

УДК 630*232.329.1:630*160.27

С. А. Пальченко, аспирант (ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»);
А. К. Пальченко, зам. директора по научной работе
(ГЛХУ «Двинская ЭЛБ Институт леса НАН Беларуси»)

ВЫРАЩИВАНИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТИМУЛЯТОРА РОСТА ГОМОБРАССИНОЛИД

Поставлены опыты по изучению влияния стимулятора роста гомобрассинолид на рост сеянцев сосны обыкновенной. Дана его краткая характеристика. Приведены результаты влияния исследуемого препарата на биометрические показатели роста однолетних сеянцев сосны обыкновенной, грунтовую всхожесть семян, сохранность сеянцев и выход стандартного посадочного материала. Исследованы различные режимы выращивания сеянцев в зависимости от кратности опрыскиваний и концентраций рабочего раствора. Оптимальным режимом обработки семян и сеянцев сосны обыкновенной является предпосевная обработка семян раствором гомобрассинолида с концентрацией $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ и двукратное опрыскивание вегетирующей части растений данным раствором.

Experiments were performed to study the effect of a growth stimulator homobrassinolide on the growth of Scots pine seedlings. Its properties were briefly reviewed. An investigation was made into the effect of homobrassinolide on the biometric parameters of the growth of one-year-old Scots pine seedlings, field germination of seeds, conservation of seedlings and yield of standard planting stock. A variety of regimes of the growing of Scots pine seedlings were studied in relation to the number of spray treatments and concentrations of the operating solution. The pre-seeding treatment of seeds followed by the double treatment of the aboveground parts of seedlings with homobrassinolide solution at a concentration of $2.5 \cdot 10^{-6}\%$ proved to be the best regime of treatment.

Введение. В настоящее время актуальной проблемой в лесном хозяйстве является получение достаточного количества стандартного посадочного материала, от качества которого зависит эффективность искусственного лесовосстановления.

По данным Министерства лесного хозяйства, на 1 января 2009 г. в республике имеется 160 питомников общей площадью 1266,9 га. Посевные отделения занимают 413,9 га, что составляет 32,67%.

В 2008 г. питомническим хозяйством выращено всего 409 млн. шт. посадочного материала. На долю стандартных сеянцев и саженцев приходится 77%.

Хвойных пород в 2008 г. выращено 387,6 млн. шт. посадочного материала (в том числе сосны обыкновенной – 246,2 млн. шт.). Из них 294,7 млн. шт. приходится на однолетние сеянцы, что составляет от общего количества 76%.

В 2008 г. однолетних сеянцев сосны обыкновенной выращено 208 млн. шт., из них количество стандартных составило 203 млн. шт.

При создании лесных культур используется 18 видов древесных и кустарниковых пород с долевым участием в породном составе культур хвойных пород (87,1%), в видовом составе которых преобладает сосна обыкновенная – 66,6% [1].

В связи с этим выращиванию стандартного посадочного материала сосны уделяется большое внимание, так как основным и наиболее

эффективным методом производства лесных культур в настоящее время является посадка.

Одним из путей решения проблемы получения качественного посадочного материала является применение при выращивании сеянцев современных физиологически активных веществ – стимуляторов роста [2, 3].

Цель исследований – изучение влияния стимулятора роста гомобрассинолид на грунтовую всхожесть семян сосны, рост и сохранность сеянцев, количество и процент выхода стандартного посадочного материала.

Основная часть. Гомобрассинолид синтезирован Институтом биоорганической химии НАН Беларуси.

Исследуемый препарат относится к группе брассиностероиды, представляющие одну из наиболее распространенных групп природных соединений, объединяемых по структурному принципу. В 1979 г. в США был выделен из пыльцы рапса новый уникальный гормон со стероидной структурой для регуляции роста растений – брассинолид. Спектральный метод и рентгеноструктурный анализ показали, что он относится к классу стероидов и имеет уникальную для этого ряда лактонную структуру цикла В, характеризуется *транс*-АВ-сочленением, наличием боковой цепи с 22R, 23R-диольной группировкой, а также альфа-цис-диольной группировкой в цикле А [4]. Брассиностероиды – вещества, широко распространенные в живой природе. К настоящему времени выделено более 40 соединений данной группы.

Гомобрассинолид является экологически безопасным препаратом. Применяется в малых дозах, сопоставимых с естественным содержанием его в тканях растений. При обработке семян препаратом происходило стимулирование прорастания семян, при этом у менее зрелых семян и у семян, подвергшихся длительному хранению, влияние обработки было более эффективным [4, 5].

Гомобрассинолид обладает антистрессовым и адаптогенным действием, повышающим устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, способен стимулировать прорастание семян.

Брассиностероиды обеспечивают удлинение побегов многих растений при низких концентрациях. Однако при воздействии растворами высоких концентраций данные препараты ингибируют рост и развитие корней, являясь антагонистами ауксинов [5].

Исследование влияния гомобрассинолида на грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной, ростовые процессы однолетних сеянцев, выход стандартного посадочного материала, а также определение оптимальных доз, комбинаций и количества обработок физиологически активным веществом проводились в посевном отделении питомника ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз».

Опыт был заложен на почве со следующими агрохимическими показателями: кислотность $pH_{KCl} - 5,27$, содержание гумуса – 3,5%, подвижного фосфора $P_2O_5 - 10,51$ мг/100 г, легкогидролизуемого азота N – 7,58 мг/100 г, обменного калия $K_2O - 10,0$ мг/100 г, Ca – 3,09 мг-экв/100 г, Mg – 0,16 мг-экв/100 г почвы.

На протяжении года, предшествующего посеву, вносился компост (торф с навозом) в количестве 100 т/га и минеральные удобрения: суперфосфат двойной – 90 кг/га, сульфат калия – 63 кг/га.

С целью активизации биохимических процессов в течение 2008 г. проводилась основная обработка почвы путем неоднократной вспашки, культивации и сбора камней. На зиму почва была вспахана на глубину 20 см. Весной вручную внесено 35 кг/га мочевины. После дискования почва обрабатывалась культиватором *Egedal* в агрегате с трактором МТЗ-82, затем прикатывалась катком.

Строчки размечались вручную с помощью специальных маркеров. Посев осуществлялся также вручную.

Посев сосны обыкновенной проводился 23–25 апреля 2009 г. при достижении оптимальных температуры и влажности, не допускающих пересыхания семян. Способ посева 4-строчный, узкобороздковый (3 см), рас-

стояние между строчками – 25 см, межленточное пространство – 70 см.

Для изучения влияния стимулятора роста гомобрассинолид на рост сосны обыкновенной осуществлялся посев с нормой высева семян 30 кг на га, что соответствует 200 шт. на 1 п. м.

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

Для борьбы с сорняками проводилась многократная прополка посевов с одновременным рыхлением почвы. В соответствии с запланированными вариантами опыта, а также с целью увеличения эффективности действия стимуляторов роста, было проведено неоднократное опрыскивание растений. Предусматривалась обработка в 2 основных этапа: намачивание семян перед посевом и опрыскивание вегетирующих частей сеянцев. Предпосевная обработка заключалась в намачивании семян на 18 ч.

Исследовались следующие концентрации препарата: $2,5 \cdot 10^{-6}$, $2,5 \cdot 10^{-7}$, $2,5 \cdot 10^{-8}\%$. В качестве контроля использовали семена, намоченные в воде.

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

Первая обработка проведена в фазу разворачивания почки зачаточного побега [6]. Опрыскивание проводилось вручную опрыскивателем в тихую и сухую погоду в вечерние часы. Вторая обработка проведена в начале фазы интенсивного роста стволика в период интенсивного потребления основных источников минерального питания [6].

В течение вегетационного периода проводились внекорневые подкормки посевов жидкими минеральными удобрениями. Двукратно растения опрыскивались удобрением Басфолиар 12-4-6 (процент содержания N, P, K соответственно) с концентрацией рабочего раствора 0,5%. В конце августа проводилась третья подкормка 0,5%-ным раствором минерального удобрения Эколист РК-1 (P – 19%, K – 9%).

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

Грунтовую всхожесть (табл. 1) определяли в период полного распускания семядолей.

В конце вегетационного периода осуществлялся подсчет общего количества растений во всех вариантах опыта с целью определения сохранности сеянцев, количества и процента выхода стандартного посадочного материала сосны при дальнейшей обработке данных.

Таблица 1

**Влияние гомобрассинолида на грунтовую всхожесть семян, сохранность
и выход стандартного посадочного материала сосны обыкновенной**

Вариант опыта	Грунтовая всхожесть семян, %	Сохранность семян, %	Выход стандартного посадочного материала, %	Выход стандартного посадочного материала, тыс. шт./га
Контроль	60,5	50,1	84,5	2254
Предпосевная обработка				
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	61,4	51,1	86,9	2364
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$	61,3	50,2	85,3	2280
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$	61,0	49,0	84,7	2210
Предпосевная обработка и однократное опрыскивание семян				
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	62,3	51,8	88,9	2452
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$	62,2	50,6	87,4	2355
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$	62,1	49,3	87,1	2286
Предпосевная обработка и двукратное опрыскивание				
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	63,4	52,3	91,1	2539
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$	63,1	50,9	89,2	2422
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$	62,5	49,5	87,6	2311

Анализируя данные табл. 1 отметим, что предпосевная обработка семян сосны обыкновенной стимулятором роста позволила повысить грунтовую всхожесть семян – исследуемый показатель в данном эксперименте достиг значения 63,4%, что на 2,9% выше контрольного варианта.

Также заметим, что с увеличением кратности опрыскивания вегетирующей части растений увеличивается положительное влияние исследуемого препарата, а с уменьшением концентрации рабочего раствора данный эффект снижается. Так, при предпосевной обработке семян сосны обыкновенной раствором гомобрассинолида с концентрацией $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ и двукратном опрыскивании семян данным раствором сохранность посадочного материала составила 52,3% и превысила контроль на 2,2%.

По техническим условиям Республиканского стандарта Белорусской ССР [7] однолетние сеянцы сосны обыкновенной должны соответствовать следующим нормам: толщина корневой шейки должна быть не менее 1 мм, высота стволика – не менее 50 мм, длина корневой системы – 100–250 мм.

Наибольшее количество стандартного посадочного материала сосны обыкновенной получено при следующем режиме выращивания: предпосевная обработка семян и двукратное опрыскивание однолетних сеянцев стимулятором роста гомобрассинолид с концентрацией рабочего раствора $2,5 \cdot 10^{-6}\%$. Определяемый показатель достиг значения 2539 тыс. шт./га. В контрольном варианте поставленного экспе-

римента стандартных сеянцев сосны было выращено на 6,6% менее выше описанного варианта опыта, и выход стандартных сеянцев с 1 га составил 2254 тыс. шт./га.

В конце вегетационного периода методом случайной выборки из каждого варианта опыта в трехкратной 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.

Результаты полевых исследований представлены в табл. 2.

Оценивая полученные данные, заметим, что с увеличением кратности опрыскиваний вегетирующей части растений увеличиваются и линейные размеры сеянцев. Также отметим закономерность положительного влияния на рост сеянцев увеличение концентрации рабочего раствора стимулятора роста с $2,5 \cdot 10^{-8}$ до $2,5 \cdot 10^{-6}\%$.

Максимальный положительный эффект влияния достигается при следующем режиме обработок: предпосевная обработка семян гомобрассинолидом в концентрации $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ и двукратное опрыскивание сеянцев указанным раствором. Получили следующие показатели: высота стволика достигла значения 93,84 мм, длина корневой системы – 186,75 мм, диаметр корневой шейки – 2,45 мм, что на 43,9, 12,7 и 48,5% выше данных показателей контрольного варианта соответственно.

Таблица 2

**Влияние гомобрассинолида на рост сеянцев
сосны обыкновенной в зависимости от режима обработки**

Вариант опыта	Высота стволика, мм		Длина, мм ($M \pm m$)				Диаметр, мм	
	$M \pm m$	$t_{\text{факт}}$	корневой системы	$t_{\text{факт}}$	общая	$t_{\text{факт}}$	$M \pm m$	$t_{\text{факт}}$
Контроль	$65,19 \pm 1,27$ 100,0	–	$165,70 \pm 3,66$ 100,0	–	$230,89 \pm 4,30$ 100,0	–	$1,65 \pm 0,05$ 100,0	–
Предпосевная обработка семян								
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	$75,82 \pm 1,36$ 116,3	5,72	$149,42 \pm 2,61$ 90,2	3,59	$225,24 \pm 3,01$ 97,6	1,06	$1,65 \pm 0,04$ 100,0	0,06
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$	$69,81 \pm 1,15$ 107,1	2,68	$153,16 \pm 2,77$ 92,4	2,71	$222,97 \pm 2,91$ 96,6	1,51	$1,42 \pm 0,03$ 86,1	4,13
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$	$65,74 \pm 1,64$ 100,8	0,25	$162,58 \pm 4,51$ 98,2	0,51	$228,32 \pm 4,63$ 98,9	0,36	$1,42 \pm 0,04$ 86,1	3,21
Предпосевная обработка семян и однократное опрыскивание сеянцев								
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	$82,15 \pm 1,31$ 126,0	9,29	$175,02 \pm 2,85$ 105,6	1,99	$257,17 \pm 3,24$ 111,4	4,83	$1,97 \pm 0,03$ 119,4	5,41
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$	$82,01 \pm 1,58$ 125,8	8,35	$168,66 \pm 2,89$ 101,8	0,63	$250,67 \pm 3,50$ 108,6	3,54	$1,90 \pm 0,03$ 115,2	4,29
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$	$79,75 \pm 1,33$ 122,6	7,92	$178,33 \pm 3,01$ 107,6	2,65	$258,08 \pm 3,41$ 111,8	4,90	$1,87 \pm 0,04$ 1,13	3,59
Предпосевная обработка семян и двукратное опрыскивание сеянцев								
Гомобрассинолид $2,5 \cdot 10^{-6}\%$	$93,84 \pm 1,47$ 143,9	14,77	$186,75 \pm 4,15$ 112,7	3,82	$280,59 \pm 4,30$ 121,5	8,16	$2,45 \pm 0,22$ 148,5	3,84
$2,5 \cdot 10^{-7}\%$	$88,98 \pm 1,39$ 136,5	12,65	$195,57 \pm 4,24$ 118,0	5,35	$284,55 \pm 4,43$ 123,2	8,68	$2,18 \pm 0,03$ 1,32	8,96
$2,5 \cdot 10^{-8}\%$	$82,33 \pm 1,34$ 126,3	9,26	$190,27 \pm 4,16$ 114,8	4,45	$272,60 \pm 4,59$ 97,2	6,63	$2,08 \pm 0,04$ 126,1	7,04

Примечания: 1) в знаменателе процент относительно контроля; 2) M – среднеарифметическая величина признака; 3) m – ошибка среднеарифметической величины; 4) $t_{\text{факт}}$ – вычисленный критерий Стьюдента; 5) стандартное значение коэффициентов Стьюдента: $t_{0,05} = 1,96$, $t_{0,01} = 2,58$.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о достоверно высокой физиологической активности препарата белорусского производства – гомобрассинолид, влияющего на грунтовую всхожесть семян, рост и сохранность сеянцев, а также способствующего увеличению выхода посадочного материала сосны обыкновенной.

Исходя из вышеизложенного, рекомендуемым оптимальным режимом выращивания посадочного материала сосны обыкновенной является следующий: предпосевная обработка семян раствором гомобрассинолида в концентрации $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ и двукратное опрыскивание сеянцев указанным раствором.

Литература

1. Крук, Н. К. Лесные культуры Беларуси: динамика, видовой состав, методы создания (1944–2000 гг.) / Н. К. Крук // Лесное и охотничье хозяйство. – № 3. – 2008. – С. 17–22.
2. Журавлева, М. В. Влияние стимуляторов на рост сеянцев ели и сосны / М. В. Жу-

равлева // Лесное хоз-во. – 1978. – № 5. – С. 37–40.

3. Родин, А. Р. Перспективы искусственного лесовыращивания / А. Р. Родин // Лесное хоз-во. – 1987. – № 9. – С. 30–34.

4. Brassinolide, a plant-growth promoting steroid isolated from Brassica napus pollen / M. D. Grove [et al.] // Nature (London). – 1979. – V. 281. – P. 216–217.

5. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, В. А. Жабинский, Ф. А. Лахвич. – Минск: Наука и техника, 1993. – 287 с.

6. Романов, Е. М. Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнические аспекты / Е. М. Романов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 500 с.

7. Сеянцы сосны обыкновенной. Технические условия: РСТ БССР 786–81. – Введ. 01.07.1982. – Минск: Госплан БССР, 1982. – 8 с.

Поступила 14.04.2010