

УДК 630*232.329.1:630*160.27

С. А. Пальченко¹, Н. О. Азовская²¹Институт экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси²Белорусский государственный технологический университет**ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩЕГО СОСТАВА
НА СЕМЕНА И СЕЯНЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

Приведены результаты по изучению влияния стимулятора роста гомобраassinолид при предпосевной обработке семян, внекорневых подкормках на рост и биометрические показатели однолетних сеянцев сосны обыкновенной, а также на устойчивость семян к заражению патогеном *Fusarium oxysporum*.

Изложены сведения по различным режимам выращивания сеянцев в зависимости от кратности опрыскиваний и концентраций рабочего раствора стимулятора роста.

Наибольший стимулирующий эффект достигается при использовании гомобраassinолида в концентрации $2,5 \cdot 10^{-6}\%$. Оптимальным режимом обработки семян и сеянцев сосны обыкновенной является предпосевная обработка семян раствором гомобраassinолида с концентрацией $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ и двукратное опрыскивание вегетирующей части однолетних сеянцев сосны обыкновенной данным раствором.

Ключевые слова: сеянцы сосны обыкновенной, защитно-стимулирующий состав, гомобраassinолид, Гисинар, фузариоз.

S. A. Pal'chenko¹, N. O. Azovskaya²¹Institute of experimental botany of the National Academy of Sciences of Belarus²Belarusian State Technological University**INFLUENCE OF PROTECTIVE AND STIMULATING COMPOSITION
ON SEEDS AND SEEDLINGS OF PINUS SYLVESTRIS**

The results of studying the influence of the growth stimulator homobrassinolide during presowing seed treatment and out-of-root additional fertilizing on the growth and biometric parameters of annual *Pinus sylvestris* seedlings and on the resistance of seeds to infection by the pathogen *Fusarium oxysporum* are presented.

The data on different regimes of seedlings growing depending on the multiplicity of sprayings and the concentrations of the growth stimulant working solution are given.

The greatest stimulating effect is achieved when using homobrassinolide in a concentration of $2,5 \cdot 10^{-6}\%$. Optimal treatment of seeds and seedlings of *Pinus sylvestris* is the presowing treatment of seeds with a solution of homobrassinolide with a concentration of $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ and double spraying of the vegetative part of annual pine seedlings with this solution.

Keywords: seedlings of *Pinus sylvestris*, protective and stimulating composition, homobrassinolide, Gisinar, Fusariosis.

Введение. В настоящее время перед лесным хозяйством Беларуси стоят задачи по повышению продуктивности и устойчивости лесов, комплексному и рациональному использованию лесных ресурсов. Ежегодно выполняются значительные объемы работ по лесовосстановлению и лесоразведению [1].

В Государственной программе «Белорусский лес» на 2016–2020 годы поставлена задача интенсификации ведения лесного хозяйства [2]. В лесных питомниках внедряются современные интенсивные агротехнологии выращивания посадочного материала в открытом и закрытом грунте с применением современных регуляторов роста, пестицидов, микроудобрений и систем полива растений. В настоящее время в лесных питомниках для лесокультурных и озеле-

нительных целей выращивается более 200 видов деревьев и кустарников. В 2016 г. было выращено 276,2 млн шт. посадочного материала, в том числе 174,1 млн шт. сеянцев сосны обыкновенной.

Посадочный материал выращивается для создания как лесных культур, так и защитных и рекреационных насаждений, озеленения населенных пунктов. Технология выращивания лесного посадочного материала включает в себя совокупность агротехнических приемов и операций, обеспечивающих выращивание в лесном питомнике посадочного материала заданного качества.

Применение современных защитно-стимулирующих составов в качестве дополнительного агроприема, способного ускорять рост и развитие

растения, повышать его устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, позволяет получить высококачественные семена [3]. Данный посадочный материал должен соответствовать определенным размерам надземной и подземной частей и оптимальному соотношению их биомассы [4, 5].

Целью работы является изучение влияния защитно-стимулирующего состава при предпосевной обработке семян, внекорневых подкормках семян сосны обыкновенной на рост и развитие семян, а также на устойчивость семян к заражению патогеном *Fusarium oxysporum*.

Основная часть. Объектами исследований явились семена и однолетние сеянцы сосны обыкновенной, обработанные защитно-стимулирующим составом (ЗСС) и микроудобрениями. Защитно-стимулирующий состав включает в себя стимулятор роста гомобрассинолид и пленкообразователь Гисинар.

Стимулятор роста гомобрассинолид относится к брассиностероидам, которые представляют одну из наиболее распространенных групп природных соединений, является экологически безопасным препаратом и применяется в малых дозах, сопоставимых с естественным содержанием его в тканях растений. Препарат обладает ростостимулирующим, антистрессовым и адаптивным действием, активизирует защитную реакцию организма к различным болезням, повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, способен стимулировать прорастание семян [6–10].

Брассиностероиды обеспечивают удлинение побегов, однако ингибируют рост и развитие корневой системы, являясь антагонистами ауксинов. Применение брассиностероидов приводит к ускорению транспорта ассимилятов, дифференциации ксилемы, повышению всхожести семян и другому, они участвуют в развитии семяпочки и образовании семян. Также установлена способность брассиностероидов повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды.

Гомобрассинолид синтезирован Институтом биоорганической химии НАН Беларуси и включен в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» [11].

Гисинар представляет собой полиэлектролитный гидрогель, полученный путем формирования поперечных связей между макромолекулами сополимера натриевой соли акриловой кислоты с акриламидом посредством воздействия ионизирующего излучения. Исследуемый препарат является биотехническим средством,

предназначенным для инкрустирования семян зерновых культур и обработки вегетирующих растений как самостоятельно, так и в составе защитно-стимулирующих составов (ЗСС). Гидрогель способствует сохранению влаги в почве в отсутствие регулярного полива, а также участвует в регулировании водного, воздушного и минерального режимов питания растений [12].

Прилипатель Гисинар – это бесцветный гель или раствор, обладает хорошей удерживающей способностью на семенах, хорошо растворяется в воде, не ядовит, не взрывоопасен, не горюч, срок годности – 1 год.

Гидрогель, добавляемый в ЗСС, благодаря своей высокой клеящей способности позволяет надежно закреплять протравители, стимуляторы роста, микроэлементы и другие физиологически активные вещества на поверхности зерен и вегетирующих растений, что способствует их защите от патогенов, повышает всхожесть семян и устойчивость вегетирующих растений к неблагоприятным факторам среды. При этом имеет место сокращение потерь дорогостоящих препаратов при обработке, выгрузке, транспортировке, хранении, посеве семян, воздействии погодных условий.

В настоящее время препарат Гисинар зарегистрирован в качестве биотехнического средства в «Главной государственной инспекции по семеноводству, карантину и защите растений» Минсельхозпрода Республики Беларусь для зерновых культур ржи озимой, пшеницы яровой, ячменя, овса и культуры льна-долгунца и включен в «Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь» [11].

Изучение влияния ЗСС на посевные качества семян проводилось в лабораторных условиях на базе филиала Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра в г. Глубокое. Для проращивания семян использовали стол шведской фирмы ВСС. Для оценки влияния ЗСС на посевные качества семян применялся и в последующих опытах:

Контроль (H₂O);

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁶%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁷%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁸%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁶% + Гисинар 0,25%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁷% + Гисинар 0,25%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁸% + Гисинар 0,25%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁶% + Гисинар 0,10%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁷% + Гисинар 0,10%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁸% + Гисинар 0,10%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁶% + Гисинар 0,05%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁷% + Гисинар 0,05%;

Гомобрассинолид 2,5 · 10⁻⁸% + Гисинар 0,05%.

Семена намачивали в течение 18 ч в водных растворах вышеуказанных препаратов, затем обмакивали в растворах прилипателя. Рабочие растворы приготавливали непосредственно перед обработкой семян путем разбавления дистиллированной водой исходного раствора препарата до необходимой концентрации. Для этого применялись специальные дозаторы переменного и постоянного объема фирмы Digital. В качестве контроля использовали семена, намоченные в дистиллированной воде.

На 7-й день определяли энергию прорастания семян, а на 15-й – техническую всхожесть, согласно ТКП 546-2014 (02080) [13].

Полученные результаты эксперимента [14] свидетельствуют о положительном действии стимулятора роста гомобрассинолид на посевные качества семян. Однако совместное использование с прилипателем Гисинар усиливает его действие. Наибольшие величины исследуемых показателей наблюдаются при замачивании семян сосны в растворах защитно-стимулирующего состава, состоящих из гомобрассинолида в концентрациях $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ и $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ и 0,10% Гисинара. Энергия прорастания семян в обоих случаях достигла значений 78%, а техническая всхожесть составила 94 и 95% соответственно.

Исследования влияния ЗСС на устойчивость семян и ростовые процессы сеянцев сосны обыкновенной проводились в посевном отделении питомника ГЛХУ «Двинская ЭЛБ Института леса НАН Беларуси».

Опыт был заложен на почве со следующими агрохимическими показателями: кислотность $pH_{KCl} = 6,1$; содержание гумуса – 4,7%; подвижного фосфора – 18,55 мг/100 г; легкогидролизуемого азота – 11,07 мг/100 г; Ca – 12,33 мг-экв./100 г; Mg – 2,07 мг-экв./100 г почвы.

В посевном отделении питомника осуществлялся механизированный посев семян сеялкой лесной навесной СЛН-5 в агрегате с трактором МТЗ-82. Способ посева 5-строчный, узкобороздковый (3 см), расстояние между строчками 22,5 см, межленточное пространство – 70 см.

Посев сосны обыкновенной проводился весной при достижении оптимальных температуры и влажности, не допускающих пересыхания семян.

Для изучения влияния стимулятора роста гомобрассинолид на рост сосны осуществлялся посев с нормой высева семян 30 кг на гектар, что соответствует 200 шт. на 1 погонный метр.

После посева проводили мульчирование смесью опилок с песком слоем 0,5–1,0 см и прикатывание катком. Повторность опыта – 3-кратная.

Для борьбы с сорняками проводилась прополка посевов с одновременным рыхлением

почвы. В соответствии с запланированными вариантами опыта, а также с целью увеличения эффективности действия стимуляторов роста было проведено 2-кратное опрыскивание растений. Обработка предусматривала 2 основных этапа: замачивание семян перед посевом и опрыскивание вегетирующих частей сеянцев. Предпосевная обработка заключалась в замачивании семян на 18 ч.

Изучение влияния оптимальных доз и количества обработок рабочими растворами исследуемых концентраций стимуляторов роста проводилось в периоды интенсивного роста и развития сеянцев путем различного количества обработок (0–2 обработки) с учетом фенофаз [15].

Первая обработка осуществлена в фазу разверзания почки зачаточного побега. Опрыскивание проводилось вручную опрыскивателем в тихую и сухую погоду в вечерние часы. Вторая обработка выполнена в начале фазы интенсивного роста стволика в период интенсивного потребления основных источников минерального питания.

В течение вегетационного периода проводились внекорневые подкормки посевов жидкими минеральными удобрениями. Двукратно растения опрыскивались удобрением Басфолиар 12-4-6 с концентрацией рабочего раствора 0,5%. В конце августа проводилась третья подкормка 0,5%-ным раствором минерального удобрения Эколист РК-1.

При всех подкормках расход рабочего раствора составил 40 мл/м².

В конце вегетационного периода методом случайной выборки из каждого варианта опыта в 3-кратной повторности был произведен отбор 50 сеянцев, у которых измеряли высоту стволика, диаметр корневой шейки, длину корневой системы.

Полученные при измерениях данные обрабатывались на ЭВМ при помощи программы Statistica 6.0 с использованием ряда методических разработок [16–18].

Результаты полевых исследований представлены в табл. 1.

Полученные данные свидетельствуют о высокой физиологической активности исследуемых препаратов. Установлено достоверное положительное влияние препаратов на рост сеянцев в высоту, а также на формирование корневой системы. Максимальный рост стволика в высоту наблюдается при воздействии ЗСС гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,10%. Исследуемая величина составила 68,0 мм. Исключая два варианта (гомобрассинолид в концентрации $2,5 \cdot 10^{-8}\%$ и гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,10%), также отмечается достоверная зависимость влияния препаратов на диаметр стволика сеянцев.

Таблица 1

Влияние защитно-стимулирующего состава на рост сеянцев сосны обыкновенной

Вариант опыта	Высота стволика, мм ($M \pm m$)	$T_{\text{факт}}$	Длина корней, мм ($M \pm m$)	$T_{\text{факт}}$	Диаметр корневой шейки, мм ($M \pm m$)	$T_{\text{факт}}$
Контроль	$55,4 \pm 0,39$ 100	–	$158,7 \pm 0,39$ 100	–	$1,46 \pm 0,110$ 100	–
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	$57,5 \pm 0,85$ 104	2,60	$166,7 \pm 2,90$ 105	4,19	$1,66 \pm 0,040$ 114	6,60
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$	$59,7 \pm 1,73$ 108	3,53	$166,8 \pm 6,06$ 105	3,22	$1,59 \pm 0,071$ 109	3,38
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$	$57,8 \pm 0,76$ 104	2,92	$163,3 \pm 2,82$ 103	2,85	$1,48 \pm 0,038$ 101	0,77
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + Гисинар 0,25%	$65,3 \pm 0,82$ 118	12,25	$175,7 \pm 3,55$ 111	6,10	$1,76 \pm 0,033$ 121	10,34
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,25%	$57,1 \pm 0,64$ 103	2,25	$160,7 \pm 0,78$ 101	2,56	$1,57 \pm 0,037$ 108	4,10
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + Гисинар 0,25%	$63,0 \pm 0,83$ 114	9,35	$172,7 \pm 3,01$ 109	5,87	$1,67 \pm 0,031$ 114	7,71
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + Гисинар 0,10%	$66,6 \pm 0,89$ 120	12,91	$163,1 \pm 2,53$ 103	2,14	$1,51 \pm 0,025$ 103	2,16
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,10%	$68,0 \pm 0,97$ 123	13,74	$166,6 \pm 2,54$ 105	3,80	$1,50 \pm 0,027$ 103	1,68
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + Гисинар 0,10%	$65,1 \pm 0,89$ 118	11,10	$172,9 \pm 2,76$ 109	6,20	$1,62 \pm 0,033$ 111	5,54
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + Гисинар 0,05%	$64,8 \pm 0,85$ 117	11,20	$188,4 \pm 3,31$ 119	11,00	$1,63 \pm 0,024$ 112	7,38
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,05%	$63,3 \pm 0,79$ 114	9,79	$163,8 \pm 2,53$ 103	2,46	$1,60 \pm 0,025$ 110	5,78
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + Гисинар 0,05%	$59,3 \pm 0,69$ 107	5,29	$161,6 \pm 1,27$ 102	2,78	$1,53 \pm 0,028$ 105	2,83

Примечание. 1. В знаменателе процент относительно контроля. 2. Стандартное значение коэффициентов Стьюдента: $t_{0,05} = 1,96$; $t_{0,01} = 2,58$.

Судить о росте и развитии сеянцев невозможно в полной мере без изучения и анализа накопления сухого органического вещества, показатель которого тесно коррелирует с линейными показателями роста. В табл. 2 представлены результаты исследований влияния препаратов на накопление биомассы однолетними сеянцами сосны.

Установлено, что использование стимулятора роста и ЗСС привело к значительному изменению надземной и подземной биомасс сеянцев. Стимулирующий эффект отмечен практически во всех вариантах опыта. Наиболее выражено увеличение биомассы стволиков при обработке ЗСС, состоящий из гомобрассинолида во всех интервалах концентраций и 0,10% Гисинара. В данных вариантах масса 100 стволиков с хвоей равна, соответственно, 40,42; 30,02 и 35,05 г.

Наиболее оптимальное (2,49) соотношение масс надземной части растения к подземной наблюдается при опрыскивании сеянцев сосны раствором гомобрассинолида $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,10%. В данных вариантах масса 100 стволиков с хвоей равна, соответственно, 40,42; 30,02 и 35,05 г.

Оценка устойчивости семян сосны обыкновенной к патогену *Fusarium oxysporum* (табл. 3) проводилась по разработанной нами методике, предусматривающей искусственное заражение семян спорами патогена в лабораторных условиях.

Искусственное заражение семян сосны обыкновенной осуществляли следующим образом. В лабораторных условиях в боксе предварительно выполняли стерилизацию чашек Петри вместе с фильтровальной бумагой с раздельной стерилизацией семян марганцовокислым калием (KMnO_4). Необходимую для заражения культуральную жидкость получали путем смыва дистиллированной водой чистой культуры гриба. Успешное заражение семян возможно лишь при достаточном количестве спор патогена в суспензии. Концентрацию спор в суспензии определяли с помощью специального прибора, позволяющего произвести подсчет спор гриба *Fusarium oxysporum* – счетной камеры Горяева (Haemocytometer). В результате расчетов установлено, что в 1 см^3 суспензии находится 250 тыс. спор гриба, число которых достаточно для заражения семян.

Таблица 2

**Влияние защитно-стимулирующего состава на накопление биомассы
сеянцами сосны обыкновенной**

Вариант опыта	Масса 100 шт., г (M)			Соотношение надземной части к подземной
	стволоков с хвоей	корневой системы	общая	
Контроль	$\frac{26,28}{100}$	$\frac{8,68}{100}$	$\frac{35,57}{100}$	3,10
Гомобрасинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	$\frac{23,96}{91}$	$\frac{10,50}{121}$	$\frac{34,46}{97}$	2,28
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$	$\frac{27,80}{106}$	$\frac{10,42}{120}$	$\frac{38,22}{107}$	2,67
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$	$\frac{34,43}{131}$	$\frac{12,62}{145}$	$\frac{47,05}{132}$	2,73
Гомобрасинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + Гисинар 0,25%	$\frac{28,47}{108}$	$\frac{9,43}{109}$	$\frac{37,90}{107}$	3,02
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,25%	$\frac{32,03}{122}$	$\frac{10,80}{124}$	$\frac{42,83}{120}$	2,97
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + Гисинар 0,25%	$\frac{20,31}{77}$	$\frac{6,97}{80}$	$\frac{27,29}{77}$	2,91
Гомобрасинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + Гисинар 0,10%	$\frac{40,42}{154}$	$\frac{12,05}{139}$	$\frac{52,57}{148}$	3,35
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,10%	$\frac{30,02}{114}$	$\frac{12,07}{139}$	$\frac{42,09}{118}$	2,49
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + Гисинар 0,10%	$\frac{35,05}{133}$	$\frac{11,99}{138}$	$\frac{47,04}{132}$	2,92
Гомобрасинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + Гисинар 0,05%	$\frac{34,62}{132}$	$\frac{11,16}{129}$	$\frac{45,77}{129}$	3,10
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + Гисинар 0,05%	$\frac{33,92}{129}$	$\frac{11,89}{137}$	$\frac{45,81}{129}$	2,85
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + Гисинар 0,05%	$\frac{28,55}{109}$	$\frac{9,98}{115}$	$\frac{38,53}{108}$	2,86

Примечание. В знаменателе процент относительно контроля.

Таблица 3

Результаты учета заражения семян сосны обыкновенной патогеном *F. oxysporum*

Дни учета	Варианты опыта (% заражения семян с нарастающим итогом)												
	Контроль	Гб. $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	Гб. $2,5 \cdot 10^{-7}\%$	Гб. $2,5 \cdot 10^{-8}\%$	Гб. $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + + Г. 0,25%	Гб. $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + + Г. 0,25%	Гб. $2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + + Г. 0,25%	Гб. $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + + Г. 0,10%	Гб. $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + + Г. 0,10%	Гб. $2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + + Г. 0,10%	Гб. $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ + + Г. 0,05%	Гб. $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + + Г. 0,05%	Гб. $2,5 \cdot 10^{-8}\%$ + + Г. 0,05%
3	Заражения не выявлено												
6	Заражения не выявлено												
9	1	2	1	2	–	–	1	–	–	1	–	–	1
12	3	7	8	9	5	5	7	7	8	3	2	1	4
15	10	12	18	16	7	5	15	12	10	11	2	3	9
18	41	49	47	46	37	47	57	40	22	56	11	11	40
21	73	79	86	79	82	82	86	70	44	92	32	50	86
24	87	89	91	92	92	96	90	87	81	98	50	77	91
27	91	91	93	95	94	97	91	90	88	99	54	92	91
30	95	95	93	96	96	98	93	92	93	99	61	95	91

При помощи пипетки споры гриба *Fusarium oxysporum* вместе с водой переносили в чашки Петри на фильтровальную бумагу, затем туда помещали семена (в каждую чашку Петри помещали по 25 шт. семян). Предварительно семена были замочены в растворах защитно-стимулирующего состава в течение 18 ч. Чашки Петри накрывали крышками и помещали в термостат с заданной постоянной температурой 26°C. Учет степени заражения семян производили в отдельные дни с интервалом в три дня на протяжении 30 дней. В учетные дни подсчитывали количество пораженных семян с последующим их изыманием. При каждом учете семян для увлажнения фильтровальной бумаги в чашки Петри добавляли по 4–5 капель дистиллированной воды. Повторность опыта – 4-кратная.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на протяжении всего периода заражения семян наблюдаются различия в характере заражения. Тенденция наиболее значимой пораженности семян сосны обыкновенной отмечается на контроле и в варианте с чистым гомобрассинолидом.

Однако к концу эксперимента динамика выравнивается. Массовое заражение семян происходит на 18-й день. Наиболее четко характер влияния ЗСС на устойчивость семян сосны к патогену отмечается на 21-й день опыта (рисунок).

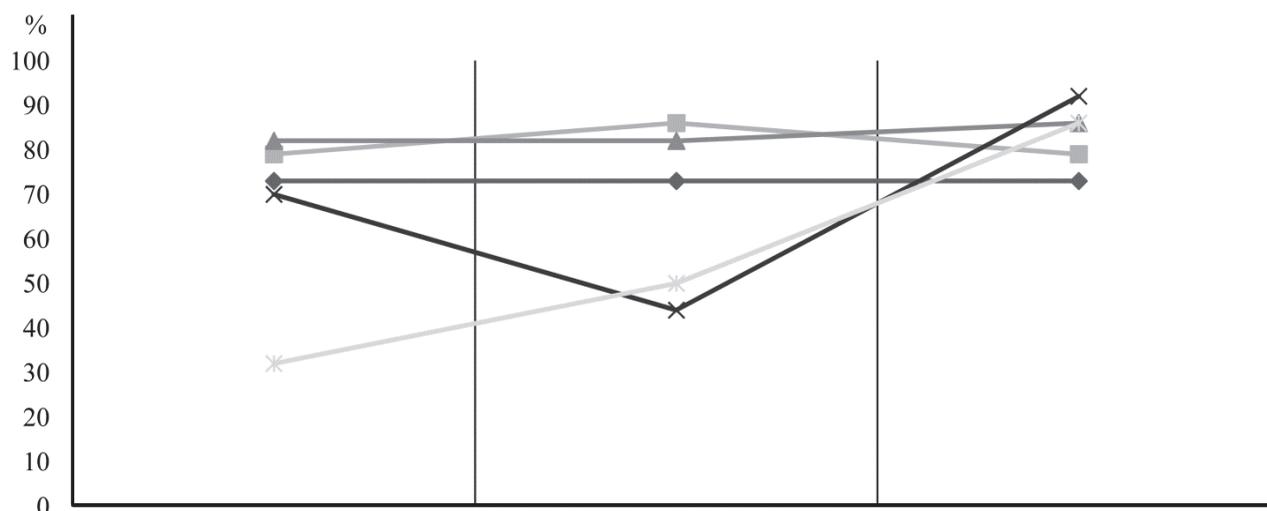
При анализе учета заражения семян выявлено, что чистый стимулятор роста гомобрассинолид во всем спектре исследуемых кон-

центраций не защищает семена сосны от поражения грибом. С увеличением концентрации в растворе прилипателя (0,25%) заражение семян усиливается. Уменьшение концентрации Гисинара (0,10 и 0,05%) увеличивает эффект защиты. Однако, при использовании минимальной концентрации гомобрассинолида ($2,5 \cdot 10^{-8}\%$) с 0,10% и 0,05% Гисинаром наблюдается наибольший процент заражения семян (92 и 86%, соответственно). Высокая устойчивость семян сосны к патогену отмечена при использовании в растворе низких концентраций прилипателя и высоких стимулятора. При замачивании семян в растворах гомобрассинолида $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ + 0,10% Гисинара процент заражения семян составил 44%. При обработке ЗСС гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ и $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ в смеси с 0,05% Гисинаром исследуемые показатели составили, соответственно, 32 и 50%.

Заключение. Защитно-стимулирующий состав белорусского производства – гомобрассинолид положительно влияет на рост и развитие однолетних сеянцев сосны обыкновенной, а также повышает устойчивость семян к заражению фузариозом.

Оптимальным режимом выращивания посадочного материала однолетних сеянцев сосны обыкновенной является предпосевная обработка семян раствором гомобрассинолида в концентрации $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ и 2-кратное опрыскивание сеянцев указанным раствором.

Работа выполнена при поддержке Гранта НАН Беларуси для аспирантов и докторантов.



Показатели заражения семян сосны *F. oxysporum* на 21-й день учета в различных вариантах опыта:

- ◆ Контроль;
- Гомобрассинолид;
- ▲ Гомобрассинолид + Гисинар 0,25%;
- × Гомобрассинолид + Гисинар 0,10%;
- * Гомобрассинолид + Гисинар 0,05%

Литература

1. Волкович А. П., Носников В. В. Интенсивные технологии выращивания посадочного материала и лесовосстановления: тексты лекций. Минск: БГТУ, 2015. 74 с.
2. Государственная программа «Белорусский лес» на 2016–2020 годы / Мин-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь. Минск, 2016. Постановление Совета Министров Респ. Беларусь 18.03.2016, № 215.
3. Картель Н. А. Биотехнология в растениеводстве: учебник. Минск: Тэхналогія, 2005. 310 с.
4. Крук Н. К. Лесные культуры Беларуси: динамика, видовой состав, методы создания (1944–2000 гг.) // Лесное и охотничье хозяйство. 2008. № 3. С. 17–22.
5. Выращивание сеянцев хвойных пород в теплицах с полиэтиленовым покрытием / Е. Л. Маслаков [и др.]. Л.: ЛенНИИЛХ, 1979. 54 с.
6. Grove M. D., Spencer G. F., Rohwedder W. K., Mandava N., Worley J. F., Warthen Jr. J. D., Stefens G. L., Flippen-Anderson J. L., Cook Jr. J. C. Brassinolide, a plant growth-promoting steroid isolated from *Brassica napus* pollen // *Nature (London)*. 1979. Vol. 281. P. 216–217.
7. Mitchell Y. W., Mandava N., Worley J. F., Plimmer J. R., Smith. Brassins M. V. A New Family of Plant Hormones from Rape PollenV // *Nature*. 1970. Vol. 225. P. 1065.
8. Mitchell J. W., Mandava N., Worley J. F., Drowne M. E. Fatty hormones in pollen and immature seeds of bean // *Journal Agric Food Chem*. 1971. P. 391–393.
9. Задворнова Ю. В. Инициация митотического деления в клетках зародышей прорастающих семян *Brassica oleracea* L. под влиянием брассиностероидов: материалы IV-й Междунар. науч. конф. «Регуляция роста, развития и продуктивности растений», Минск, 26–28 октября 2005 г. / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники; редкол.: Н. А. Ламан [и др.]. Минск, 2005. С. 84.
10. Ниловская Н. Т. Действие эпибрассинолида на продуктивность и устойчивость к засухе яровой пшеницы // *Агрохимия*. 2001. № 2. С. 46–50.
11. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Минск: Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений, 2014. 627 с.
12. Привалов Ф. И. Биологизация приемов в технологиях возделывания зерновых культур. Несвиж: Несвижская укрупненная типография им. С. Будного, 2007. 188 с.
13. Правила оценки посевных качеств семян лесных растений: ТКП 546-2014 (02080). Введ. 19.09.2014. Разработан Мин-вом лесного хоз-ва Респ. Беларусь при участии УП «Белгипролес» Минск: Мин-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2014. 37 с.
14. Пальченко С. А. Влияние защитно-стимулирующего состава на посевные качества семян и выход стандартного посадочного материала сосны обыкновенной: сб. тр. Междунар. науч. конф. молодых ученых «Молодежь в науке», Минск, 22–25 ноября 2016 г. Минск, 2016. С. 163.
15. Романов Е. М. Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнические аспекты. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. 500 с.
16. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
17. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
18. Метляев В. Д. Краткое пособие по работе с пакетом программ Statgraphics. М.: МГУ им. Ломоносова, 1988. 107 с.

References

1. Volkovich F. P., Nosnikov V. V. *Intensivnyye tekhnologii vyrashchivaniya posadochnogo materiala i lesvosstanovleniya* [Intensive technologies for growing planting material and reforestation]. Minsk, BGTU Publ., 2015. 74 p.
2. *Gosudarstvennaya programma «Belorusskiy les» na 2016–2020 gody* [The State Program “Belarusian Forest” for 2016–2020]. Minsk, Min-vo lesnogo khoz-va Rесп. Belarus’ Publ., 2016.
3. Kartel’ N. A. *Biotekhnologiya v rasteniyevodstve* [Biotechnology in plant growing]. Minsk, Tekhnologiya Publ., 2005. 310 p.
4. Kruk N. K. Forest cultures of Belarus: dynamics, species composition, methods of creation (1944–2000). *Lesnoye i okhotnich’ye khozaystvo* [Forestry and Hunting]. 2008, no. 3, pp. 17–22 (In Russian).
5. Maslakov E. L. *Vyrashchivaniye seyantsev khvoynykh porod v teplisakh s polietilenovym pokrytiyem* [Growth of coniferous seedlings in greenhouses with polyethylene coating]. Leningrad, LenNIILH Publ., 1979. 54 p.
6. Grove M. D., Spencer G. F., Rohwedder W. K., Mandava N., Worley J. F., Warthen Jr. J. D., Stefens G. L., Flippen-Anderson J. L., Cook Jr. J. C. Brassinolide, a plant growth-promoting steroid isolated from *Brassica napus* pollen. *Nature (London)*. 1979, vol. 281, pp. 216–217.

7. Mitchell Y. W., Mandava N., Worley J. F., Plimmer J. R., Smith. Brassins M. V. A New Family of Plant Hormones from Rape PollenV. *Nature*, 1970, vol. 225, 1065 p.
8. Mitchell J. W., Mandava N., Worley J. F., Drowne M. E. Fatty hormones in pollen and immature seeds of bean. *Journal Agric Food Chem*, 1971, pp. 391–393.
9. Zadornova Yu. V. [The initiation of mitotic division in the cells of embryos of germinating seeds of Brassica oleracea L. under the influence of brassinosteroids]. *Materialy Mezhdunar. nauch. konf. («Regulyatsiya rosta, razvitiya i produktivnosti ratseniy»)* [Materials of the Interregional Scientific Conference (“Regulation of growth, development and productivity of plants”)]. Minsk, 2005. P. 84 (In Russian).
10. Nilovskaya N. T. Effect of epibrassinolide on productivity and resistance to drought of spring wheat. *Agrokimiya* [Agrokimiya]. 2001, no. 2, pp. 46–50 (In Russian).
11. *Gosudarstvennyy reestr sredstv zashchity rasteniy (pestitsidov) i udobreniy, razreshennykh k primeneniyu na territorii Respubliki Belarus'* [State Register of Plant Protection Products (Pesticides) and Fertilizers Permitted for Use on the Territory of the Republic of Belarus]. Minsk, 2014. 627 p.
12. Privalov F. I. *Biologizatsiya priemov v tekhnologiyakh vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur* [Biologization of methods in the cultivation of cereals]. Nesvizh, Nesvizhskaya ukрупnennaya tipografiya im. S. Budnogo Publ. 2007. 188 p.
13. ТКР 546-2014 (02080). Rules for assessing the sowing qualities of seeds of forest plants. Minsk, Min-vo lesnogo khoz-va Resp. Belarus' Publ., 2014. 37 p. (In Russian).
14. Pal'chenko S. A. [The influence of the protective-stimulating composition on the seed quality of seeds and the yield of the standard planting stock of Scots pine]. *Sb. tr. Mezhdunar. nauch. konf. molodykh uchenykh («Molodyozh' v nauke»)* [Materials of the Interregional Scientific Conference (“Youth in Science”)]. Minsk, 2016. P. 163 (In Russian).
15. Romanov E. M. *Vyrashchivaniye seyantsev drevesnykh rasteniy: bioekologicheskiye i agrotekhnicheskiye aspekty*. Joshkar-Ola, MarGTU Publ., 2000. 500 p.
16. Zaytsev G. N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike* [Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1984. 424 p.
17. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vyssh. shk., 1990. 352 p.
18. Metlyaev V. D. *Kratkoye posobiye po rabote s paketom programm Statgraphics* [A brief guide to working with the Statgraphics software package]. Moscow, MGU im. Lomonosova Publ., 1988. 107 p.

Информация об авторах

Пальченко Светлана Анатольевна – младший научный сотрудник группы научно-технической информации и патентоведения. Институт экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси (220072, г. Минск, ул. Академическая, 27, Республика Беларусь). E-mail: s-link85@mail.ru

Азовская Наталья Олеговна – кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: azovskaya_natasha@tut.by

Information about the authors

Pal'chenko Svetlana Anatol'yevna – Junior Researcher of group of scientific and technical information and patent science. Institute of experimental botany of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya str., 220072 Minsk, Republic of Belarus). E-mail: s-link85@mail.ru

Azovskaya Natal'ya Olegovna – PhD (Agriculture), lecturer, the Department of Occupational Safety. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: azovskaya_natasha@tut.by

Поступила 16.05.2017