

УДК 631.811.98+581.091

## ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА КРЕЗАЦИН НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ПИХТЫ ЦЕЛЬНОЛИСТНОЙ (*Abies holophylla* Maxim.)

© 2022 г. В. Ю. Острошенко<sup>1,\*</sup>, Л. Ю. Острошенко<sup>2</sup>, В. А. Полещук<sup>1</sup><sup>1</sup> Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН  
690022 Приморский край, Владивосток, просп. 100-летия Владивостоку, 159, Россия<sup>2</sup> Приморская государственная сельскохозяйственная академия  
692510 Приморский край, Уссурийск, просп. Блюхера, 44, Россия

\*E-mail: OstroshenkoV@mail.ru

Поступила в редакцию 30.07.2021 г.

После доработки 25.08.2021 г.

Принята к публикации 15.11.2021 г.

Пихта цельнолистная (*Abies holophylla* Maxim.) – хозяйственно ценная древесная порода Дальнего Востока. Вид имеет горноукрепительное значение, используется в строительстве, медицине, гидролизном и целлюлозно-бумажном производстве и т.п. Необходимо принятие мер для ее ускоренного лесовосстановления. Реализация этой задачи возможна с помощью применения стимуляторов роста. Изучили влияние стимулятора роста Крезацин на энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян и биометрические показатели (длину и массу) проростков пихты цельнолистной. Семена пихты были обработаны растворами стимулятора Крезацин в концентрации  $1 \times 10^{-3}$ – $7 \times 10^{-3}$  мл/л. Установлено, что наибольший эффект на энергию прорастания оказали растворы с концентрацией препарата  $2 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  мл/л (11.3–19.3%) (превышение к контролю – 13–93%); на лабораторную всхожесть – с концентрацией  $3 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  мл/л, при которых она составила 41–51%, превысив контроль на 6.8–32.8%. Для увеличения длины проростков препарат был более эффективным в концентрациях  $2 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  мл/л (превышение контроля – на 7.1–30.8%); для накопления массы проростков – в концентрациях  $2 \times 10^{-3}$ – $5 \times 10^{-3}$  мл/л (превышение контроля – на 1.4–47.5%).

**Ключевые слова:** стимулятор роста Крезацин, пихта цельнолистная, семена, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, длина и масса проростков.

DOI: 10.31857/S0002188122030085

### ВВЕДЕНИЕ

Лесные массивы в Приморском крае занимают обширную территорию. Значительная часть (51.7%) занята деревьями хвойных пород. Среди них род *Abies* Mill. произрастает на площади 5341.5 тыс. га (8%) [1].

На юге края площади заняты чернопихтово-широколиственными лесами с преобладанием пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) [2, 3]. Это самая высокая порода среди деревьев хвойных видов в южной части Дальнего Востока России. Ее высота достигает 50–55 м, а диаметр ствола 1.5–2.0 м [3, 4]. Корневая система у нее хорошо развита, корни крупные, направлены под наклоном, “якорные” [5].

Высота местности, где растет пихта, достигает 400–500 м над уровнем моря. Чистых насаждений она практически не образует, растет в смешанных

лесах, в верхнем пологе [4]. Древесину пихты применяют в народном хозяйстве для разных целей. Порода имеет горноукрепительное значение. Применяется для изготовления пиломатериалов, из нее производят столбы, шахтные стойки, брусья, шпалы. Отборные стволы идут на резонансную древесину. Также ее используют как сырье для бумаги, производят целлюлозу. Она нужна для гидролизного производства. Хвою перерабатывают, и из нее получают эфирное масло [3].

Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз) выдало Приказ 05 декабря 2011 г. № 513, в котором утвержден перечень видов растений – деревьев и кустарников, которые нельзя заготавливать. В этом списке присутствует и пихта цельнолистная [5].

Тем не менее административные нормы не смогли прекратить сокращение территории произрастания пихты. Продолжается вырубка мест-

ными жителями, происходят лесные пожары. Следует отметить, что определенный вред связан с дикими животными, которые объедают молодые растения [3].

Учитывая вышесказанное, необходимо принимать меры для того, чтобы в ускоренном порядке восстановить массивы пихты. Реализация этой задачи возможна при применении стимуляторов роста, которые подтвердили свою эффективность при выращивании сельскохозяйственных культур [6–8]. Сейчас их достаточно широко применяют в лесном хозяйстве, если требуется проращивать семена и выращивать материал для посадки лиственных и хвойных древесных пород [9–12].

Цель работы – изучение влияния стимулятора роста Крезацин на энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян и нарастание биометрических показателей (длины и массы) проростков пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.). Исходя из поставленной цели, решали следующие задачи: 1 – заготовка семян пихты цельнолистной, 2 – замачивание семян в растворах препарата Крезацин различных концентраций, 3 – анализ влияния стимулятора роста на посевные качества семян (энергию прорастания, лабораторную всхожесть) и морфометрические показатели (длину и массу) проростков пихты цельнолистной.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были семена пихты цельнолистной. Время их сбора – конец сентября, территория – площадь ГТС – филиала ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН. Исследования проводили в лабораторных условиях, при этом соблюдали действующие ГОСТ и ОСТ [13, 14].

Использовали 7 концентраций растворов препарата:  $1 \times 10^{-3}$ ,  $2 \times 10^{-3}$ ,  $3 \times 10^{-3}$ ,  $4 \times 10^{-3}$ ,  $5 \times 10^{-3}$ ,  $6 \times 10^{-3}$ ,  $7 \times 10^{-3}$ , контролем были семена, замоченные в дистиллированной воде.

При отборе семян для проращивания отбирали те, которые не имели внешних повреждений. Время замачивания составило 18–20 ч. Объем семян и раствора препарата был равен 1 : 5. Опыт имел четырехкратную повторность.

При подготовке к опыту семена промывали, раскладывали по чашкам Петри. При этом ложе находилось во влажном состоянии, для него использовали фильтровальную бумагу, которую складывали в 4 слоя. После этого чашки Петри были поставлены в термостат ТС-80 – “КЗМА”. Фильтровальную бумагу в течение опыта регу-

лярно смачивали дистиллированной водой. Поддерживали постоянную температуру 25–27°C. Учет появления проростков осуществляли на 7-е, 10-е, 15-е, 20-е и 25-е сут, энергию прорастания определяли на 7-е и 10-е сут. В день учета, отдельно в каждой повторности подсчитывали количество проросших и не проросших семян, замеряли, какой длины достигли корни проростков, определяли их массу и удаляли с ложа.

В день, когда проводили окончательный учет всхожести, среди семян, которые остались на ложе, определяли число семян, не проросших, гнилых, запаренных, беззародышевых, пустых и пораженных вредителями. Для определения влияния разных доз препарата использовали методы математической статистики, существенность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента [15].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Крезацин – препарат, который относится к синтетическим адаптогенам и иммуностимуляторам. Его синтез был проведен в институте химии г. Иркутска в 1970-х гг. под руководством М.Г. Воронкова. Препарат представляет собой триэтаноламмониевую соль, полученную из ортокрезоксиуксусной кислоты, химическая формула –  $C_{15}H_{25}NO_6$ . Биологическая активность широкая. Вещество хорошо растворимо в воде, а также в спирте, однако не растворяется в эфире, относится к классу малотоксичных веществ, мутагенного действия не проявляет [16].

Проведенные исследования выявили значительное влияние Крезацина на качества посевного материала пихты цельнолистной. Применение растворов в концентрациях  $2 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  мл/л показало, что возрастали показатели энергии прорастания (табл. 1): прорастание улучшилось до 11.3–19.3%, при этом контроль был превышен на 13–93%.

Более эффективными при влиянии на лабораторную всхожесть были концентрации от  $3 \times 10^{-3}$  до  $6 \times 10^{-3}$  мл/л. Всхожесть достигла 41–51%, превышение контроля было на 6.8–32.8%. Повысился класс качества посевного материала: с 3-го до 2-го и 1-го класса. Различия действия раствора крезацина в концентрации  $5 \times 10^{-3}$  мл/л были достоверными по сравнению с контролем:  $t_{01} = 4.3 > t_{st} = 3.7$ . Показано, что при применении растворов в концентрациях от  $1 \times 10^{-3}$  до  $2 \times 10^{-3}$  мл/л, а также  $7 \times 10^{-3}$  мл/л эффективность крезацина не проявлялась.

Обработка стимулятором Крезацин в концентрации  $2 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  мл/л способствовала ро-

**Таблица 1.** Влияние стимулятора роста Крезацин на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян пихты цельнолистной

Показатель	Контроль, H <sub>2</sub> O	Концентрация растворов, мл/л						
		1 × 10 <sup>-3</sup>	2 × 10 <sup>-3</sup>	3 × 10 <sup>-3</sup>	4 × 10 <sup>-3</sup>	5 × 10 <sup>-3</sup>	6 × 10 <sup>-3</sup>	7 × 10 <sup>-3</sup>
7-е сут после замачивания								
Количество проросших семян, %	2.5 ± 0.9	2.8 ± 0.6	3.8 ± 0.3	6.0 ± 0.7	7.8 ± 0.5	8.8 ± 0.9	5.5 ± 0.7	5.0 ± 0.4
% к контролю		12.0	52.0	140	212	252	120	100
Достоверность, <i>t<sub>m</sub></i>	2.9	4.4	15.2	8.5	16.3	10.2	8.5	12.2
Точность опыта ( <i>P</i> ), %	34.8	22.5	6.6	11.8	6.2	9.8	11.8	8.2
10-е сут после замачивания								
Количество проросших семян, %	7.3 ± 1.1	5.8 ± 0.9	7.5 ± 1.0	7.5 ± 0.7	6.3 ± 1.3	10.5 ± 0.7	6.3 ± 0.8	4.5 ± 1.0
% к контролю		-20.5	2.7	2.7	-13.7	43.8	-13.7	-38.4
Достоверность, <i>t<sub>m</sub></i>	6.6	6.7	7.8	11.5	4.8	16.2	8.4	4.7
Точность опыта ( <i>P</i> ), %	15.2	14.8	12.8	8.7	21.0	6.2	11.9	21.3
15-е сут после замачивания								
Количество проросших семян, %	15.3 ± 1.6	12.3 ± 2.5	8.3 ± 0.5	6.5 ± 1.2	13.3 ± 1.1	9.3 ± 0.9	14.0 ± 2.1	14.0 ± 1.1
% к контролю		-19.6	-45.8	-57.5	-13.1	-39.2	-8.5	-8.5
Достоверность, <i>t<sub>m</sub></i>	9.9	4.9	17.3	5.5	12.0	10.8	6.6	13.0
Точность опыта ( <i>P</i> ), %	10.1	20.3	5.8	18.3	8.3	9.2	15.1	7.7
20-е сут после замачивания								
Количество проросших семян, %	9.3 ± 0.6	8.5 ± 1.2	13.5 ± 1.3	13.3 ± 1.3	11.3 ± 0.5	14.5 ± 1.0	9.0 ± 2.7	9.0 ± 0.4
% к контролю		-8.6	45.2	43.0	21.5	55.9	-3.2	-3.2
Достоверность, <i>t<sub>m</sub></i>	14.8	7.1	10.2	10.1	23.5	13.9	3.4	22.0
Точность опыта ( <i>P</i> ), %	6.8	14.0	9.9	9.9	4.2	7.2	29.8	4.6
25-е сут после замачивания								
Количество проросших семян, %	4.0 ± 0.9	6.0 ± 0.4	4.0 ± 0.9	8.3 ± 0.6	6.8 ± 0.5	7.5 ± 0.7	6.0 ± 0.9	5.0 ± 0.4
% к контролю		50.0	—	108	70.0	87.5	50.0	25.0
Достоверность, <i>t<sub>m</sub></i>	4.3	14.6	4.3	13.2	14.2	11.5	6.5	12.2
Точность опыта ( <i>P</i> ), %	23.0	6.8	23.0	7.6	7.1	8.7	15.3	8.2
Энергия прорастания, %	10.0	9.0	11.3	14.0	14.1	19.3	12.0	10.0
Всхожесть, %	38.4	35.4	37.1	42.0	46.0	51.0*	41.0	38.0
<i>t<sub>ф</sub></i>		0.8	0.5	1.5	2.4	4.3	0.6	0.3
Число не проросших семян, шт.	62.0	65.0	63.0	58.0	54.0	49.0	59.0	62.0
здоровых	17.0	23.0	17.0	17.0	12.0	14.0	18.0	18.0
загнивших	5.0	5.0	5.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0
запаренных	5.0	2.0	4.0	4.0	3.0	1.0	2.0	2.0
пустых	11.0	14.0	14.0	16.0	16.0	13.0	16.0	16.0
не нормально проросших	20.0	19.0	20.0	16.0	19.0	17.0	20.0	22.0
поврежденных вредителями	4.0	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0

\*Различия существенны.

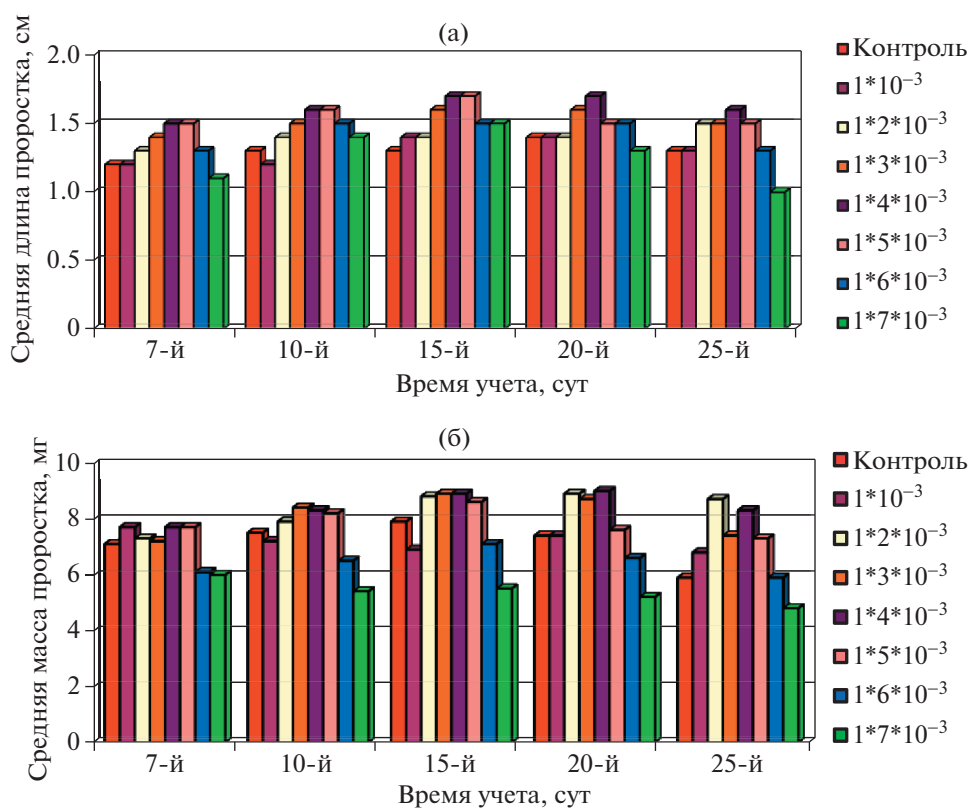


Рис. 1. Влияние растворов препарата Крезацин на: (а) – длину и (б) – массу проростков при проращивании семян пихты цельнолистной.

сту проростков в длину, при этом превышение над контрольными показателями достигло 7.1–30.8%. Концентрации от  $3 \times 10^{-3}$  до  $6 \times 10^{-3}$  мл/л также показали достоверные различия с контролем при  $P = 0.05$  и  $P = 0.01\%$ . При использовании концентраций  $1 \times 10^{-3}$  и  $7 \times 10^{-3}$  мл/л увеличение длины проростков шло менее активно. Превышение контроля при этом достигало 7.7–15.4%. Отмечено также и снижение темпов нарастания на 7.1–23.1% (рис. 1а).

Препарат проявлял эффективность и в отношении увеличения массы проростков при обработке растворами с концентрацией  $2 \times 10^{-3}$ – $5 \times 10^{-3}$  мл/л, показатели контроля были превышены на 1.4–47.5%. Достоверные отличия от контроля были получены при применении Крезацина в концентрации  $2 \times 10^{-3}$ – $4 \times 10^{-3}$  мл/л на 25-е сутки после замачивания:  $t_{01} = 5.2 > t_{st} = 3.7$ ,  $t_{05} = 3.0 > t_{st} = 2.5$  и  $t_{01} = 4.9 > t_{st} = 3.7$ . При применении раствора с концентрацией препарата  $1 \times 10^{-3}$  мл/л было выявлено отрицательное влияние Крезацина на рост биомассы проростков. Сравнение биомассы проростков на 10–20-е сут показало, что этот показатель по сравнению с контролем был меньше на 4.0–12.7%.

Если для замачивания использовали растворы Крезацина с концентрацией  $6 \times 10^{-3}$ – $7 \times 10^{-3}$  мл/л, то проявлялся ингибирующий эффект на накопленные массы проростков: этот показатель снизился по сравнению с контролем на 10.1–30.4%. Использование раствора с концентрацией  $7 \times 10^{-3}$  мл/л показало, что в определенные периоды развития проростков отмечены существенные различия с контролем:  $t_{факт} > t_{табл}$  при  $P = 0.05\%$  и  $P = 0.01\%$  (рис. 1б).

## ВЫВОДЫ

1. Замачивание семян пихты цельнолистной в растворах стимулятора роста Крезацина положительно влияло на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян. Максимальный эффект на энергию прорастания был отмечен при применении растворов с концентрациями  $2 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  мл/л, на лабораторную всхожесть – с концентрациями препарата  $3 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  мл/л.

2. Наибольшая эффективность препарата в отношении увеличения длины проростков проявлялась при концентрациях Крезацина  $2 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  мл/л. Концентрации растворов Крезацина

$2 \times 10^{-3}$ – $5 \times 10^{-3}$  мл/л были более эффективными для увеличения массы проростков.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: <https://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/forestry/folderder2/index.php>
2. *Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю.* Влияние стимулятора роста Экопин на посевные качества семян и биометрические показатели проростков пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) // Евраз. союз ученых. 2020. № 6(71). С. 17–23. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.6.71>
3. *Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю.* Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании семян пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) // Усп. совр. естествознания. 2020. № 4. С. 41–47. <https://doi.org/10.17513/use.37360>
4. *Усенко Н.В.* Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока. Справ. кн. Хабаровск: Приамурские ведомости, 2009. 272 с.
5. URL: <https://rg.ru/2012/01/30/perechen-dok.html>
6. *Баранова Т.В.* Экологически безопасные стимуляторы роста для предпосевной обработки семян *Hippophae rhamnoides* L. // Структурно-функциональная организация и динамика растительного покрова. 2015. С. 200–204.
7. *Граскова И.А., Кузнецова Е.В., Живетьев М.А.* Детекция влияния обработки аналогами препарата “Силк” растений картофеля в полевых условиях // J. Stress Physiol. Biochem. 2009. Т. 5. № 1–2. С. 38–44.
8. *Ефремова Ю.В.* Биостимуляторы роста – ресурсосберегающий элемент земледелия [Электр. ресурс] // RJOAS. 2016. № 4(52). Режим доступа: <https://doi.org/10.18551/rjoas.2016-04.10>
9. *Алиев Э.В., Сиволопов А.И.* Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть и рост сеянцев сосны обыкновенной ростовыми веществами // Совр. пробл. науки и образования. 2013. № 4. С. 369.
10. *Барышникова С.В., Мухина М.А.* Влияние комплексных препаратов на рост и развитие сеянцев туи корейской (*Thuja koraiensis* Nakai) // Бюл. бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2013. Вып. 11. С. 111–114.
11. *Поповичев В.В.* Применение фумара при выращивании сеянцев ореха черного // Экология, наука, образование, воспитание. 2002. Вып. 3. С. 42–43.
12. *Lebedev V., Schestibratov K.* Effect of natural and synthetic growth stimulators on in vitro rooting and acclimatization of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) microplants // Nat. Sci. 2013. № 5. P. 1095–1101. <https://doi.org/10.4236/ns.2013.510134>
13. ОСТ 56-27-77. Семена деревьев и кустарников. Посевные качества. Введ. 01.07.78. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1978. 8 с.
14. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. Введ. 01.07.98. М.: Изд-во стандартов, 1997. 38 с.
15. *Доев С.К.* Математические методы в лесном хозяйстве: уч. пособ. Уссурийск: ПГСХА, 2001. 124 с.
16. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М., 2017. 811 с.

## Influence of the Growth Stimulator Krezacin on the Growth of Manchurian Fir (*Abies holophylla* Maxim.) Seeds

V. Yu. Ostroshenko<sup>a, #</sup>, L. Yu. Ostroshenko<sup>b</sup>, and V. A. Polyschuk<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity Far Eastern Branch of the RAS prosp. 100-letiya Vladivostoka 159, Primorskiy Region, Vladivostok 690022, Russia

<sup>b</sup> Primorskiy State Agricultural Academy prosp. Blyuhera 44, Primorskiy Region, Ussurisk 692510, Russia

<sup>#</sup>E-mail: [OstroshenkoV@mail.ru](mailto:OstroshenkoV@mail.ru)

Whole-leaved fir (*Abies holophylla* Maxim.) is an economically valuable tree species of the Far East. The species has a mining value, is used in construction, medicine, hydrolysis and pulp and paper production, etc. It is necessary to take measures for its accelerated reforestation. The realization of this task is possible with the use of growth stimulants. The effect of the growth stimulant Cresacin on germination energy, laboratory germination of seeds and biometric parameters (length and weight) was studied seedlings of whole-leaved fir. Fir seeds were treated with Cresacin stimulant solutions at a concentration of  $1 \times 10^{-3}$ – $7 \times 10^{-3}$  ml/l. It was found that the greatest effect on germination energy was exerted by solutions with a drug concentration of  $2 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  ml/l (11.3–19.3%) (excess to control – 13–93%); on laboratory germination – with a concentration of  $3 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  ml/l, at which it was 41–51%, exceeding the control by 6.8–32.8%. To increase the length of the seedlings, the drug was more effective at concentrations of  $2 \times 10^{-3}$ – $6 \times 10^{-3}$  ml/l (exceeding the control by 7.1–30.8%); to accumulate the mass of seedlings – in concentrations of  $2 \times 10^{-3}$ – $5 \times 10^{-3}$  ml/l (exceeding the control by 1.4–47.5%).

**Key words:** growth stimulator Krezacin, whole-leaved fir, seeds, germination energy, laboratory germination, length and weight of seedlings.