | Перезимовка, % | Средняя длина побегов, см | Средняя суммарная площадь листовая поверхности, см <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------|---|
| контроль б/о                         | 83,3           | 31,4                      | 189,1   |
| <i>пролив однократный (фактор б)</i> |                |                           |   |
| «Силиплант» 1                        | 66,7           | 24,0                      | 291,0   |
| «Силиплант» 2                        | 66,7           | 40,5                      | 447,0   |
| «Экофус» 3                           | 100            | 51,9                      | 439,3   |
| «Экофус» 5                           | 60,0           | 32,7                      | 325,2   |
| «Силиплант» 1 + «Экофус» 3           | 85,7           | 36,5                      | 359,8   |
| «Силиплант» 2 + «Экофус» 5           | 60,0           | 20,7                      | 302,2   |
| <i>пролив двукратный (фактор б)</i>  |                |                           |   |
| «Силиплант» 1                        | 83,3           | 45,1                      | 417,8   |
| «Силиплант» 2                        | 100            | 52,2                      | 618,3   |
| «Экофус» 3                           | 50,0           | 47,7                      | 483,2   |
| «Экофус» 5                           | 83,3           | 55,3                      | 535,3   |
| «Силиплант» 1 + «Экофус» 3           | 83,3           | 54,2                      | 534,0   |
| «Силиплант» 2 + «Экофус» 5           | 100            | 50,3                      | 523,3   |
| НСР <sub>05</sub> a                  | -              | 6,2                       | 63,8  |
| НСР <sub>05</sub> b                  | -              | 6,6                       | 68,2  |
| НСР <sub>05</sub> ab                 | -              | -                         | -   |

При доразращивании растений, укорененных в условиях *ex vitro* выявлено, что растения отставали в росте от высаженных на адаптацию после укоренения на питательной среде. Во всех вариантах с однократным проливом субстрата, за исключением применения препарата «Экофус» в концентрации 3 мл/л, перезимовка растений составила 77,8-90 % против 60 % в контроле, и получены достоверные различия с контролем по суммарной площади листовой поверхности (337,6-398,9 см<sup>2</sup> против 233,6 см<sup>2</sup> в контроле). По средней длине побегов достоверные различия с контролем получены только в одном варианте — с применением препарата «Силиплант» в концентрации 2 мл/л (45,0 против 36,8 см в контроле).

В вариантах с двукратным проливом субстрата препаратами «Силиплант» в концентрации 1 и 2 мл/л, «Экофус» в концентрации 3 мл/л и сочетании препаратов «Силиплант» 2 мл/л + «Экофус» 5 мл/л перезимовка составила 71,4-100 % против 60 % в контроле и получены достоверные различия с контролем по суммарной площади листовой поверхности (304,0-495,2 против 233,6 см<sup>2</sup> в контроле).

Таблица 4.

Перезимовка адаптированных растений клонового подвоя яблони 54-118, укорененных в условиях *ex vitro*, при проливе субстрата препаратами «Силиплант» и «Экофус»

| Вариант,<br>мл/л<br>(фактор а) | Перези-<br>мовка,<br>% | Средняя<br>длина<br>побегов,<br>см | Средняя<br>суммарная<br>площадь<br>листовой<br>поверхности, см <sup>2</sup> |
|--------------------------------|------------------------|------------------------------------|---|
| контроль б/о                   | 60,0                   | 36,8                               | 233,6   |
| <i>пролив однократный</i>      |                        |                                    |   |
| «Силиплант» 1                  | 85,7                   | 35,4                               | 337,6   |
| «Силиплант» 2                  | 81,8                   | 45,0                               | 378,2   |
| «Экофус» 3                     | 33,3                   | 30,8                               | 337,8   |
| «Экофус» 5                     | 85,7                   | 37,1                               | 372,9   |
| «Силиплант» 1 + «Экофус» 3     | 77,8                   | 33,8                               | 350,5   |
| «Силиплант» 2 + «Экофус» 5     | 90,0                   | 31,8                               | 398,9   |
| <i>пролив двукратный</i>       |                        |                                    |   |
| «Силиплант» 1                  | 100                    | 33,7                               | 304,0   |
| «Силиплант» 2                  | 90,9                   | 27,0                               | 329,9   |
| «Экофус» 3                     | 71,4                   | 39,4                               | 495,2   |
| «Экофус» 5                     | 53,3                   | 55,3                               | 335,3   |
| «Силиплант» 1 + «Экофус» 3     | 40,0                   | 43,5                               | 582,0   |
| «Силиплант» 2 + «Экофус» 5     | 75,0                   | 45,3                               | 477,3   |
| НСР <sub>05</sub> a            | -                      | 5,3                                | 57,2  |
| НСР <sub>05</sub> b            | -                      | 5,7                                | 62,0  |
| НСР <sub>05</sub> ab           | -                      | -                                  | -   |

### Выводы

При изучении эффективности применения препаратов «Силиплант» и «Экофус» для однократного и двукратного пролива субстрата на этапе адаптации микрорастений клонового подвоя яблони 54-118 лучшими показателями приживаемости, перезимовки и развития отличались растения, предварительно укорененные на питательной среде на этапе ризогенеза с двукратным проливом субстрата.

При посадке на адаптацию к нестерильным условиям микрорастений клонового подвоя яблони 54-118, укорененных на питательной среде в условиях *in vitro*, эффективно проводить однократный пролив субстрата препаратами «Силиплант» 1 мл/л + «Экофус» 3 мл/л и двукратный пролив (с интервалом 10 дней) препаратами «Силиплант» 2 мл/л + «Экофус» 5 мл/л.

При высадке на адаптацию к нестерильным условиям микрорастений клонового подвоя яблони 54-118 без корней для укоренения в условиях *ex vitro* эффективно проводить однократный пролив субстрата препаратами «Силиплант» 2 мл/л + «Экофус» 5 мл/л и двукратный пролив (с интервалом 10 дней) препаратом «Силиплант» в концентрации 1 мл/л.

### Список использованной литературы

1. Деменко В. И., Лихов Б. Р. Перспективы создания садов в России на вегетативно размножаемых подвоях // Известия ТСХА, 2009. — Вып. 2. — С. 188–193.
2. Матушкина О. В., Пронина И. Н. Особенности размножения клоновых подвоев яблони *in vitro* // Достижения науки и техники АПК, 2003. — № 11. — С. 14–16.
3. Деменко В. И., Шестибратов К. А., Лебедев В. Г. Укоренение — ключевой этап размножения растений *in vitro* // Известия ТСХА, 2011. — Вып. 1. — С. 60–71.
4. Ван-Ункан Н. Ю., Олейникова О. Я., Дубровский М. Л. Разработка приемов укоренения микрочеренков *in vitro* колонновидных форм яблони // Плодоводство и ягодоводство России, 2015. — Т. 43. — С. 233–236.
5. Дорожжина Л. А., Пузырьков П. Е., Добрева Н. И. Циркон, Эпин-Экстра и «Силиплант» в инновационных технологиях возделывания зерновых культур // Зерновое хозяйство России, 2011. — № 4 (16). — С. 40–45.
6. Сидельников Н. И., Пушкина Г. П., Бушковская Л. М., Ковалев Н. И. Эффективность регуляторов роста и органоминерального удобрения «Экофус» на белладонне // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования, 2013. — Т. 2. — С. 243–246.
7. Корнацкий С. А. Научно-практический анализ технологичности конечных этапов микроразмножения // Мат. международной научно-практ. конф. «Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири» (Барнаул, 18-23 авг. 2003 г.) — Барнаул, 2003. — С. 296–300.
8. Деменко В. И., Лебедев В. Г. Адаптация растений, полученных *in vitro*, к нестерильным условиям // Известия ТСХА, 2010. — Вып. 1. — С. 73–85.
9. Корнацкий С. А. Комплекс факторов, влияющих на жизнеспособность, рост и развитие микрорастений после культуры *in vitro* // Плодоводство и ягодоводство России, 1999. — С. 64–68.

<sup>1,2</sup>S. V. Akimova, <sup>1</sup>V. V. Kirkach, <sup>1</sup>O. N. Aladina, <sup>1</sup>V. I. Demenko, <sup>1</sup>V. D. Strelets,  
<sup>1</sup>L. A. Panichkin, <sup>1</sup>Yu. V. Voskoboynikov, <sup>1</sup>E. K. Skripitsyna

<sup>1</sup>K. A. Timiryazev Moscow State Agricultural Academy, Moscow, Russia

<sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bol'shiye Vyazemy, Moscow region, Russia

APPLICATION OF SILIPLANT AND ECOFUS DRUGS AT THE STAGE OF  
ADAPTATION TO THE UNSTERILE CONDITIONS OF THE CLONE ROOT OF THE  
APPLE 54-118