

S. Kabanova, M. Danchenko

## EVALUATING EFFECT OF STIMULATING AGENTS ON SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS*) SEEDS AND SEEDLINGS

*Key words: Scotch pine; seedlings; seeds; stimulating agents; pre-sowing treatment; laboratory germination.*

### *Authors' personal details*

1. **Kabanova Svetlana**, Candidate of biological sciences, head of the Department of reforestation and afforestation, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Kazakhstan, Shchuchinsk, Kirov st., 58, e-mail: kabanova.05@mail.ru.

2. **Danchenko Matvey**, Candidate of geographical sciences, associate professor of the forestry and landscape construction department, Biological Institute, Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin av., 36, e-mail: mtd2005@sibmail.com.

The given paper presents the results of two-year research on Scotch pine seedling growth and state. Before sowing seeds were treated with stimulating agents. The control samples and seeds treated with «GNB» and «Humate + 7 microelements» for 24 hours differed in germinating power by 60 %. The very experiment samples had the highest rate of laboratory germination. When the soil was watered with «Arid Grow» stimulating agent field germination was 74,6 %, and it was 57,5 % when seeds were watered with «Humate + 7 microelements». All the rest experiment samples had worse field germination than the control samples (52,0 %). The average survival ability of one-year-old seedlings of Scotch pine was 56,7 % for the experiment samples and 42,6 % for the control samples. However, the survival rate of two-year-old seedlings decreased. It reached 49,2 % for the experiment samples and 38,5 % for the control

ones. The ratio of root and stem length amounted 1:1,3 for one-year-old experiment and control, however, the stem length of two-year-old seedlings exceeded the root length. The highest total weight of two-year-old plants was observed with seeds having been sprinkled and soaked in 0,1 % «Extrasol» solution (5,45 gr and 6,96 gr respectively) and in «Humate + 7 microelements» for 24 hours (5,36 gr). It should be noted that one-year-seedlings had the least data with seeds having been soaked in «Humate + 7 microelements». The average height of two-year-old experiment plants was 12,4 cm and of the control ones 11,6 cm. By the end of the two-year period, the following experiment samples were the most successful: soil watering with «Arid Grow», seed sprinkling with «Extrasol» in two concentrations, and sprinkling with «GNB». The control samples were behind the test ones in all characteristics.

© Кабанова С.А., Данченко М.А.

УДК 575.17: 582.632.2

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-139-143

В.В. Тагиров, С.Ю. Бахтина, А.А. Тагирова

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГОДИЧНОГО ПРИРОСТА В ВЫСОТУ ПОДРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

*Ключевые слова: сосна обыкновенная; подрост; изменчивость; годичный прирост в высоту, известковый карьер.*

**Введение.** Увеличение площадей техногенных территорий обуславливает актуальность изучения вопросов их естественной (биологической) рекультивации. Основная часть публи-

каций в этой области посвящена исследованию процессов зарастания древесно-кустарниковой растительностью отвалов, появившихся в ходе работ в интересах металлургической и уголь-

ной промышленности [1] и являющихся источником загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и угольной пылью. К сожалению, эти процессы практически не изучены на территориях достаточно распространенных [2] в России известняковых разработок.

**Цель и задача исследования** – изучить динамику годичного прироста в высоту подроста сосны обыкновенной в условиях загрязнения окружающей среды мелкодисперсной известковой пылью.

**Материалы и методы исследований.** Для выполнения поставленной цели на территории Учалинского района Республики Башкортостан были заложены две пробные площади. На одной из них (№ 1) представлен подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), возникший в результате самосева земель, прилегающих к Юлдашевскому известняковому карьере. Технологическая известка объекта с 1990 г. используется ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» в основной деятельности в качестве вспомогательной продукции для производства концентратов. При ее добыче образуется в большом количестве известковая пыль, которая может существенно изменять лесорастительные условия прилегающих участков - в первую очередь, из-за изменения механических и физико-химических свойств почв, микрофлоры [2]. Вторая пробная площадь (№ 2) заложена в прилегающем низкополотном сосново-березовом насаждении. Загрязнение участка известняковой пылью здесь ограничено как расстоянием (около 300 м от карьера), так и экранирующим пыль эффектом деревьев, произрастающих на этом отрезке.

**Результаты исследования.** У подроста в каждом из трех анализируемых годов на известняковом карьере выявлен большой размах изменчивости годичного прироста в высоту (см. в таблице 1 пределы изменения показателя и коэффициенты вариации). Однако здесь речь можно вести лишь о тенденции – попарное сравнение коэффициентов вариации в опыте и контроле показало статистическую недостоверность их различий при существующих объемах выборок. Сравнительно низкий прирост растений в высоту в 2011 г. в обеих выборках (таблица 1) может быть связан с динамикой климатических показателей. В частности, по информации из Башкирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в 2011 г. среднегодовая температура была примерно на 2 градуса ниже, чем в 2012–2013 гг. Несмотря на это, на поверхности отвалов подрост сосны обыкновенной демонстрирует отно-

сительно лучший рост в пределах всего анализируемого периода времени – величины годичного прироста в 2011, 2012 и 2013 гг. выше на 110,9, 40,5 и 37,5 % соответственно.

Два основных фактора лесорастительной среды могут привести к этому результату. В научной литературе распространены представления об экстремальности техногенных условий для заселения и произрастания древесных растений. Причинами могут быть недостаток питательных веществ, крупнообломочный фракционный состав грунтов, их пространственная подвижность, экстремальность аэро- и гидрологических режимов, токсичность почвы. Последний фактор, имеющий доминирующее влияние на успех зарастания древесно-кустарниковой деятельностью загрязненных земель [1], видимо, в условиях Юлдашевского известнякового карьера не актуален. В литературе отмечается [2], что карбонат кальция, поступающий в среду в виде мелкодисперсной пыли в ходе открытых горных работ, повышает, помимо изменения физико-механических почв, их щелочность (в том числе за счет нейтрализации органических кислот). Но не всегда эти изменения имеют негативные последствия. Известно [3], что известкование является мерой по химической мелиорации почв, в ходе чего достигается лучшее использование растениями минеральных веществ, уменьшается кислотность почвы, улучшаются их физико-химические свойства, активизируется деятельность микроорганизмов и т. д. Видимо, эти процессы наблюдаются на пробной площади № 1 – на территории Учалинского района доминируют черноземы выщелоченные со слабокислым рН. Также возможно, что количество известковой пыли, поступающей из Юлдашевского известнякового карьера, не достигло уровня, за которым начинается эффект ингибирования роста сосны обыкновенной.

Кроме того, на известняковом карьере естественная освещенность растений более равномерно распределена в трехмерном пространстве. Весь подрост на пробной площади относится к первому классу возраста, в год измерений он имел высоту  $1,7 \pm 0,12$  м (коэффициент вариации 40,8 %). Для 5 выбранных для статистического анализа интервалов высот вариационного ряда установлено, что преобладают растения высотой 1,08–1,61 м (33,3 %), в интервалах 0,55–1,08, 1,61–2,14 и 2,14–2,67 м имеются по 20 % экземпляров, выявлены всего 2 растения (6,7 %) высотой более 2,67 м. Кроме относительно слабой вариативности высоты расте-

ний, достижению пространственной однородности естественного освещения может способствовать относительно небольшая густота растений (в пересчете на 1 га обнаружены 1052 шт.) и относительная равномерность размещения подростка в местообитании.

В отличие от контрольной выборки, на пробной площади № 2 влияние известковой пыли должно ощущаться меньше. Известно [2], что наибольшее снижение концентрации поступающего с известковой пылью кальция наблюдается на расстоянии 100 м от источника загрязнения. Видимо, здесь часть растений может испытывать преимущественно эффект другого экологического фактора – неравномерного бокового затенения от подростка и деревьев сосны и березы репродуктивного возраста. Оно за счет угнетения роста, видимо, не позволяет полностью реализовать генетически заложенный потенциал для проявления групповой (популяционной) изменчивости [4]. Подтверждение этого предположения получено нами при анализе индивидуальной изменчивости годового прироста во времени у отдельных растений в среднем за три года. Величина признака у

подроста на карьере составила в среднем  $27,4 \pm 1,8$  см, изменяясь от 12,3 до 56,3 см (коэффициент вариации 35,2 %). При этом в сравниваемой контрольной выборке оказалось меньше не только абсолютное значение годового прироста в высоту, но и его вариабельность (соответствующие значения составили  $19,6 \pm 0,8$ , 12,3–28,7, 22,1 %). На пробной площади в известковом карьере численность растений разных интервалов индивидуальной изменчивости была сопоставимой (средний коэффициент вариации 22,6 %, изменения по растениям от 4,3 до 47,3 %%, рисунок 1).

В каждом из первых четырех интервалов было по 6–8 растений. Видимо, здесь реализована основная часть генетически заложенного потенциала проявления изменчивости. В контрольной выборке другая ситуация – там коэффициенты вариации годового прироста отдельных растений распределены по интервалам более неравномерно (в среднем 32,9 %, изменения по отдельным растениям в пределах 9,8–53,8 %%, в первых четырех интервалах диапазона варьирования число растений изменяется от 2 до 12).

Таблица Статистическая оценка изменчивости подростка сосны обыкновенной в разных лесорастительных условиях

Год	Выборка	В среднем годичный прирост в высоту, см	Пределы изменений, см	Коэффициент вариации С, %
2013	№ 1	$31,9 \pm 1,8$	11–55	30,9
	№ 2	$23,2 \pm 1,2$	10–39	27,9
2012	№ 1	$32,1 \pm 1,9$	11–55	31,1
	№ 2	$22,7 \pm 0,9$	13–31	22,9
2011	№ 1	$27,2 \pm 1,7$	8–50	34,1
	№ 2	$12,9 \pm 0,7$	7–26	30,8

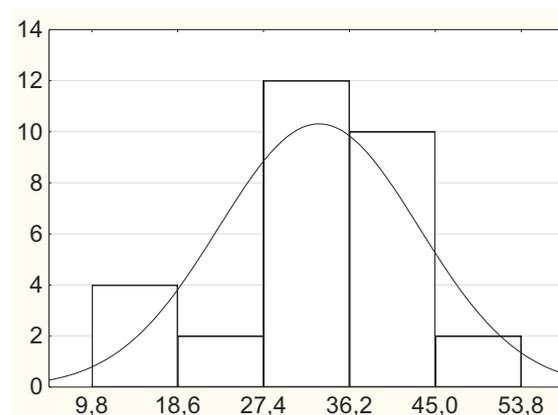
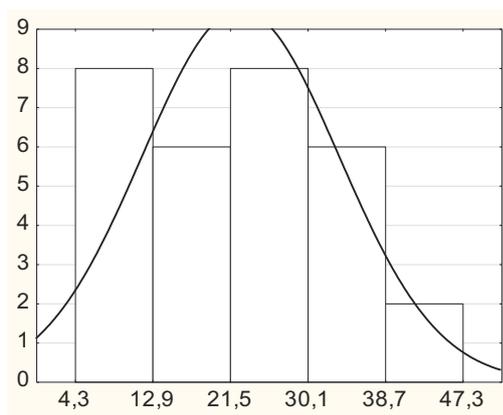


Рисунок 1

Распределение численности экземпляров подростка по индивидуальной изменчивости годового прироста в высоту: по осям ординат показано число растений, по осям абсцисс – коэффициенты вариации в %; слева приведена информация по подросту в известняковом карьере, справа – по растениям контрольной выборки

**Выводы.** В условиях изученного известнякового карьера мелколкодисперсная пыль не

оказывает отрицательного влияния на годичный прирост в высоту подростка сосны обыкновенной.

венной и его динамику по годам. Это объясняется сравнительно небольшим содержанием карбоната кальция в среде, а также эффектом химической мелиорации при поступлении соединения в почвы. В открытых техногенных землях с относительно однородным в пространстве (по сравнению с условиями древес-

ных насаждений) световом режиме у подростка более высокий прирост подростка и большая стабильность значений данного показателя по годам. Эти закономерности показывают перспективность естественной лесной рекультивации техногенных земель.

#### *Библиографический список*

1. Янбаев, Ю.А. Адаптация древесных растений к техногенному загрязнению: популяционно-генетические аспекты (итоги 20-летних исследований) [Текст] / Ю.А. Янбаев, А.А. Музафарова, Р.М. Бахтиярова // *Аграрная Россия*. 2009. № 12. С. 147–148.

2. Антоненко, Н.А. Исследование влияния известняковой мелкодисперсной пыли, образующейся при открытых горных работах, на свойства почвы [Текст] / Н.А. Антоненко, Д.В. Дергунов, Л.Э. Шейнкман // *Известия ТулГУ*. № 2. 2017. С. 3–17.

3. Артюшин, А.М. Краткий справочник по удобрениям [Текст] / А.М. Артюшин, Л.М. Державин; 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984. 208 с.

4. Тагиров, В.В. О средовой и генетической составляющих различий прироста в высоту у сосны обыкновенной на заброшенных сельскохозяйственных землях [Текст] / В.В. Тагиров, Ю.А. Янбаев, А.А. Тагирова // *Вестник Башкирского университета*. 2015. Т. 20. № 3. С. 889–891.

#### *Сведения об авторах*

1. **Тагиров Вадим Венерович**, инженер кафедры геофизики, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, ул. 3. Валиди, 32, e-mail: tagirov\_v\_v@mail.ru.

2. **Бахтина Светлана Юрьевна**, аспирант лаборатории лесоведения, ФГБУН «Уфимский институт биологии», г. Уфа, пр. Октября, 71, e-mail: svetlana.bakhtina@inbox.ru.

3. **Тагирова Альбина Алековна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, ул. 3. Валиди, 32, e-mail: albom@inbox.ru.

Исследована изменчивость годового прироста в высоту подростка сосны обыкновенной в разных лесорастительных условиях – в зоне воздействия мелкодисперсной пыли Юлдашевского известнякового карьера ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» и в близлежащем контрольном местообитании (низкополотном сосново-березовом насаждении). На поверхности промышленных отвалов растения демонстрируют относительно лучший рост в пределах всего анализируемого периода времени – величины годового прироста (в среднем  $27,2 \pm 1,7$  см, коэффициент вариации

$35,2$  %) в 2011, 2012 и 2013 гг. выше на 110,9, 40,5 и 37,5 % соответственно, чем в контрольных условиях ( $19,6 \pm 0,8$  см, 22,1 %). Основной причиной установленных закономерностей может быть световой режим, более благоприятный в техногенном местообитании – отсутствие выраженного затенения подростка в трехмерном пространстве. Свою роль может внести эффект химической мелиорации за счет воздействия карбоната кальция на выщелоченные черноземные почвы Учалинского района со слабнокислым pH.

*Статья поступила в редакцию 25.11.2017 г.*

V. Tagirov, S. Bakhtina, A. Tagirova

#### **VARIABILITY OF YEAR INCREASE IN THE HEIGHT OF ORDINARY PINE TREE IN DIFFERENT FOREST-AGING CONDITIONS**

**Key words:** Scots pine; teenagers; variability; a one-year increment in height, a limestone quarry.

#### *Authors' personal details*

1. **Tagirov Vadim**, engineer of the Geophysics department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bashkir State University, Ufa, Z. Validi St., 32, e-mail: tagirov\_v\_v@mail.ru.

2. **Bakhtina Svetlana**, Post-graduate student of the Forestry Laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution «Ufa Institute of Biology», Ufa, prospect Oktyabrya St., 71, e-mail: svetlana.bakhtina@inbox.ru.

3. **Tagirova Albina**, Candidate of biological sciences, senior lecturer of the Ecology and Life Safety department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bashkir State University, Ufa, Z. Validi St., 32, e-mail: albom@inbox.ru.

Yearly growth of undergrowth ordinary pine tree has been studied in different site conditions – in fine dust exposure zone Yuldashevsk limestone quarry of «Uchaly Mining and Processing Plant» in the nearby locality of control (low-density pine and birch forests). On the surface of dumps industrial plants exhibit relatively better growth within the analyzed period of time – annual increment value (average  $27,2 \pm 1,7$  cm, coefficient of variation 35,2 %) in 2011, 2012 and 2013 higher 110,9,

40,5 and 37,5 %%, respectively, than in the control conditions ( $19,6 \pm 0,8$  cm, 22,1 %). The main cause can be established, it is light regime, the more favorable in the technogenic habitat – no re-growth shading expressed in three-dimensional space. The chemical melioration effect can also be the cause, due to the action of calcium carbonate on the leached chernozem soils of the Uchalinsky region with a weakly acid pH can play a role.

© Тагиров В.В., Бахтина С.Ю., Тагирова А.А.

УДК 630\*232.19

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-143-148

Р.С. Хамитов, С.М. Хамитова

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ ПО ФОРМЕ ШИШЕК НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И РОСТ СЕЯНЦЕВ

**Ключевые слова:** сосна кедровая сибирская; интродукция; селекция; форма шишек; сеянцы.

**Введение.** Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), или кедр сибирский, произрастая на обширных территориях Урала и Сибири, а также встречающийся на Северо-востоке Европейской части России (Республика Коми), образует леса важного экосистемного значения. Интродукция этого древесного вида в таежную зону Севера Восточно-Европейской равнины с учетом его декоративности и орехоносного значения существенно увеличивает биоразнообразие экосистем и существенно расширяет список лесных пользований [1].

Успех лесной интродукции обусловлен генетическим разнообразием вида. При введении в культуру экзотов искусственный отбор должен быть направлен на признаки, ради которых они собственно интродуцируются, и на свойства, обеспечивающие адаптацию к новым лесорастительным условиям. В естественной среде формовое разнообразие популяций древесных растений (в том числе кедровых сосен) во многом обусловлено распространением и потреблением семян птицами и грызунами. Такие взаимоотношения формируют устойчивые природные экосистемы [2, 3]. В связи с этим испы-

тание интродуцентов в новых экологических условиях следует обязательно ставить на селекционно-генетическую основу [4].

Важным показателем успешности интродукции является способность производить жизнеспособное потомство [1]. Выращивание посадочного материала за пределами ареала сопряжено с множеством трудностей, главным из которых является дефицит семян, продуцируемых интродукционными насаждениями. Таким образом, при разведении сосны кедровой сибирской вне ареала актуальны вопросы исследования ее внутривидового полиморфизма, связанного с показателями репродуктивной способности.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследований является выявление влияния изменчивости сосны кедровой сибирской по форме шишек на всхожесть семян и рост сеянцев. В задачи исследований входили анализ изменчивости шишек сосны кедровой сибирской и роста сеянцев в семьях материнских деревьев.

**Методика исследований.** Исследования проведены в условиях интродукции на примере