

А. К. Пальченко, канд. с.-х. наук; С. А. Пальченко, аспирант; М. Н. Мороз, мл. науч. сотрудник

## ОЦЕНКА ГРУНТОВОЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

This article deals with experiments carried out in field condition. The experiments show influence of growth stimulators and protective-stimulative grout on seeds soil germination and pine-tree seedlings preservation. A brief characteristics of auxesis, such as ambiol, fumar, crezatsin, homobrasinolith, tsircon and protective-stimulative mixture of ecost-1GF have being given. The results of seeds germination and pine-tree seedlings preservation depending on sparge repetition factor and working grout concentration have being traced. A positive effect of growth stimulators on soil germination and planting stock preservation have being noticed. Increase in thickness of soil has being proved to decrease growth stimulators positive effect. Increase in processing repetition factor has being revealed to cause a small rise in characteristics studied.

**Введение.** На данный момент в лесных питомниках применяется агротехника выращивания посадочного материала, которая часто не обеспечивает создания благоприятных экологических условий для прорастания семян, роста всходов и сеянцев, не соблюдается оптимальная глубина заделки семян, и, соответственно, снижается всхожесть. Из-за недостаточной грунтовой всхожести семян и сохранности сеянцев завышаются нормы высева для компенсации недостатков агротехники. Повышению коэффициента использования семян и выхода стандартного посадочного материала с единицы площади могут способствовать агротехнические мероприятия, обеспечивающие управление ростом, т. е. получение сеянцев с оптимальными параметрами. С этой целью необходимо внедрять новейшие достижения науки в области усовершенствования технологии выращивания посадочного материала с использованием современных экологических безопасных химических средств, в том числе стимуляторов роста и защитно-стимулирующих составов [1].

В сельском хозяйстве стимуляторы роста используются очень часто, что положительно влияет на качество выращиваемой продукции. В лесном же хозяйстве дела обстоят несколько иначе. Из-за недостаточной изученности воздействия на древесные породы стимуляторы роста не получили большого распространения в лесокультурном деле.

Перспективными для использования в лесном хозяйстве являются соединения, проявляющие цитокининовую активность как производные бензимидазола, в частности амбиол. Данный препарат повышает свхожесть ослабленных длительным хранением семян [2, 3]. Применение фумара позволяет повысить грунтовую всхожесть, добиться появления всходов в более ранние сроки, усилить рост корней и надземной части растений, снизить повреждаемость всходов болезнями неблагоприятными погодными условиями [4].

В результате предпосевной обработки семян крезацином повышается лабораторная и

грунтовая всхожесть на 12–20%. Внекорневая обработка сеянцев снижает зараженность их грибными болезнями, повышает сохранность и выход посадочного материала на 15–20% [5]. Гомобрасинолид обладает антистрессовым и адаптогенным действием, повышающим устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, способен стимулировать прорастание семян.

**Цель исследований** – изучение влияния ФАВов на грунтовую всхожесть семян и сохранность сеянцев сосны обыкновенной, определение оптимального сочетания доз обработок стимуляторами роста и их кратности.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являлись семена и сеянцы сосны обыкновенной, подвергшиеся воздействию стимулирующих средств и микроэлементов.

*Амбиол* – 2-метил-4-деметил-аминометил-5-оксибензимидазола синтетический регулятор роста растений. Проявляет цитокининовую активность, влияя на метаболизм ауксинов. Представляет собой белое кристаллическое вещество с температурой плавления выше 200°C, хорошо растворим в воде и спирте [6].

У препарата амбиол о наличии цитокининовой активности свидетельствует его влияние на повышение всхожести семян, ослабленных длительным хранением.

Малотоксичен: ЛД<sub>50</sub> для крыс – 12 000 мг/кг, не обладает мутагенными и канцерогенными свойствами.

*Фумар* – диметиловый эфир аминокислоты, является синтетическим аналогом природных фитогормонов, имеет формулу C<sub>6</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>4</sub>. Желтая жидкость, растворимая в спирте, бензоле, хлороформе, ацетоне. Негорюча, невзрывоопасна, слаболетуча. Выдерживает длительное нагревание при температуре 50°C. После заморозки не теряет своих свойств. Получают из аминокислоты и метанола. Выпускается в виде 10 %ного раствора в диметилсульфоксиде.

Малотоксичен: ЛД<sub>50</sub>, не обладает мутагенными и канцерогенными свойствами.

Фумар способен образовывать хелатные комплексы (органические соединения, включающие в себя металлы) с ионами металлов (Co, Mg, Mo, Ni, Zn) и осуществлять специфическую активацию многих ферментов [7]. Данный стимулятор характеризуется высокой проникающей способностью в клетки тканей растительных объектов и вызывает характерные для ауксинов, гиббереллинов и цитокининов физиологические и морфогенетические эффекты, сочетая в себе свойства, не присущие ни одному из известных фитогормонов [8].

*Крезацин* – триэтаноламмониевая соль крезоксиуксусной кислоты, содержащая 99% основного вещества. Легко растворяется в воде, в растворах ведет себя как поверхностно-активное вещество ионогенного типа. Крезацин малотоксичен, не обладает канцерогенным, мутагенным, тератогенным действием и кумулятивными свойствами [9].

Характеризуется высокой биологической активностью: стимулирует развитие полезных микроорганизмов, повышает устойчивость растений к низким температурам, стимулирует генеративное развитие растений. В результате предпосевной обработки семян и внекорневой обработки сеянцев данным препаратом усиливается рост сеянцев, снижается зараженность их грибными болезнями, повышается сохранность и выход посадочного материала [5].

*Гомобрассинолид* – 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 [10, 11]. 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  $\alpha$ -*цис*-диольной группировкой в цикле А. На основе природного фитогормона эпибрассинолида были созданы препараты эпин и гомобрассинолид. Гомобрассинолид является экологически безопасным препаратом и применяется в малых дозах, сопоставимых с естественным содержанием его в тканях растений. При обработке семян происходило стимулирование прорастания семян, при этом у менее зрелых семян и у семян, подвергшихся усиленному старению, влияние обработки было более эффективным [8].

*Экост-1ГФ* – защитно-стимулирующий состав, в который входит прилипатель (гидрофобная форма двуокиси кремния) и комплекс микроэлементов (Mo, Zn, Mn, Cu, B). Предпо-

севное опудривание семян позволяет защитить их от фитопатогенных организмов и усилить прорастание семян, корнеобразование и рост сеянцев древесных пород. Повышается устойчивость к холоду. Внекорневая обработка также способствует лучшей защите сеянцев от грибных болезней. За счет входящих в состав комплекса микроэлементов появляется возможность снижать дозы вносимых удобрений на 20–25%.

Перспективным препаратом является и *циркон* – природный стимулятор роста, состоящий из смеси эфиров кофейной кислоты (хлорогеновой и цикориевой), полученный путем вытяжки из растений, являющихся источниками многих лекарственных препаратов. Циркон проявляет биологическую активность не только как стимулятор роста, но и обладает фунгицидными свойствами, снижая заражение семян сосны корневой губкой, который поражает корни хвойных, а иногда и листовых древесных пород [12, 13].

Исследование влияния физиологически активных веществ (ФАВ) на ростовые процессы сеянцев хвойных пород, определение оптимальных доз, комбинаций и количества обработок ФАВ проводились в посевном отделении базисного питомника Двинской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси.

В 2007 г. посевы проводились на почве с невысоким содержанием гумуса (2,0%) и основных элементов питания ( $pH_{KCl}$  – 6,1,  $P_2O_5$  – 24,76 мг/100 г, Са – 5,3 мг-экв./100 г), которые, по сути, являются преобладающими почвами небольших лесных питомников Беларуси. На протяжении года предшествующего посева вносились органические удобрения в виде торфа и навоза в количестве 100 т/га.

Посев проводился в почву, достигшую среднесуточной температуры +9°C и влажности, не допускающей пересыхания семян. Способ посева 4-строчный, узкобороздковый (3 см), вручную, при помощи специальных маркеров, расстояние между строчками – 25 см, межленточное пространство – 70 см. Подготовка почвы производилась осенью на глубину 20 см. Весной проводилась повторная вспашка, культивация и боронование. Перед вспашкой вносились органические и минеральные удобрения. После подготовки почвы поле разбивалось на участки в соответствии с вариантами опытов. Перед посевом семена обрабатывались рабочими растворами препаратов. Посев производился вручную с заделкой семян на глубину 1,0–1,5 см. После посева производилась прикатка. Повторность опыта трехкратная. Грунтовую всхожесть определяли по ГОСТу [14] в период полного разворачивания зародышевой хвои. В соответствии с заплани-

рованными вариантами опыта, а также с целью увеличения эффективности действия стимуляторов роста было проведено неоднократное опрыскивание растений. Обработка стимуляторами роста предусматривалась в 2 основных этапах: замачивание семян перед посевом и опрыскивание вегетирующих частей сеянцев. Предпосевная обработка заключалась в замачивании семян на 18 ч. Контролем служили семена, замоченные в растворе  $KMnO_4$  и в воде. Опыскивание проводилось в период интенсивного роста и дифференцировки растения. В качестве стимуляции роста корневых систем проводилось опрыскивание препаратом циркон.

Для обработки растений применялся ручной опрыскиватель. Препараты, используемые в опытах, имели поверхностно-активное вещество для улучшения смачивания хвои. Обработку проводили в безветренную погоду по сухой хвое в вечернее время до выпадения росы. Во избежание попадания раствора на растения другого варианта использовали переносной щит. Норма расхода препарата для однолетних сеянцев составила 100 мл на  $m^2$ . Контролем служили необработанные растения.

После проведения всех запланированных мероприятий в конце вегетационного периода из каждого варианта отбирали по 50 шт. сеянцев и измеряли высоту стволика, длину корня, а также их массу.

Обработка материала, полученного в полевых опытах, проводилась путем математического анализа на ЭВМ при помощи статистических программ.

**Результаты и их обсуждение.** В последнее время с целью повышения всхожести семян большое внимание уделяют новым химическим препаратам на основе природных соединений, проявляющих физиологическую активность. Стимуляторы роста индуцируют усиление биохимических процессов, связанных с выводом семян из состояния покоя. В связи с этим, актуальным является исследование особенностей влияния стимуляторов на скорость прорастания семян, ускорение этапов роста и развития растений на начальных этапах онтогенеза.

С целью изучения влияния стимуляторов роста различной природы и их комбинаций с защитно-стимулирующим составом экост-1ГФ на грунтовую всхожесть семян и сохранность сеянцев хвойных пород была заложена серия опытов в посевном отделении питомника Двинской ЭЛБ.

Посев семян сосны обыкновенной проводился 15 и 16 мая, учет грунтовой всхожести – 8 и 11 июня 2007г. Следует отметить, что семена, замоченные в растворах ФАВ, дали

дружные всходы на 5–7 дней раньше контрольного варианта.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии замачивания семян сосны обыкновенной в комплексе препаратов стимулятор – микроудобрение.

Следует отметить, что в варианте с количеством высевных семян 400 шт./пог. м грунтовая всхожесть во всех вариантах стимулятор – микроудобрение (экост-1ГФ) превышает контрольные показатели. В то же время вариации с чистыми стимуляторами не дают такого результата – грунтовая всхожесть здесь ниже, чем в варианте с водой (контроль).

В опытах с количеством высевных семян 200 шт./пог. м. отметим все варианты предпосевной обработки семян, так как они превышают значение контроля. Установлено, что в вариантах стимулятор – микроудобрение показатели грунтовой всхожести выше, чем в вариантах с чистыми стимуляторами.

Следует отметить оптимальные концентрации в рамках определенного стимулятора, положительно повлиявших на грунтовую всхожесть.

Так, в варианте с препаратом амбиол (концентрации  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ %) положительный эффект предпосевной обработки проявился в опыте с концентрацией  $10^{-4}$ % (при количестве высевных семян 200 шт./пог. м грунтовая всхожесть составила 125,3%, а в варианте 400 шт./пог. м – 102,1% по отношению к контролю).

В опыте амбиол с экостом-1ГФ лучший результат получен при концентрации  $10^{-5}$ % для густоты 200 шт./пог. м – 128,9%, а для 400 шт./пог. м – 110,6% по отношению к контролю.

Отметим, что препарат фумар из всех исследуемых наименьшим образом повлиял на грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной. Наилучшей из них оказалась обработка в растворе фумар с концентрацией  $10^{-3}$ % (для 200 шт./пог. м – 99,4%).

Говоря о комплексе фумар-экост-1ГФ, установлено их положительное воздействие на грунтовую всхожесть семян. Так, для густоты посева 200 шт./пог. м. наилучшая отзывчивость семян сосны обыкновенной обнаружена в концентрации  $10^{-4}$ %, а для 400 шт./пог. м – в концентрации  $10^{-3}$ %.

Стимулятор роста крезацин рассматриваем отдельно по количеству высевных семян 200 шт./пог. м и 400 шт./пог. м. По первому варианту на грунтовую всхожесть лучшим образом повлиял раствор крезацина в концентрации  $10^{-5}$ % с результатом 120,2%, а в комплексе с экостом – в концентрации  $10^{-3}$ % (129,7% к контролю). По второму – раствор

крезацина в концентрации  $10^{-3}\%$  (97,6%), а в комплексе с экостом в концентрации  $10^{-5}\%$  (на 9,0% к контролю).

Рассматривая отечественный препарат гомобрассинолид, отметим положительное влияние его раствора в концентрации  $2,5 \cdot 10^{-7}\%$ . По первому варианту грунтовая всхожесть составила 120%, а по второму – 91% по отношению к контролю.

В растворе с микроудобрением экост-1ГФ грунтовая всхожесть при густоте посева семян 200 шт./пог. м оказалась максимальной при концентрации  $2,5 \cdot 10^{-8}\%$ , а при густоте 400 шт./пог. м – в концентрации  $10^{-6}\%$ .

В данной статье изучено влияние различных доз и способов обработки ФАВ на сохранность семян сосны обыкновенной.

Установлено, что предпосевная обработка семян и 1-кратное опрыскивание семян позволили значительно повысить данные показатели. Так, при густоте посева семян 200 шт./пог. м и использовании препарата амбиол сохранность составила 140,9–163,6% к контролю. Установлено достоверное превышение контроля при использовании препарата крезацин. Так, в рамках предложенных концентраций сохранность составила 160,2–164,7%.

Использование стимуляторов роста в сочетании с защитно-стимулирующим составом экост-1ГФ вызвало незначительное повышение сохранности в отдельных случаях (амбиол  $10^{-3}$ – $10^{-4}\%$ ) относительно вариантов без микроэлементов. Из этого следует, что применение стимуляторов роста в комбинации с экостом при густоте посева 200 шт./пог. м следует признать нецелесообразным при однократной обработке.

При густоте посева 400 шт./пог. м выявлено наибольшее положительное влияние стимулятора фумар во всем диапазоне исследуемых концентраций. Применение данного препарата привело к увеличению сохранности на 30–35%.

Также изучено влияние стимуляторов на рост семян сосны обыкновенной при двукратной обработке. Установлено достоверное влияние препарата крезацин в концентрации  $10^{-3}\%$  на сохранность: данные увеличились на 66,7%. Следует отметить также положительное влияние отечественного препарата гомобрассинолид, применение которого в концентрации  $2,5 \cdot 10^{-7}$ – $10^{-8}\%$  позволило значительно увеличить сохранность (на 61,1–70,2%).

При густоте посева 200 шт./пог. м следует признать оптимальным использование препарата амбиол в концентрации  $10^{-3}$ – $10^{-4}\%$  в комбинации с микроудобрением. Использование данного сочетания позволяет достоверно увеличить сохранность на 43,5–77,7% по сравнению с контролем.

Выявлено противоречивое влияние применения чистых стимуляторов и их комбинации с экостом-1ГФ при густоте посева 400 шт./пог. м на семена сосны обыкновенной. Так, использование чистых стимуляторов не оказало положительного достоверного влияния на рост сосны. Применение стимуляторов роста в комплексе с препаратом экост-1ГФ привело к стабильному увеличению сохранности семян. Среди испытываемых стимуляторов лучшими следует признать в комплексе с экостом-1ГФ стимуляторы фумар ( $10^{-5}\%$ ) и гомобрассинолид ( $2,5 \cdot 10^{-7}$ – $10^{-8}\%$ ). Применение данных сочетаний позволяет повысить сохранность на 35,2–47,0.

Изучено влияние двукратной обработки стимуляторами в комбинации с опрыскиванием цирконом. Использование чистых стимуляторов привело при густоте посева 400 шт./пог. м к незначительному снижению сохранности. Использование данного вида обработки в комбинации с микроудобрением увеличило сохранность на 20,5–39,6% при использовании препарата амбиол во всем исследуемом спектре концентраций.

Выявлено достоверное увеличение сохранности при использовании препаратов амбиол ( $10^{-4}$ – $10^{-5}\%$ ) и фумар ( $10^{-3}\%$ ) в комбинации с экостом при густоте посева 200 шт./пог. м. Установлено, что применение данных растворов позволило повысить сохранность на 67,7–72,7% по сравнению с контролем. При использовании стимуляторов без микроудобрений следует отметить положительное влияние препарата амбиол во всем спектре предложенных концентраций и стимулятора крезацин ( $10^{-5}\%$ ). Применение данных физиологически активных веществ позволило увеличить сохранность на 27,7–36,4% и выход посадочного материала в 2,0–2,2 раза.

**Выводы.** Из приведенных данных следует, что применение стимуляторов роста в комбинации с экостом при густоте посева 200 шт./пог. м следует признать нецелесообразным при однократной обработке.

При однократной обработке семян стимуляторами роста наибольшие показатели сохранности отмечены при густоте посева 200 шт./пог. м, применяя сочетание стимулятора и микроудобрения, т. е. экоста-1ГФ с амбиолом в концентрации  $10^{-3}$ . Без применения защитно-стимулирующего действия показатель незначительно снизился: сохранность семян при применении фумара в  $10^{-3}$  превысила контроль на 68,2%.

При двукратной обработке посевов с густотой 200шт./пог. м растворами стимуляторами сохранность незначительно выросла и составила 177,7% по отношению к контролю (при воздей-

вии амбиола в концентрации  $10^{-5}$  в сочетании с экостом-1ГФ). При такой же кратности обработок при густоте посева 400 шт./пог. м отмечается снижение действие исследуемых препаратов: сохранность составила 147% (применяли гомобрасинолид  $2,5 \cdot 10^{-8}$  с экостом-1ГФ).

Незначительное снижение показателей сохранности по сравнению с выше описанным вариантом отмечается при двукратной обработке стимуляторами роста и цирконом. При густоте 200 шт./пог. м данный показатель составил 172,7% по отношению к контролю (сочетание экоста-1ГФ с фумаром  $10^{-3}$ ), при густоте 400 шт./пог. м – 139,6% (экост-1ГФ с амбиолом в концентрации  $10^{-5}$ ).

Подводя итог, отметим, что максимальная грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной достигается при использовании стимулятора роста амбиол при оптимальной концентрации  $10^{-5}\%$  – показатель всхожести привысил контроль на 35,5%. Оптимальным режимом для получения высокой сохранности посадочного материала сосны обыкновенной является следующие: густота посева – 200 шт./пог. м, двукратное опрыскивание при использовании стимулятора роста амбиол в оптимальной концентрации  $10^{-5}\%$  в сочетании с микроудобрением (экостом-1ГФ).

В данной статье отмечено положительное влияние стимуляторов роста на грунтовую всхожесть и сохранность посадочного материала. Установлено, что с повышением густоты посева снижается положительное влияние стимуляторов роста. Выявлено, что увеличение кратности обработок семян сосны обыкновенной не вызывает значительного повышения изучаемых показателей. На основании полученных результатов исследований можно утверждать о высокой физиологической и ростостимулирующей активности применяемых препаратов.

### Литература

1. Пентелькина, Н. В. Повышение всхожести семян путем обработки стимуляторами роста / Н. В. Пентелькина, А. Н. Буторин, М. В. Родионова // Проблемы экологии в современном мире: материалы II Всерос. интернет-конф. (с междунар. участием), Тамбов, 19–21 апр. 2005 г. / Тамбовск. гос. ун-т им. Г. Р. Державина. – Тамбов, 2005. – С. 48–52.
2. Чупахин, И. А. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной ростовыми веществами / И. А. Чупахин // Сб. науч. тр. / Воронеж. лесотехнич. ин-т. – Воронеж, 1998. – С. 24.
3. Пентелькин, С. К. Новые технологии для лесных питомников / С. К. Пентелькин // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. 1-й Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием, Красноярск, 18–22 мая 1998 г. – Красноярск, 1998. – С. 95–96.

4. Пентелькин, С. К. Фумар – новый стимулятор роста семян ели / С. К. Пентелькин, Н. В. Пентелькина // Лесн. хоз-во. – 1995. – № 1. – С. 47–48.

5. Пентелькин, С. К. Крзацин для лесных питомников / С. К. Пентелькин, Н. В. Пентелькина // Лесн. хоз-во. – 2000. – № 1. – С. 29–31.

6. Лихолат, Т. В. Регуляторы роста древесных растений / Т. В. Лихолат. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 240 с.

8. Методические рекомендации по применению стимуляторов роста «Фумар» при выращивании семян ели европейской в лесных питомниках / ВНИИЛМ; сост. С. К. Пентелькин, Н. В. Пентелькина. – Пушкино, 2001. – 12 с.

7. Вершинкин, Д. А. Влияние 24-эпинбрасинолида на рост проростков злаков / Д. А. Вершинкин, Г. А. Романов // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы IV-й Междунар. науч. конф., Минск, 26–28 окт. 2005 г. / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники; редкол.: Н. А. Ламан [и др.]. – Минск, 2005. – С. 47.

9. Кивачицкая, М. М. Персистентность фунгицидов в растениях ячменя и почве / М. М. Кивачицкая, А. Ф. Скурят, С. В. Маслякова // Защита растений. – 2002. – № 25. – С. 92–98.

10. Ниловская, Н. Т. Действие эпибрасинолида на продуктивность и устойчивость к засухе яровой пшеницы / Н. Т. Ниловская, Н. В. Остапенко, И. И. Серегина // М. Агрохимия. – 2001. – № 2. – С. 46–50.

11. Инициация митотического деления в клетках зародышей прорастающих семян *Brassica oleracea* L. под влиянием брассиностероидов / Ю. В. Задворнова [и др.] // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы IV-й Междунар. науч. конф., Минск, 26–28 октября 2005 г. / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники; редкол.: Н. А. Ламан [и др.]. – Минск, 2005. – С. 84.

12. Пентелькина, Н. В. Циркон в технологии выращивания хвойных интродуцентов / Н. В. Пентелькина, Ю. С. Пентелькина // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития / Сб. науч. тр. БГТА. – Брянск, 2002. – Вып. 3. – С. 72–76.

13. Пентелькин, С. К. Влияние сепарации и стимуляторов роста на посевные качества и жизнеспособность семян сосны обыкновенной / С. К. Пентелькин, Н. В. Пентелькина // матер. Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 28–29 июня 1997 г. – Минск, 1997. – С. 339–342.

14. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести: ГОСТ 13056.6–75 – 1975. – Введ. 01.01.76. – М: Всесоюз. лесосем. станция: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т станд., 1975. – 36 с.