

8. Korovin A.I., Sycheva Z.F., Barskaya T.A. Influence of soil temperature in plant ontogeny on the absorption of phosphorus and nitrogen by them // The role of mineral elements in the metabolism and productivity of plants. M., 1964. P. 311–313.
 9. Lavrichenko V.M., Zhurbitsky Z.I. The ratio of nutrients in plants as a species genotypic phenomenon // Agrochemistry. 1976. № 9. P. 135–141.
 10. Chapin et al. The ecology and economics of storage in plants // Annu Rev. Ecol. Syst. 1990. P. 423–447.
-

УДК 630*173/174: 631.811.98

ВОЗДЕЙСТВИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА НА СОСНУ В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА ПРИ ПЕСТИЦИДНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ

С.К. СТЕЦЕНКО – кандидат биологических наук,
научный сотрудник лаборатории лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: stets_s@mail.ru*

Е.М. АНДРЕЕВА – кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник лаборатории лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: e_m_andreeva@mail.ru*

Г.Г. ТЕРЕХОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: terekhov_g_g@mail.ru*

* ФБГУН Ботанический сад Уральского отделения РАН, 620134,
Россия, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а; тел.: +7(343) 322-56-31.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, проростки, сеянцы, лесной питомник, Вэрва, раундап, глифосат.

Одним из важных факторов успешного искусственного лесовосстановления является качественный посадочный материал. Интенсивные технологии получения сеянцев в лесных питомниках основаны на применении различных высокоактивных средств химического ухода, таких как пестициды и стимуляторы роста. Использование биостимуляторов в питомниках, где для борьбы с сорной растительностью применяют гербициды, может оказывать на сеянцы дополнительное влияние, характер которого пока неизвестен. Цель работы – изучение совместного применения пестицида раундап и биостимулятора Вэрва на сосну (*Pinus sylvestris* L.) на начальных стадиях роста.

В лабораторных условиях при выращивании сеянцев на агар-агаре показано, что снижение длины проростков при одновременном присутствии в среде препарата Вэрва и раундапа происходит за счет уменьшения длины корня.

Почвенные условия оказывают существенное влияние на характер совместного воздействия раундапа и стимулятора в отношении сосны, приводя к снижению активности гербицида вследствие его быстрой адсорбции и увеличению высоты стволика. В полевом эксперименте применение биостимулятора на загрязненном фоне привело к увеличению доли аномальных сеянцев по сравнению с таковым на контроле. Сделано заключение о необходимости дальнейших исследований эффективности и разработки регламента применения стимуляторов роста в загрязненной пестицидами почве лесных питомников.

THE EFFECT OF THE GROWTH STIMULATOR ON PINE IN THE INITIAL STAGE OF ONTOGENESIS AT PESTICIDE CONTAMINATION OF SOIL IN THE FOREST NURSERY

S.K. STETSENKO – candidate of biological sciences, researcher,
e-mail: stets_s@mail.ru*

E.M. ANDREEVA – candidate of biological sciences, senior researcher,
e-mail: e_m_andreeva@mail.ru*

G.G. TEREKHOV – doctor of agricultural science, leading researcher,
e-mail: terekhov_g_g@mail.ru*

* Botanical Garden, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 620134,
Russia, Yekaterinburg, ul. Bilimbaevskaya, 32a; Phone: +7(343) 322-56-31

Key words: pine, seedling, forest nursery, Verva, roundup, glyphosate

One of the important factors of successful artificial reforestation is a reliable planting material of trees. Intensive technologies for producing seedlings in forest nurseries are based on the use of various highly active chemical care products, such as pesticides and growth stimulants. Applying of biostimulants in nurseries, where herbicides are used to control weeds, can have the additional influence on the seedlings, the nature of which is not yet known. The purpose of the study was to determinate the influence of the joint application of the roundup and the biostimulator Verva to pine (*Pinus sylvestris* L.) in the initial stages of growth.

The laboratory experiment with the growing seedlings on agar-agar has shown that a decrease in the length of seedlings at the presence of Verva and roundup occurs due to a decrease in the root length.

Soil conditions have a significant influence on the joint nature of the roundup and stimulant on the pine, leading to a decrease in herbicide activity, due to its rapid adsorption, and an increase in the stem height. The field experiment has found, the use of the biostimulator on the contaminated background led to an increase in the proportion of abnormal seedlings in comparison with the control. The conclusion is made about the need for further studies of the effectiveness and development of the regulation in the applying of growth stimulants in soil contaminated by pesticides in forest nurseries.

Введение

Значительное место в лесовосстановлении и лесоразведении отводится искусственному способу. Неслучайно уральскими учеными накоплен значительный опыт в создании и выращивании лесных культур в различных лесорастительных условиях [1–5].

Одним из факторов, влияющих на успешность искусственного лесовосстановления, является качественный посадочный материал. Однако выращивание сеянцев в лесных питомниках может осложняться в связи с дей-

ствием ряда обстоятельств: неблагоприятных погодных условий, нарушений почвенного питания, низкой всхожести семян и пр., что в конечном итоге приводит к отставанию сеянцев по биометрическим параметрам, предъявляемым к стандартному посадочному материалу. Вовремя исправить подобное развитие ситуации может использование химических препаратов – стимуляторов роста. Вещества подобного действия уже много лет используются в практике лесного хозяйства (гиббереллины,

гетероауксин и т.д.) Кроме того, разработаны критерии необходимости применения стимуляторов роста [6, 7]. Список подобных соединений постепенно обновляется, постоянно ведется разработка экологически безопасных недорогих препаратов отечественного производства.

В лесных питомниках широко используются пестициды для борьбы сорной растительностью (гербициды), с заболеваниями (фунгициды). Побочным отрицательным последствием их применения является реакция хвойных

растений на эти соединения, которая, как было установлено ранее [8], выражается в нарушении роста и развития семян. Применение биологически активных веществ, таких как биостимуляторы, может оказывать на семена дополнительное влияние, характер которого при пестицидном загрязнении почвы требует изучения. В связи с этим важно исследовать, каким образом влияет совместное применение пестицидов и биостимуляторов на хвойные породы, выращиваемые в питомниках.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Цель данного исследования – изучение совместного применения пестицида и биостимулятора на состояние и морфометрические показатели семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на начальных стадиях роста.

Совместное действие гербицида раундап (действующее вещество глифосат) и стимулятора роста Вэрва проводили в лабораторных условиях, а также в мелкоделяночном опыте в Березовском производственном питомнике (Свердловская область, Березовское лесничество, подзона южно-таёжных лесов Среднего Урала, почва участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая [9]).

Биопрепарат Вэрва разработан в Институте химии Коми НЦ УрО РАН и получен из древесной зелени пихты. Его действующим веществом являются тритерпеновые кислоты ланостановой структуры. Он оказывает стиму-

лирующее влияние на рост растений и обладает фунгицидными свойствами [10].

Задачей лабораторного эксперимента было установление эффекта воздействия гербицида и стимулятора на семена сосны обыкновенной без учета внешних факторов среды.

В лабораторных условиях семена перед посевом замачивали в растворе препарата Вэрва (дозы обработки: 0,05; 0,10 и 0,25 мл / 1 кг семян) и выращивали на 0,8% агар-агаре в чашках Петри. В агар-агар добавляли раундап, дозы – 1,0; 3,0 л/га. Повторность опыта 3-кратная. Выращивание семян проводили в камере роста Sanyo-351H (температура 24°C, свет 3 lx, влажность 70%). На 14-й день у семян измеряли длины (см) проростка, гипокотили и корня.

В условиях полевого опыта семена перед посевом замачивали на 6 ч в растворах препарата Вэрва с концентрациями 0,1 и 0,25 мл/кг. Посев семян сосны обыкновенной проводили на участке, почву которого предварительно обрабатывали раундапом в дозе, принятой для однократного применения при ее предпосевной подготовке в производственных посевах – 3 л/га (по д.в.). Контролем был вариант выращивания семян сосны без применения раундапа и без обработки семян стимулятором. В конце вегетационного сезона семена были выкопаны, у них измеряли высоту стволика и длину корня. По морфологическому облику семена разделяли на нормальные и тератоморфные [11].

Статистическая обработка полученных данных проведена с применением программы Statistica 6.0.

Результаты исследования

В испытаниях, проведенных в лабораторных условиях, при выращивании на агар-агаре длина проростков сосны составила $5,6 \pm 0,13$, а корня – $2,1 \pm 0,12$ см [12]. Добавление в среду роста раундапа привело к достоверному снижению этих показателей (рис. 1). Присутствие раундапа в среде привело к тому, что при обработке семян препаратом Вэрва наблюдалось уменьшение длин проростков и корня. Самые низкие показатели длины проростка отмечены в варианте с концентрацией стимулятора 0,1 мл/кг семян в присутствии раундапа, хотя не всегда различия достоверны. Снижение длины проростка наблюдалось с увеличением внесённой дозы раундапа, при этом на длину гипокотили у проростка концентрация раундапа не влияла. Следовательно, сокращение размеров проростков в присутствии препарата Вэрва и пестицида в большей степени происходило за счет снижения длины корня. При дозе раундапа 3 л/га размеры корешков были достоверно ниже, чем в варианте с содержанием раундапа 1 л/га.

Рекогносцировочное исследование показало, что при выращивании семян сосны в производственном питомнике предпосевная обработка семян биопрепаратом Вэрва привела к увеличению линейных параметров однолетних семян

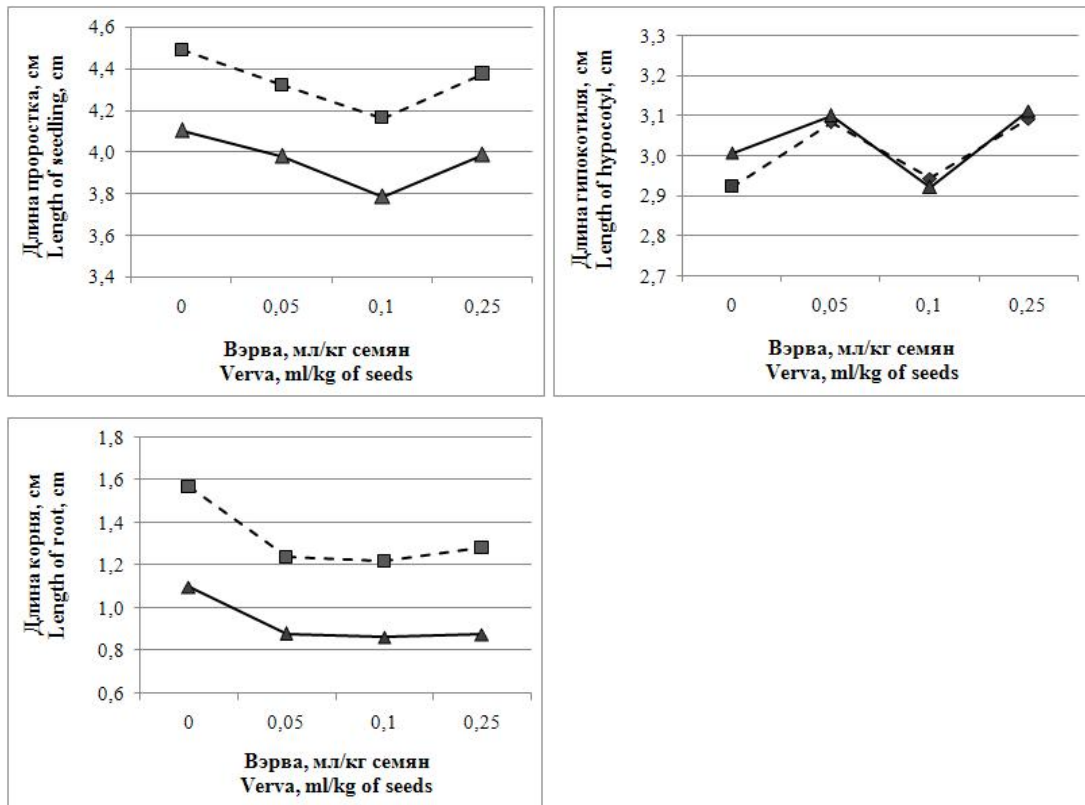


Рис. 1. Длина проростка, гипокотыля и корня у сеянцев на 14-й день при выращивании на агар-агаре с разными концентрациями раундапа в лабораторных условиях
 Fig. 1. The length of the seedling, the hypocotyl and the root of the 14-th day pine seedlings in agar-agar with different doses of Roundup in the laboratory experiment

сосны по сравнению с таковыми в контрольном варианте. Так, при обработке семян препаратом в дозе 0,1 мл/кг высота сеянцев выросла на 81,4%, а длина корня – на 22,4% по сравнению с таковыми на контроле. Доза

препарата Вэрва 0,25 мл/кг приводила к увеличению названных выше параметров в среднем на 40%.

В проведенном эксперименте самая большая высота стволиков и длина корней была установлена

в контрольном варианте (рис. 2). Предпосевная обработка почвы раундапом привела к снижению линейных параметров сеянцев. Достоверно наименьшая высота стволика была зафиксирована у сеянцев в варианте с раундапом

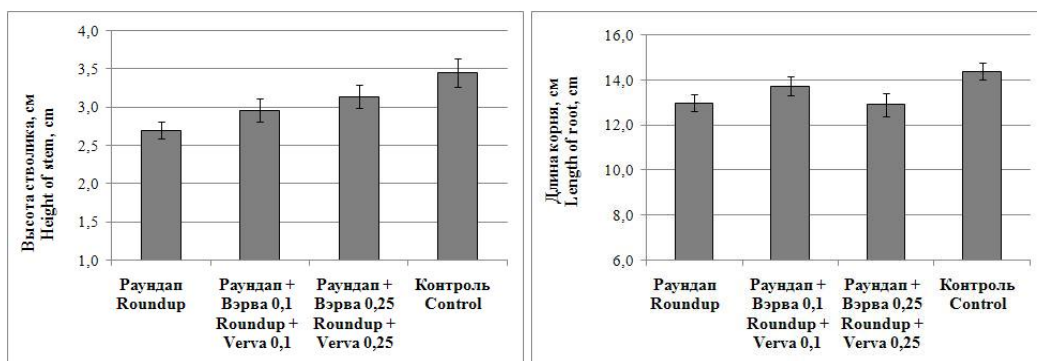


Рис. 2. Высота стволика и длина корня у 1-летних сеянцев сосны при выращивании в питомнике
 Fig. 2. The stem height and root length of 1-year-old pine seedlings in the forest nursery

без стимуляторов роста. Сеянцы, выращенные из семян, обработанных препаратом Вэрва, имели промежуточные значения высоты. Длина корня сеянцев была наименьшей в вариантах с раундапом и в комплексе «раундап + Вэрва, 0,25 мл/кг семян». Таким образом, добавление стимулятора в полевом эксперименте в отличие от такового в лабораторных испытаниях привело к увеличению размеров стволика на загрязненном фоне, что объясняется вероятным снижением подвижной формы раундапа в почвенной среде вследствие его сильной адсорбционной способности [13]. Последнее позволяет предположить, что доза раундапа, взаимодействовавшая со стимулятором, могла быть значительно ниже тех, что испытывались в лабораторном эксперименте.

Ранее было показано, что обработка почвы раундапом приводит к увеличению доли аномальных сеянцев сосны в посеве, для которых характерно наличие дополнительных побегов и многовершинность [11]. В контрольном варианте доля 1-летних сеянцев нормального фенотипа составила 84,5%, тогда как в вариантах, где добавляли раундап и биостимулятор, доля таких сеянцев не превышала 65%.

Выводы

1. Было установлено, что обработка семян биостимулятором Вэрва и выращивание сосны в присутствии раундапа в среде оказывает влияние на размеры и морфологическое развитие 1-летних сеянцев сосны.

2. В лабораторных экспериментах совместное использо-

вание гербицида и стимулятора роста привело к торможению роста двухнедельных проростков сосны главным образом за счет уменьшения размеров корешков.

3. Почвенные условия лесного питомника оказывают существенное влияние на характер совместного воздействия раундапа и стимулятора в отношении сосны, приводя к снижению активности гербицида вследствие его быстрой адсорбции и увеличению высоты стволика на загрязненном фоне.

Проведенные эксперименты показали, что необходимы дальнейшие исследования, которые позволят оценить эффективность и разработать регламент применения стимуляторов роста в загрязненной пестицидами почве лесных питомников.

Библиографический список

1. Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале / В.Н. Данилик, Р.П. Исаева, Г.Г. Терехов, И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, В.Н. Луганский, Н.А. Луганский. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. 117 с.
2. Фрейберг И.А., Залесов С.В., Толкач О.В. Опыт создания искусственных насаждений в лесостепи Зауралья. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. 121 с.
3. Искусственное лесоразведение вокруг г. Астаны / С.В. Залесов, Б.О. Азбаев, А.В. Данчева, А.Н. Рахимжанов, М.Р. Ражанов, Ж.О. Суюндиков // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: www.science-education.ru/118-13438
4. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.А. Зверев, А.С. Оплетев, А.А. Терин // ИВУЗ. Лесн. жур. 2013. № 2. С. 66–73.
5. Опыт создания лесных культур на солончах хорошей лесопригодности / С.В. Залесов, О.В. Толкач, И.А. Фрейберг, Н.Ф. Черноусова // Экология и пром-сть России. 2017. № 9. С. 42–47.
6. Наставления по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках Уральского региона. М., 1998. 172 с.
7. Оценка целесообразности применения ростовых препаратов при выращивании сеянцев хвойных пород / С.А. Родин, Н.Е. Проказин, В.И. Казаков, Е.Н. Лобанова, Н.В. Пентелькина // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: матер. второй Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. В.М. Гедьо. СПб., 2017. С. 134–136.

8. Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Стеценко С.К. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения: моногр. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 73 с.
9. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы леса Свердловской области: практич. руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
10. Хуршкайнен, Т.В., Кучин А.В. Лесохимия для инноваций в сельском хозяйстве // Изв. Коми науч. центра УрО РАН. 2011. № 5. С. 17–23.
11. Аномалия сеянцев сосны и ели в лесных питомниках / И.А. Фрейберг, А.М. Бирюкова, М.В. Ермакова, Н.А. Кислицына // Лесн. хоз-во. 1997. № 1. С. 34–35.
12. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород / Е.М. Андреева, С.К. Стеценко, А.В. Кучин, Г.Г. Терехов, Т.В. Хуршкайнен // Лесотехн. жур. 2016. Т. 6. № 3 (23). С. 10–19.
13. Cox C. Glyphosate (Roundup) // J. Pesticide Reform. 1998. Vol. 18. № 3. P. 3–16.

Bibliography

1. Recommendations for reforestation and afforestation in the Urals / V.N. Daniluk, R.P. Isaeva, G.G. Terekhov, I.A. Freiberg, S.V. Zalesov, V.N. Lugansky, N.A. Lugansky. Yekaterinburg: Ural state forest acad., 2001. 117 p.
 2. Freiberg I.A., Zalesov S.V., Tolkach O.V. Experience of creation of artificial plantations in the forest-steppe of Zauralye. Yekaterinburg: Ural state forest Univ., 2012. 121 p.
 3. Artificial afforestation around Astana / S.V. Zalesov, B.O. Azbaev, A.V. Dancheva, A.N. Rakhimzhanov, M.R. Rozanov, J.O. Suyundikov // Modern problems of science and education. 2014. № 4. UBL: www.science-education.ru/118-13438
 4. The formation of artificial plantations in zolootvala Reftinskaya GRES / S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, A.A. Zverev, A.S. Opletaev, A.A. Thurin // IVUZ. Forest magazine. 2013. № 2. P. 66–73.
 5. Experience creating forest cultures on the salt good mesoprosodes / S.V. Zalesov, O.V. Tolkach, I.A. Freiberg, N.F. Chernousova // Ecology and industry of Russia. 2017. № 9. P. 42–47.
 6. Manuals for the growing of wood and shrubby species material in forest nurseries in the Ural region. Moscow, 1998. 172 p.
 7. Evaluation of the advisability the using growth preparations to planting seedlings of coniferous species / S.A. Rodin, N.E. Prokazin, V.I. Kazakov, E.N. Lobanova, N.V. Pentelkina // Forests of Russia: politics, industry, science, education. Mather. the second Intern. scientific and technical conference / Edited by V.M. Gediot. St. Petersburg, 2017. P. 134–136.
 8. Freiberg I.A., Yermakova M.V., Stetsenko S.K. Modification forms of pine under conditions of pesticide contamination. Yekaterinburg : Ural Branch of RAS, 2004. 73 p.
 9. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. Forest vegetation conditions and forest types of the Sverdlovsk region. UNTS of Academy of science of the USSR. Sverdlovsk, 1973. 176 p.
 10. Hurshkainen T.V., Kuchin A.V. Woodchemistry for innovation in agriculture // Proceedings of the Komi Scientific Center, Ural Branch of Russian Academy of Sciences. 2011. № 5. P. 17–23.
 11. Anomaly of seedlings of pine and spruce in forest nurseries / I.A. Freiberg, A.M. Biryukova, M.V. Ermakova, N.A. Kislitsyna // Forest management. 1997. № 1. P. 34–35.
 12. The influence of growth-promoting factors obtained from natural material on softwood germs / E.M. Andreeva, S.K. Stetsenko, A.V. Kutchin, G.G. Terekhov, T.V. Khurshkainen // Forestry Engineering Journal. 2016. V. 6. № 3 (23). P. 10–19.
 13. Cox C. Glyphosate (Roundup) // J. Pesticide Reform. 1998. Vol. 18. № 3. P. 3–16.
-
-