

# ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД К ГРИБНЫМ ФИТОПАТОГЕНАМ

В.П. Шуканов, Л.А. Корытько, Е.В. Мельникова, С.Н. Полянская

Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», Минск, Беларусь, *patphysio@mail.ru*

**Аннотация.** Выявлено, что применение защитно-стимулирующих составов фунгицидов и росторегулирующих препаратов (Экосил Плюс, Гидрогумат, Наноплант) способствует снижению процента инфицированных сеянцев сосны и ели в 1,5 раза после первой обработки и в 2–2,3 раза при повторной обработке. Болезнеустойчивость посадочного материала повышается за счет ингибирующего действия фунгицидов на фитопатогены и иммунизирующего влияния регуляторов роста на растения.

**Ключевые слова:** сеянцы сосны и ели, болезнеустойчивость, регуляторы роста, фунгициды

**DOI:** 10.31255/978-5-94797-319-8-835-839

Одной из основных проблем, связанных с выращиванием посадочного материала в лесных питомниках является наличие инфекционных болезней растений, вызываемых различными патогенными микроорганизмами [Звягинцев, 2015]. Фитопатологические обследования питомников Беларуси с использованием современных методов показали, что структура фитопатогенных организмов на сеянцах и саженцах в последнее время сильно изменилась [Баранов и др., 2012; Малашевич, Дашкевич, 2016]. Наряду с хорошо известными и изученными болезнями древесных пород появляются, ранее не характерные для данного региона. Основным методом борьбы с грибными болезнями сеянцев древесных культур, по-прежнему, остается применение химических препаратов (фунгицидов), которые, как правило, токсичны не только для возбудителей болезней, но и негативно отражаются на самом посадочном материале, замедляя рост и нарушая морфогенез сеянцев [Ярмолевич и др., 2016]. Постоянное использование фунгицидов вызывает изменение чувствительности к ним патогенов, появление устойчивых штаммов возбудителей, что создает опасность возникновения эпифитотий. Кроме того, систематическое применение химических средств защиты приводит к серьезному ухудшению экологической ситуации. Однако эти негативные явления можно снизить путем целенаправленного использования росторегулирующих препаратов природного происхождения, способных интенсифицировать физиолого-биохимические процессы растений и, одновременно, повышать устойчивости их к болезням и стрессам. Поэтому современная система защиты сеянцев древесных пород от грибных болезней в лесных питомниках должна быть направлена на создание комплексных методов на основе использования химических фунгицидов и биологических препаратов.

Целью проводимой исследовательской работы было изучение эффективности применения регуляторов роста в защитно-стимулирующих составах (ЗСС) на основе фунгицидов для повышения болезнеустойчивости сеянцев сосны обыкновенной и ели обыкновенной, выращиваемых в условиях открытого грунта. В качестве росторегулирующих препаратов использованы Экосил Плюс, Гидрогумат и микроудобрение Наноплант. Экосил Плюс представляет собой сумму тритерпеновых кислот сибирской пихты, обогащенную композицией из более чем 30 легколетучих малополярных, моно- и сесквитерпеновых соединений и изопреноидов. Гидрогумат –

препарат на основе гуминовых, фульвовых кислот и природных микроэлементов. Микроудобрение Наноплант является нанопрепаратом, действующее вещество которого – наночастицы микроэлементов обладают свойством сверхпроницаемости через клеточные мембраны растения. Обработка семян проводилась двукратно за вегетационный период (с интервалом в 30 дней) путем опрыскивания по вегетирующей массе. Через 20 дней после обработок проводили фитомониторинг семян, определяя процент инфицированных растений в изучаемых образцах.

Результаты исследований выявили невысокую степень распространения болезней на семенах сосны и ели – 4,2 и 6,8% соответственно (табл. 1). Обнаружено, что введение в составы для обработок регуляторов роста способствовало повышению их фунгицидных свойств. Наилучшие результаты получены при использовании в композиционных составах препарата Наноплант, при котором процент распространения болезней снижался в 1,5 раза. Регуляторы роста Экосил Плюс и Гидрогумат также увеличивали способность фунгицидов подавлять развитие грибной микрофлоры, но в меньшей степени (на 5–20%).

**Таблица 1.**

**Распространение болезней на семенах сосны и ели после однократной обработки защитно-стимулирующими составами**

| Вариант обработки      | Сосна                     |   | Ель                       |   |
|------------------------|---------------------------|---|---------------------------|---|
|                        | Степень распространения % | Биологическая эффективность составов, % | Степень распространения % | Биологическая эффективность составов, % |
| Контроль               | 4,20±1,46                 |   | 6,83±1,42                 |   |
| Раёк                   | 3,62±0,86                 | 14                                      | 6,23±1,02                 | 8                                       |
| Раёк + Экосил Плюс     | 3,24±0,76                 | 22                                      | 5,15±1,35                 | 25                                      |
| Раёк + Гидрогумат      | 3,10±0,71                 | 26                                      | 6,06±0,79                 | 11                                      |
| Раёк + Наноплант       | 3,08±0,53                 | 27                                      | 4,53±1,61                 | 34                                      |
| Титул Дуо              | 3,07±0,78                 | 27                                      | 5,50±3,57                 | 19                                      |
| Титул Дуо+ Экосил Плюс | 3,13±1,02                 | 25                                      | 5,44±0,59                 | 20                                      |
| Титул Дуо + Гидрогумат | 2,61±0,94                 | 38                                      | 5,48±1,99                 | 24                                      |
| Титул Дуо + Наноплант  | 2,27±1,05                 | 45                                      | 5,05±1,34                 | 26                                      |
| НСР <sub>005</sub>     | 0,17                      |   | 0,21                      |   |

При повторной обработке тенденция понижения степени распространения болезней на семенах сосны и ели под действием защитно-стимулирующих составов сохранялась (табл. 2). В посевах сосны процент инфицированных растений в контроле был 4,6, при использовании смесей фунгицидов и росторегулирующих веществ он снижался в 2 – 2,3 раза. На семенах ели наблюдалась более высокая степень распространения болезней – в контроле было инфицировано до 9,6% растений, а в вариантах, обработанных защитно-стимулирующими составами, распространение болезней снижалось в 1,5–1,8 раз.

Для оценки природы устойчивости и регулирующего действия обработок защитно-стимулирующих составов фунгицидов и регуляторов роста в исследуемых образцах определяли несколько физиолого-биохимических показателей, характеризующих стрессо- и болезнеустойчивость. К таковым критериям можно отнести – содержание продуктов перекисного окисления липидов мембран (так называемых ТБК-продуктов) и выход водорастворимых веществ из тканей растений.

Полученные результаты свидетельствуют, что практически во всех вариантах под воздействием препаратов после первой обработки количество продуктов перекисного

окисления липидов в тканях семян ели понижалось по сравнению с контролем на 10–30%. У растений сосны данный показатель был еще ниже: содержание ТБК-продуктов уменьшалось на 20–45% по отношению к контрольному уровню (табл. 3). После второй обработки тенденция к понижению содержания продуктов перекисного окисления липидов в тканях семян древесных культур также сохранялась.

**Таблица 2.**

**Распространение болезней на сеянцах сосны и ели после двукратной обработки защитно-стимулирующими составами**

| Вариант обработки       | Сосна                     |   | Ель                       |   |
|-------------------------|---------------------------|---|---------------------------|---|
|                         | Степень распространения % | Биологическая эффективность составов, % | Степень распространения % | Биологическая эффективность составов, % |
| Контроль                | 4,60±0,92                 |   | 9,67±1,22                 |   |
| Раёк                    | 3,23±0,83                 | 30                                      | 5,32±0,97                 | 45                                      |
| Раёк + Экосил Плюс      | 2,06±0,56                 | 55                                      | 4,80±1,29                 | 50                                      |
| Раёк + Гидрогумат       | 2,10±0,58                 | 54                                      | 4,43±1,84                 | 54                                      |
| Раёк + Наноплант        | 1,98±0,67                 | 57                                      | 5,76±1,43                 | 51                                      |
| Титул Дуо               | 2,93±1,78                 | 36                                      | 6,00±1,57                 | 38                                      |
| Титул Дуо + Экосил Плюс | 2,17±1,32                 | 53                                      | 5,18±0,90                 | 46                                      |
| Титул Дуо + Гидрогумат  | 2,13±1,26                 | 54                                      | 4,65±1,67                 | 52                                      |
| Титул Дуо + Наноплант   | 2,00±1,58                 | 57                                      | 4,48±3,05                 | 54                                      |
| НСР <sub>005</sub>      | 0,13                      |   | 0,24                      |   |

**Таблица 3.**

**Влияние защитно-стимулирующих составов на уровень содержания продуктов перекисного окисления липидов в сеянцах ели и сосны**

| Вариант обработки       | Однократная обработка |     | Двукратная обработка |     |
|-------------------------|-----------------------|-----|----------------------|-----|
|                         | мкМ/г сырой массы     | %   | мкМ/г сырой массы    | %   |
| Ель                     |                       |     |                      |     |
| Контроль                | 35,83±0,12            | 100 | 32,16±0,16           | 100 |
| Раёк                    | 29,38±0,48            | 82  | 27,28±0,11           | 84  |
| Раёк + Экосил Плюс      | 31,82±0,19            | 89  | 25,77±0,06           | 79  |
| Раёк + Гидрогумат       | 34,32±0,62            | 96  | 23,62±0,11           | 72  |
| Раёк + Наноплант        | 26,27±0,40            | 73  | 31,33±0,10           | 96  |
| Титул Дуо               | 30,88±0,42            | 86  | 27,71±0,04           | 85  |
| Титул Дуо + Экосил Плюс | 33,32±0,43            | 93  | 32,56±0,06           | 100 |
| Титул Дуо + Гидрогумат  | 33,78±0,50            | 94  | 31,90±0,06           | 98  |
| Титул Дуо + Наноплант   | 24,23±0,25            | 68  | 30,91±0,11           | 95  |
| Сосна                   |                       |     |                      |     |
| Контроль                | 37,66±0,52            | 100 | 54,10±0,14           | 100 |
| Раёк                    | 23,39±0,13            | 62  | 45,39±0,21           | 84  |
| Раёк + Экосил Плюс      | 21,48±0,24            | 57  | 42,17±0,14           | 78  |
| Раёк + Гидрогумат       | 25,35±0,29            | 67  | 40,77±0,06           | 75  |
| Раёк + Наноплант        | 20,18±0,19            | 54  | 45,68±0,11           | 84  |
| Титул Дуо               | 19,61±0,27            | 52  | 41,37±0,14           | 76  |
| Титул Дуо + Экосил Плюс | 22,79±0,37            | 61  | 43,64±0,17           | 81  |
| Титул Дуо + Гидрогумат  | 23,50±0,19            | 62  | 43,57±0,10           | 81  |
| Титул Дуо + Наноплант   | 29,19±0,18            | 78  | 39,67±0,12           | 73  |
| НСР <sub>005</sub>      | 0,9                   |     | 1,3                  |     |

Кроме процесса окисления липидов мембран еще одной характеристикой устойчивости клеточных стенок можно считать такой показатель, как выход водорастворимых веществ из растительных тканей, отражающий собой два процесса: образование ассимилятов и проницаемость клеточной стенки (мембраны). При исследовании данного показателя было обнаружено, что выход водорастворимых веществ из тканей семян ели после первой обработки снижался на 10–40% при использовании композиционных составов на основе фунгицида Раек и на 10–35% при применении смесей в сочетании с фунгицидом Титул Дуо (табл. 4). У семян сосны наоборот наблюдалось увеличение выхода водорастворимых веществ из тканей, которое можно объяснить интенсификацией обмена веществ, поскольку уровень продуктов перекисного окисления липидов не указывает на усиление разрушения клеточных мембран. Повторная обработка посадочного материала вызывала снижение уровня выхода водорастворимых веществ из тканей семян ели, как ели, так и сосны, уменьшая этот показатель почти в 2 раза.

**Таблица 4.**

**Влияние защитно-стимулирующих составов на выход водорастворимых веществ из тканей семян ели и сосны**

| Вариант обработки       | Однократная обработка |     | Двукратная обработка |     |
|-------------------------|-----------------------|-----|----------------------|-----|
|                         | ppm/г сырой массы     | %   | ppm/г сырой массы    | %   |
| Ель                     |                       |     |                      |     |
| Контроль                | 34,13±0,06            | 100 | 25,46±0,09           | 100 |
| Раёк                    | 30,33±0,12            | 89  | 14,13±0,10           | 55  |
| Раёк + Экосил Плюс      | 28,93±0,12            | 85  | 14,86±0,09           | 58  |
| Раёк + Гидрогумат       | 19,73±0,06            | 58  | 10,93±0,07           | 43  |
| Раёк + Наноплант        | 25,53±0,08            | 75  | 12,93±0,07           | 51  |
| Титул Дуо               | 31,39±0,08            | 92  | 11,33±0,06           | 45  |
| Титул Дуо + Экосил Плюс | 22,33±0,12            | 65  | 11,13±0,04           | 44  |
| Титул Дуо + Гидрогумат  | 23,99±0,08            | 70  | 13,13±0,09           | 52  |
| Титул Дуо + Наноплант   | 30,39±0,08            | 89  | 10,73±0,06           | 42  |
| Сосна                   |                       |     |                      |     |
| Контроль                | 10,59±0,08            | 100 | 9,33±0,03            | 100 |
| Раёк                    | 18,13±0,06            | 171 | 5,53±0,08            | 60  |
| Раёк + Экосил Плюс      | 14,79±0,08            | 140 | 6,53±0,07            | 70  |
| Раёк + Гидрогумат       | 17,19±0,03            | 162 | 5,33±0,09            | 57  |
| Раёк + Наноплант        | 15,73±0,03            | 148 | 5,73±0,06            | 61  |
| Титул Дуо               | 17,73±0,06            | 167 | 4,73±0,05            | 51  |
| Титул Дуо + Экосил Плюс | 16,19±0,13            | 153 | 3,73±0,04            | 40  |
| Титул Дуо + Гидрогумат  | 18,06±0,10            | 170 | 4,33±0,03            | 46  |
| Титул Дуо + Наноплант   | 16,73±0,03            | 158 | 4,60±0,01            | 49  |
| НСР <sub>005</sub>      | 0,18                  |     | 0,15                 |     |

Результаты биохимического анализа содержания продуктов перекисного окисления липидов в растительных тканях и величины выхода водорастворимых веществ отображают достоверное увеличение прочности клеточных мембран семян сосны и ели под влиянием обработок защитно-стимулирующими составами, что свидетельствует о повышении болезнеустойчивости растений и подтверждается ранее отмеченным снижением степени инфицирования опытных вариантов. Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что применение в защитно-стимулирующих

составах регуляторов роста положительно влияет на устойчивость сеянцев к грибной инфекции за счет ингибирующего действия фунгицидов на фитопатогены и иммунизирующего влияния регуляторов роста на растения.

#### Литература

Баранов О.Ю., Ярмолович В.А., Пантелеев С.В., Падутов В.Е. Молекулярно-генетическая диагностика инвазивных чужеродных видов фитопатогенных грибов лесных древесных пород // Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – № 6. – С.21–29.

Звягинцев В.Б. Глобализация проблем лесной фитопатологии / Проблемы лесной фитопатологии и микологии // Матер. IX Международной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Н.И. Федорова. – 2015. – С. 89–90.

Малашевич Д.Г., Дашкевич Е.А. Лесное хозяйство республики Беларусь: современное состояние и стратегические направления // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2016. – № 46. – С. 31–35.

Ярмолович В.А., Баранов О.Ю., Пантелеев С.В., Дишук Н.Г., Азовская Н.О. Рекомендации по защите посадочного материала в лесных питомниках от наиболее распространенных болезней // Труды БГТУ. – 2016. – № 1. – С.187–190.

### THE APPLICATION OF GROWTH REGULATORS IN FOREST TREE NURSERIES TO INCREASE THE RESISTANCE OF SEEDLINGS OF CONIFEROUS ROCKS TO CONIFERS TO FUNGAL PATHOGENS

V.P. Shukanov, L.A. Karytsko, E.V. Melnikova, S.N. Polyanskaya

V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of NAS of Belarus, Minsk, Belarus,  
*patphysio@mail.ru*

**Abstract.** It was revealed that the use of protective-stimulating compositions of fungicides and growth regulating preparations (Ecosil Plus, Hydrohumate, Nanoplant) stimulates to reduce the percentage of infected seedlings of pine and spruce 1.5 times after the first treatment and 2-2.3 times for re-processing. The disease resistance of planting material is enhanced by the inhibitory effect of fungicides on phytopathogens and the immunizing effect of growth regulators on plants.

**Keywords:** *pine and spruce seedlings, disease resistance, growth regulators, fungicides*