



УДК 632\*954:630\*232

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-9-23

## ВЫРАЩИВАНИЕ КУЛЬТУР ЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ, НЕ ТРЕБУЮЩЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ УХОДОВ

*А.Б. Егоров, д-р с.-х. наук; ResearcherID: [G-4300-2015](https://orcid.org/0000-0003-2624-214X).*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2624-214X>*

*А.М. Постников, канд. с.-х. наук; ResearcherID: [G-4313-2015](https://orcid.org/0000-0002-8942-8155).*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8942-8155>*

*А.А. Бубнов, канд. с.-х. наук; ResearcherID: [E-1666-2015](https://orcid.org/0000-0001-5716-3503).*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5716-3503>*

*Л.Н. Павлюченкова, канд. с.-х. наук; ResearcherID: [G-4285-2015](https://orcid.org/0000-0001-8884-2496).*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8884-2496>*

*А.Н. Партолина, канд. с.-х. наук; ResearcherID: [C-9983-2015](https://orcid.org/0000-0003-2594-5003).*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2594-5003>*

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Институтский просп., д. 21, Санкт-Петербург, Россия, 194021; e-mail: herb.egorov@yandex.ru, cucule88@gmail.com, a.bubnov@list.ru, partolina.anna.spb@gmail.com

**Аннотация.** Неконтролируемое развитие нежелательной растительности при искусственном лесовосстановлении снижает приживаемость и темпы роста культур, а в некоторых случаях становится причиной их гибели. Применение лесовосстановительной техники часто крайне затруднено, поэтому самым перспективным вариантом решения данной проблемы является создание культур ели сеянцами с закрытой корневой системой с применением ручных посадочных орудий без предварительной механической обработки почвы. Длительная защита культур от нежелательной растительности обеспечивается использованием современных гербицидов, зарегистрированных для применения в лесном хозяйстве Российской Федерации. Приводятся результаты осуществлявшихся в Ленинградской области 3-летних полевых экспериментов по применению гербицидов и их смесей для ограничения конкуренции со стороны нежелательной растительности в первые годы после посадки культур ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.). Установлена высокая эффективность применения гербицидов для долговременного подавления травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Смесей гербицидов раундап, ВР (360 г/л глифосата кислоты), анкор-85, ВДГ (750 г/кг калиевой соли сульфометурон-метила) и арсенал новый, ВК (250 г/л имзапира) сдерживали развитие травянистых сорняков в течение минимум 2 вегетационных сезонов. Также изучены процессы зарастания культур ели нежелательной растительностью после опрыскивания гербицидами, реакция саженцев на применение химических препаратов, показатели состояния и роста хвойных. Анализ полученных данных доказал возможность объединения предварительной защитной химической обработки гербицидами и посадки сеянцев за 1 технологический прием или проведение посадки сеянцев в течение нескольких месяцев после химической обработки, что существенно снижает риск повреждения саженцев гербицидами. Приживаемость культур, созданных посадкой 1-2-летними сеянцами с закрытой корневой системой, составляла 93–98 % при биометрических показателях, позволяющих ели

успешно конкурировать с нежелательной растительностью. Разработанный метод обеспечивает резкое снижение трудовых и денежных затрат на лесовосстановление по сравнению с традиционными технологиями, предусматривающими предварительную механическую обработку почвы и последующие агротехнические уходы за культурами.

**Для цитирования:** Егоров А.Б., Постников А.М., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н., Партолина А.Н. Выращивание культур ели с применением современных гербицидов, не требующее проведения агротехнических уходов // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 3. С. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-9-23

**Финансирование:** Финансирование исследования осуществлялось Федеральным агентством лесного хозяйства по государственному заданию ФБУ «СПбНИИЛХ» № 053-00003-17 ПР, утвержденному приказом от 26.12.2016 № 552.

**Ключевые слова:** лесные культуры, посадка, ель, сеянцы, гербициды, смеси гербицидов, химическая обработка.

### *Введение*

В таежной зоне и зоне хвойно-широколиственных лесов европейской части России в производительных лесорастительных условиях основным лимитирующим фактором роста и развития хвойных пород, в том числе ели европейской, в первые годы после посадки является мощная нежелательная травянистая растительность и вегетативное возобновление лиственных пород [1, 5, 8, 11, 14]. Одной из основных причин низкого качества или гибели культур становится недостаточное количество и несвоевременное проведение уходов. Поэтому требуется наибольшее их число и интенсивность [4, 7, 9, 10]. К моменту посадки сеянцев сплошные вырубki и другие лесокультурные площади часто оказываются уже покрытыми нежелательной растительностью. При этом удовлетворительного восстановления хвойных пород без проведения мер по устранению или ограничению сорной растительности не происходит. В ряде случаев, в том числе после ветровалов, применение лесовосстановительной техники, в частности тракторов с плугами и фрезами для механической обработки почвы под посадку культур или для содействия естественному возобновлению хвойных пород, крайне затруднено или невозможно. Наиболее перспективный вариант решения проблемы – создание культур ели европейской сеянцами с закрытой корневой системой (ЗКС) при помощи ручных посадочных орудий без предварительной механической обработки почвы и с одновременным длительным обеспечением их защиты от широкого спектра нежелательной растительности путем применения современных экологически безопасных гербицидов, зарегистрированных для производственного использования в лесном хозяйстве Российской Федерации. Сегодня и в обозримом будущем химический метод является наиболее производительным и эффективным [2, 3]. Об этом свидетельствует и опыт ведения лесного хозяйства в развитых зарубежных странах – Канаде, США, Австралии и др. [20].

В ближайшие 5–10 лет в европейской части Российской Федерации планируется резкое увеличение площадей лесных культур, создаваемых посадочным материалом с ЗКС. Его высокая стоимость, а также относительно небольшие размеры (высота, диаметр у шейки корня, объем корнезакрывающего кома) обуславливают необходимость эффективной защиты создаваемых культур от негативного влияния нежелательной растительности, что особенно актуально в производительных лесорастительных условиях.

В настоящее время в России разрешены для применения в лесном хозяйстве гербициды на основе пяти действующих веществ: глифосата, имазапира, сульфометурон-метила, трибенурон-метила и галоксифоп-Р-метила, а при химической обработке площадей под посадку культур – только трех из них (глифосата, имазапира и сульфометурон-метила) [12]. Известно, что в создании высокопродуктивных лесных насаждений важную роль играет регулирование живого напочвенного покрова, в том числе при помощи гербицидов, альтернативы которым в ближайшем будущем нет [13, 19]. При сравнении различных методов подготовки площадей под посадку древесных пород в США было установлено, что химический метод обеспечивает наиболее высокую приживаемость растений в течение первых пяти лет после посадки [15–18]. Также на основании многолетних исследований отмечается существенное увеличение продуктивности плантаций различных древесных пород в странах, где при уходе за лесом широко применяются химические методы – в Северной Америке (США и Канаде), Южной Америке и Южной Африке, Австралии и Новой Зеландии [20].

Для химической обработки площадей под лесные культуры в разных странах в основном используются общеистребительные гербициды, такие как глифосат (раундап), имазапир (арсенал, чоппер), сульфометурон-метил (оуст, анкор-85), метсульфурон-метил (эллай), гексазинон (велпар), а также различные смеси на их основе [16, 18].

Цель исследования – разработка малозатратного и эффективного метода выращивания культур ели без проведения агротехнических уходов с применением современных гербицидов на землях лесного фонда в производительных лесорастительных условиях.

#### *Объекты и методы исследования*

Полевые эксперименты проводились в 2017–2019 гг. в Гатчинском районе Ленинградской области, в Балтийско-Белозерском таежном районе таежной зоны. Было выполнено 4 опыта. Применялись гербициды, зарегистрированные в РФ для ведения лесного хозяйства. Варианты их использования и даты обработок даны ниже. Предварительной подготовки почвы не проводилось. Повторность опытов 3-кратная.

При закладке опытов руководствовались «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» [6]. Биологическая эффективность действия гербицидов на травянистую растительность определялась проективно-количественным методом по снижению, в %, проективного покрытия почвы травянистыми видами по отношению к контролю (без обработки), для чего закладывались временные учетные площади. Эффективность действия химических препаратов на нежелательные листовые древесные породы в первый год после обработки оценивалась по отмиранию листьев, на второй год – по отмиранию стволов, в % от их общего количества.

Посадка осуществлялась под меч Колесова 1-2-летним посадочным материалом ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) с ЗКС. Сеянцы выращивались в кассетах Plantek-81 с торфяным субстратом объемом корнезакрывающего кома 85 см<sup>3</sup>. При учетах определялась приживаемость саженцев, отмечалось наличие внешних признаков повреждений гербицидами. Биометрические показатели саженцев ели фиксировались в 2019 г. Статистическая обработка полученных

данных проводилась по стандартной методике с определением средних значений и доверительных интервалов при уровне значимости 0,05 ( $X \pm tS_x$ ).

Опыт 1 был заложен 15 июня 2017 г. на участке площадью 1800 м<sup>2</sup>, заросшем травянистой и древесно-кустарниковой растительностью. Средняя высота травянистых растений составляла 20...30 см, фазы развития – кушение, розетка. Химическая обработка была проведена полосами шириной 1,5 м с расстоянием между их осями 3 м. В течение 3 часов после обработки высажены культуры стандартными 1-летними сеянцами (первая ротация). На контрольной площади посадку не проводили.

Опыт 2 был заложен 23 июля 2017 г. на участке площадью 2400 м<sup>2</sup>, заросшем нежелательной травянистой и древесно-кустарниковой растительностью. Ее средняя высота – 80...110 см, фазы развития – цветение, плодоношение. Химическая обработка проводилась полосами шириной 1,5 м. Через 36 дней после химической обработки (28 августа 2017 г.) высажены сеянцы ели разного возраста (посев 2016 и 2017 гг., первая ротация). Шаг посадки – 60 см. Через 10 мес. после применения гербицидов (10 мая 2018 г.) дополнительно были высажены 2-летние сеянцы ели (посев 2017 г., первая ротация). Шаг посадки – 60 см. В контрольном варианте посадку не проводили.

Опыт 3 был заложен 22 мая 2018 г. на участке 420 м<sup>2</sup>, заросшем травянистыми растениями. Их средняя высота составляла 20...30 см, фазы развития – кушение, розетка. В течение 2 ч после опрыскивания высажены стандартные сеянцы ели (посев 2017 г., первая ротация). Шаг посадки – 30 см. На контрольной площади также была проведена посадка материала.

Опыт 4 был заложен 17 июля 2018 г. на участке площадью 300 м<sup>2</sup>, заросшем травянистой растительностью средней высотой 80...110 см, фазы развития – цветение, плодоношение. Через 44 дня после применения гербицидов (29 августа) были высажены 2-летние сеянцы ели (посев 2017 г., первая ротация). Шаг посадки – 30 см. В контрольном варианте посадку не проводили.

Почва на всех участках была дренированная дерново-подзолистая легкосуглинистая, содержание гумуса – 2,8; 4,4; 2,8; 4,4 % в опытах 1–4 соответственно. Тип условий произрастания для случаев 1 и 3 – черничный, 2 и 4 – кисличный.

В опытах 1, 2 и 4 к моменту химической обработки преобладали однодольные растения, в опыте 3 – двудольные. Двудольные растения были представлены в основном вероникой лекарственной (*Veronica officinalis* L.), борщевиком сибирским (*Heracleum sibiricum* L.), иван-чаем узколистым (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), бодяком разнолистным (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill), снытью обыкновенной (*Aegopodium podagraria* L.), купырем лесным (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.), дудником лесным (*Angelica sylvestris* L.), вербейником обыкновенным (*Lysimachia vulgaris* L.), медуницей лекарственной (*Pulmonaria officinalis* L.), земляникой обыкновенной (*Fragaria vesca* L.), зверобоем продырявленным (*Hypericum perforatum* L.), ландышем майским (*Convallaria majalis* L.), видами грушанки (*Pyrola* spp. L.), лапчаткой прямостоячей (калган) (*Potentilla erecta* L.), клевером луговым (*Trifolium pratense* L.), манжеткой обыкновенной (*Alchemilla vulgaris* L.), горошком мышиным (*Vicia cracca* L.), видами ястребинки (*Hieracium* spp.). Однодольные виды были представлены преимущественно видами вейника (*Calamagrostis* spp.), овсяком извилистым (*Avenella flexuosa* (L.) Drejer), щучкой дернистой (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.), полевицей тонкой

(*Agrostis capillaries* L.), бором развесистым (*Milium effusum* L.), лисохвостом луговым (*Alopecurus pratensis* L.), ежой сборной (*Dactylis glomerata* L.). Из древесных растений в опытах 1 и 2 присутствовали виды ивы (*Salix* spp.), осина (*Populus tremula* L.), виды березы (*Betula* spp.) и ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moeuch.).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Проведенные в ходе опыта 1 учеты показали, что в течение первого и второго вегетационных сезонов эффективность подавления нежелательной травянистой растительности очень высока и достигала в некоторых вариантах 100 % (табл. 1, рис. 1). Наибольшую действенность продемонстрировали смеси гербицидов вариантов 1–3; более низкую – варианта 4, особенно на второй год после обработки. В течение третьего вегетационного сезона во всех вариантах происходило резкое увеличение проективного покрытия почвы травянистыми растениями, в результате чего этот показатель практически сравнялся с показателем в контроле.

Таблица 1

#### Эффективность действия гербицидов на нежелательную травянистую растительность (опыт 1, обработка 15.06.2017)

| Вариант опыта                                | Дата учета | Проективное покрытие почвы травянистыми растениями, %/его снижение, % к контролю |             |            |
|--|------------|--|-------------|------------|
|  |            | общее  | однодольные | двудольные |
| 1. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 50 г/га  | 15.09.2017 | 1/99   | 0/100       | 1/98       |
|  | 27.08.2018 | 24/71  | 6/82        | 18/63      |
|  | 21.08.2019 | 87/-2  | 22/45       | 65/-44     |
| 2. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 100 г/га | 15.09.2017 | 0/100  | 0/100       | 0/100      |
|  | 27.08.2018 | 13/84  | 3/91        | 10/80      |
|  | 21.08.2019 | 87/-2  | 20/50       | 67/-49     |
| 3. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га | 15.09.2017 | 0/100  | 0/100       | 0/100      |
|  | 27.08.2018 | 11/87  | 2/94        | 9/82       |
|  | 21.08.2019 | 90/-6  | 13/68       | 77/-71     |
| 4. Раундап, 6 л/га                           | 15.09.2017 | 8/90   | 1/97        | 7/86       |
|  | 27.08.2018 | 45/46  | 10/71       | 35/29      |
|  | 21.08.2019 | 92/-8  | 40/0        | 52/-16     |
| 5. Контроль<br>(без обработки)               | 15.09.2017 | 84/-   | 35/-        | 49/-       |
|  | 27.08.2018 | 83/-   | 34/-        | 49/-       |
|  | 21.08.2019 | 85/-   | 40/-        | 45/-       |

Учеты состояния саженцев ели показали, что они практически не повреждались гербицидами в большинстве вариантов опыта. Косметические повреждения, отмеченные в год обработки во всех вариантах, исчезали в течение второго сезона, к концу которого более 90 % молодых елей было отнесено к категории «здоровые» (рис. 2). Доля отмерших по разным причинам саженцев не превышала 5 %. Биометрические показатели, зафиксированные в конце третьего после химической обработки сезона, свидетельствовали, что во всех вариантах опыта саженцы достигали необходимых для успешной конкуренции с нежелательной растительностью параметров без проведения агротехнических уходов.



Рис. 1. Эффективность действия смеси гербицидов раундап, 4 л/га + анкор-85, 100 г/га (опыт 1, обработка и посадка культур 15.06.2017, фото 19.07.2017)

Fig. 1. The effectiveness of the herbicide mixture Roundup, 4 L/ha + Anchor-85, 100 g/ha (experiment 1, the chemical treatment spruce planting carried out on 15.06.17, the photograph taken on 15.06.17, photo 19.07.17)



Рис. 2. Культуры ели в опыте 1 на следующий год после обработки смесью раундап, 4 л/га + анкор-85, 100 г/га (обработка и посадка культур 15.06.2017, фото 05.06.2018)

Fig. 2. The spruce plantation the year following the treatment with the mixture Roundup, 4 L/ha + Anchor-85, 100 g/ha (experiment 1, the chemical treatment and spruce planting carried out on 15.06.17, the photograph taken on 05.06.18)

Минимальные показатели прироста в высоту отмечены в варианте 3, что можно объяснить ингибирующим воздействием гербицида анкор-85 в максимальной норме применения (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние обработки гербицидами на рост саженцев ели  
(опыт 1, обработка 15.06.2017, учет 21.08.2019)**

| Вариант опыта                                | Диаметр саженца,<br>мм | Высота саженца,<br>см | Прирост в высоту, см |             |
|--|------------------------|-----------------------|----------------------|-------------|
|  |                        |                       | 2018 г.              | 2019 г.     |
| 1. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 50 г/га  | 9,2 ± 0,42             | 44,1 ± 2,07           | 8,0 ± 0,76           | 19,5 ± 1,78 |
| 2. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 100 г/га | 9,0 ± 0,38             | 46,4 ± 2,26           | 8,2 ± 0,71           | 21,3 ± 1,92 |
| 3. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га | 8,3 ± 0,38             | 43,1 ± 2,10           | 7,6 ± 0,74           | 18,0 ± 1,70 |
| 4. Раундап, 6 л/га                           | 7,8 ± 0,40             | 45,2 ± 2,18           | 8,6 ± 0,77           | 19,1 ± 1,82 |

Эффективность подавления листовых пород уже через месяц после химической обработки была очень высокой во всех вариантах опыта: в наибольшей степени повреждалась береза (83...90 %), в меньшей – осина и виды ивы (65...79 %). К концу первого вегетационного сезона арборицидное действие препаратов значительно усилилось – во всех вариантах опыта эффективность подавления листовых пород составляла 85...100 %. В течение следующих двух вегетационных сезонов она еще более возрастала и достигала для березы и осины 100 %, для ивы – 95...100 %. Восстановления листовых пород от корневых систем не наблюдалось (табл. 3).

Таблица 3

**Эффективность действия гербицидов на нежелательную древесную растительность (опыт 1, обработка 15.06.2017)**

| Вариант опыта                                | Дата учета | Отмирание листьев (деревьев),<br>% от общего количества |       |        |
|--|------------|---|-------|--------|
|  |            | ива (виды)  | осина | береза |
| 1. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 50 г/га  | 19.07.2017 | 65  | 70    | 86     |
|  | 15.09.2017 | 88  | 90    | 100    |
|  | 26.06.2018 | 97  | 100   | 100    |
|  | 21.08.2019 | 100   | 100   | 100    |
| 2. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 100 г/га | 19.07.2017 | 69  | 69    | 90     |
|  | 15.09.2017 | 91  | 93    | 100    |
|  | 26.06.2018 | 100   | 100   | 100    |
|  | 21.08.2019 | 100   | 100   | 100    |
| 3. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га | 19.07.2017 | 68  | 65    | 83     |
|  | 15.09.2017 | 85  | 88    | 100    |
|  | 26.06.2018 | 99  | 100   | 100    |
|  | 21.08.2019 | 100   | 100   | 100    |
| 4. Раундап, 6 л/га                           | 19.07.2017 | 72  | 79    | 94     |
|  | 15.09.2017 | 93  | 96    | 100    |
|  | 26.06.2018 | 95  | 100   | 100    |
|  | 21.08.2019 | 95  | 100   | 100    |

В опыте 2 снижение засоренности делянок в его вариантах 1 и 2, где применялись смеси гербицидов, составляло к концу первого вегетационного сезона 92...94 %, второго вегетационного сезона – 77...80 %, в то время как в варианте 3, где использовался только раундап, эти показатели были соответственно 90 и 31 % (табл. 4). К концу третьего вегетационного сезона проективное покрытие почвы травянистыми растениями существенно возросло во всех вариантах опыта, в основном за счет интенсивного разрастания двудольных видов растений, и лишь незначительно уступало этому показателю в контроле.

Таблица 4

**Эффективность действия гербицидов на нежелательную травянистую растительность (опыт 2, обработка 23.07.2017)**

| Вариант опыта   | Дата учета | Проективное покрытие почвы травянистыми растениями, % |               |              | Снижение проективного покрытия, % к контролю |               |              |
|---|------------|---|---------------|--------------|--|---------------|--------------|
|   |            | общее   | одно-дольными | дву-дольными | общего                                       | одно-дольными | дву-дольными |
| 1. Раундап, 6 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га                          | 28.08.2017 | 8   | 1             | 7            | 92   | 98            | 87           |
|   | 27.08.2018 | 20  | 2             | 18           | 77   | 95            | 64           |
|   | 26.08.2019 | 81  | 12            | 69           | 15   | 72            | -33          |
| 2. Раундап, 6 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га +<br>+ арсенал, 0,5 л/га | 28.08.2017 | 6   | 0             | 6            | 94   | 100           | 89           |
|   | 27.08.2018 | 18  | 1             | 17           | 80   | 97            | 66           |
|   | 26.08.2019 | 79  | 9             | 70           | 17   | 79            | -35          |
| 3. Раундап, 6 л/га  | 28.08.2017 | 10  | 2             | 8            | 90   | 95            | 85           |
|   | 27.08.2018 | 61  | 30            | 31           | 31   | 21            | 38           |
|   | 26.08.2019 | 93  | 41            | 52           | 2  | 5             | 0            |
| 4. Контроль<br>(без обработки)  | 28.08.2017 | 98  | 43            | 55           | –  | –             | –            |
|   | 27.08.2018 | 88  | 38            | 50           | –  | –             | –            |
|   | 26.08.2019 | 95  | 43            | 52           | –  | –             | –            |

В этом опыте гербициды также эффективно действовали на нежелательные листовые древесные породы (табл. 5). Уже в конце первого вегетационного сезона было отмечено отмирание листьев у осины и ольхи на 88...98 %, у видов ивы – на 85...88 %, у березы – на 100 %.

Таблица 5

**Эффективность действия гербицидов на нежелательную древесную растительность (опыт 2, обработка 23.07.2017)**

| Вариант опыта   | Дата учета | Отмирание листьев (деревьев),<br>% от общего количества |       |        |             |
|---|------------|---|-------|--------|-------------|
|   |            | ива (виды)  | осина | береза | ольха серая |
| 1. Раундап, 6 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га                          | 15.09.2017 | 85  | 96    | 100    | 88          |
|   | 26.06.2018 | 97  | 100   | 100    | 100         |
|   | 26.08.2019 | 100   | 100   | 100    | 100         |
| 2. Раундап, 6 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га +<br>+ арсенал, 0,5 л/га | 15.09.2017 | 100   | 100   | 100    | 100         |
|   | 26.06.2018 | 100   | 100   | 100    | 100         |
|   | 26.08.2019 | 100   | 100   | 100    | 100         |
| 3. Раундап, 6 л/га  | 15.09.2017 | 88  | 98    | 100    | 92          |
|   | 26.06.2018 | 98  | 100   | 100    | 100         |
|   | 26.08.2019 | 99  | 100   | 100    | 100         |



В течение двух следующих вегетационных сезонов происходило дальнейшее усиление действия гербицидов во всех вариантах опыта и к концу сезона 2019 г. произошло полное отмирание всех лиственных пород. Только в варианте 3 сохранились единичные экземпляры ивы с сильными повреждениями. Восстановления лиственных пород от корневых систем не наблюдалось.

На протяжении двух вегетационных сезонов не имели повреждений во всех вариантах опыта 90...98 % 2-летних саженцев ели. 1-летние нестандартные сеянцы, высаженные на части опытных делянок 28 августа 2017 г., характеризовались плохой приживаемостью во всех вариантах, причем доля отмерших саженцев возрастала в течение всего периода наблюдений и составляла к концу второго вегетационного сезона 22...46 % в зависимости от варианта.

Однолетние стандартные сеянцы, высаженные 10 мая 2018 г., показали высокую приживаемость к концу второго вегетационного сезона в вариантах 1 и 2 (96...98 %), а в варианте 3 – только 87 %, что объясняется отрицательным воздействием травянистой растительности, начавшей интенсивное восстановление после обработки раундапом (табл. 6).

Таблица 6

**Влияние обработки гербицидами на рост саженцев ели  
(опыт 2, обработка 23.07.2017)**

| Вариант опыта   | Возраст посадочного материала, дата посадки | Диаметр саженца, мм | Высота саженца, см | Прирост в высоту, см |             |
|---|---|---------------------|--------------------|----------------------|-------------|
|   |   |                     |                    | 2018 г.              | 2019 г.     |
| 1. Раундап, 6 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га                          | Однолетний,<br>28.08.2017                   | 4,8 ± 0,32          | 20,5 ± 1,52        | 4,4 ± 0,40           | 7,6 ± 0,72  |
|   | Двухлетний,<br>28.08.2017                   | 7,8 ± 0,47          | 39,0 ± 2,91        | 8,6 ± 0,75           | 16,4 ± 1,41 |
|   | Однолетний,<br>10.05.2018                   | 8,4 ± 0,47          | 40,8 ± 3,02        | 9,2 ± 0,80           | 17,4 ± 1,61 |
| 2. Раундап, 6 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га +<br>+ арсенал, 0,5 л/га | Однолетний,<br>28.08.2017                   | 5,2 ± 0,36          | 22,0 ± 1,61        | 4,6 ± 0,42           | 8,6 ± 0,86  |
|   | Двухлетний,<br>28.08.2017                   | 8,4 ± 0,49          | 40,2 ± 2,92        | 9,5 ± 0,87           | 17,1 ± 1,54 |
|   | Однолетний,<br>10.05.2018                   | 9,6 ± 0,49          | 47,9 ± 3,12        | 10,4 ± 0,91          | 23,6 ± 1,86 |
| 3. Раундап, 6 л/га  | Однолетний,<br>28.08.2017                   | 4,9 ± 0,35          | 18,7 ± 1,50        | 3,2 ± 0,34           | 7,3 ± 0,82  |
|   | Двухлетний,<br>28.08.2017                   | 7,4 ± 0,42          | 35,7 ± 2,52        | 8,3 ± 0,75           | 13,1 ± 1,21 |
|   | Однолетний,<br>10.05.2018                   | 8,1 ± 0,47          | 39,4 ± 2,90        | 8,9 ± 0,74           | 15,7 ± 1,41 |

В опыте 2 однолетняя ель, высаженная 28 августа 2017 г., продемонстрировала низкие показатели роста. Это подтверждает бесперспективность создания лесных культур мелкими нестандартными саженцами даже при использовании химического метода подавления нежелательной растительности. При посадке

в тот же срок культуры, созданные стандартным 2-летним посадочным материалом, продемонстрировали высокие показатели роста во всех вариантах опыта. Даже 1-летние стандартные сеянцы, использованные на части опытных делянок 10 мая 2018 г., по показателям роста превосходили 2-летние сеянцы, высаженные 28 августа 2017 г. во всех вариантах опыта (табл. 6).

В опыте 3 в год обработки эффективность подавления травянистой растительности составляла 70...82 %, причем в наибольшей степени гербициды снижали засоренность однодольными растениями – до 100 % в вариантах опыта 1 и 2 (табл. 7). К началу второго вегетационного сезона в этих вариантах сохранялись высокие показатели эффективности, а к концу происходило постепенное снижение. В целом за счет сохранившихся двудольных видов в течение второго вегетационного сезона эффективность действия гербицидов в вариантах 1 и 2 не превышала 74 %.

Таблица 7

**Эффективность действия гербицидов на нежелательную травянистую растительность (опыт 3, обработка 22.05.2018)**

| Вариант опыта                                | Дата учета | Проективное покрытие почвы травянистыми растениями, % / его снижение, % к контролю |              |             |
|--|------------|--|--------------|-------------|
|  |            | общее  | однодольными | двудольными |
| 1. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 50 г/га  | 27.08.2018 | 17/82  | 0/100        | 17/55       |
|  | 18.06.2019 | 50/47  | 0/100        | 50/17       |
|  | 26.08.2019 | 86/13  | 6/84         | 80/-33      |
| 2. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 100 г/га | 27.08.2018 | 10/89  | 0/100        | 10/74       |
|  | 18.06.2019 | 25/74  | 0/100        | 25/58       |
|  | 26.08.2019 | 65/33  | 4/89         | 61/-1       |
| 3. Раундап, 6 л/га                           | 27.08.2018 | 28/70  | 4/93         | 24/37       |
|  | 18.06.2019 | 70/21  | 5/86         | 65/-17      |
|  | 26.08.2019 | 81/17  | 6/84         | 75/-25      |
| 4. Контроль<br>(без обработки)               | 27.08.2018 | 94/-   | 56/-         | 38/-        |
|  | 18.06.2019 | 95/-   | 35/-         | 60/-        |
|  | 26.08.2019 | 97/-   | 37/-         | 60/-        |

Наиболее низкие показатели эффективности наблюдались в варианте 3, где применялся раундап в норме 6 л/га: даже в год обработки эффективность подавления травянистых растений составляла только 70 %, а в следующем вегетационном сезоне произошло существенное увеличение доли двудольных видов в составе травянистой растительности, превысившее аналогичные показатели в контроле. В этом опыте не отмечено существенных различий в росте деревьев ели в опытных вариантах (табл. 8). Вместе с тем полученные показатели роста являются довольно высокими для второго года после посадки культур, создаваемых относительно некрупными сеянцами. В контроле, где сеянцы были высажены без предварительной химической обработки, отмечены гораздо более низкие показатели роста деревьев ели. Так, например,

текущий прирост в высоту за последний год был меньше практически в 2 раза, а разница в средней высоте превышала 10 см. Очевидно, что посадка с предварительной химической обработкой дает значительное преимущество в условиях для роста и развития культур ели по сравнению с посадкой без обработки.

Таблица 8

**Влияние обработки гербицидами на рост саженцев ели  
(опыт 3, обработка 22.05.2018, учет 26.08.2019)**

| Вариант опыта                                | Диаметр саженца,<br>мм | Высота саженца,<br>см | Прирост в высоту 2019 г.,<br>см |
|--|------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 50 г/га  | 8,2 ± 0,38             | 38,3 ± 2,64           | 17,2 ± 1,64                     |
| 2. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 100 г/га | 8,0 ± 0,32             | 37,5 ± 2,52           | 16,4 ± 1,42                     |
| 3. Раундап, 6 л/га                           | 7,4 ± 0,32             | 38,3 ± 2,76           | 16,9 ± 1,58                     |
| 4. Контроль<br>(без обработки)               | 6,9 ± 0,34             | 27,5 ± 2,39           | 9,1 ± 1,54                      |

В опыте 4 в конце первого вегетационного сезона эффективность подавления травянистой растительности составляла 98...100 %. На следующий после обработки год этот показатель постепенно снижался и к концу сезона был в вариантах опыта 1 и 2 соответственно 81 и 98 %, а в варианте 3 не превышал 26 %. Таким образом, обработка одним раундапом не обеспечивала долгосрочной защиты посадок от нежелательной травянистой растительности (табл. 9).

Таблица 9

**Эффективность действия гербицидов на нежелательную травянистую  
растительность (опыт 4, обработка 17.07.2018)**

| Вариант опыта   | Дата<br>учета | Проективное покрытие почвы травянистыми<br>растениями, % / его снижение, % к контролю |              |             |
|---|---------------|---|--------------|-------------|
|   |               | общее   | однодольными | двудольными |
| 1. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 150 г/га                          | 19.09.2018    | 0/100   | 0/100        | 0/100       |
|   | 18.06.2019    | 2/98  | 1/98         | 1/98        |
|   | 21.08.2019    | 18/81   | 4/90         | 14/71       |
| 2. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 100 г/га +<br>+ арсенал, 0,5 л/га | 19.09.2018    | 0/100   | 0/100        | 0/100       |
|   | 18.06.2019    | 2/98  | 1/98         | 1/98        |
|   | 21.08.2019    | 16/84   | 5/87         | 11/77       |
| 3. Раундап, 6 л/га  | 19.09.2018    | 2/98  | 1/98         | 1/98        |
|   | 18.06.2019    | 70/26   | 42/-42       | 28/58       |
|   | 21.08.2019    | 85/12   | 55/-41       | 30/38       |
| 4. Контроль<br>(без обработки)  | 19.09.2018    | 96/-  | 40/-         | 56/-        |
|   | 18.06.2019    | 95/-  | 34/-         | 61/-        |
|   | 21.08.2019    | 97/-  | 39/-         | 58/-        |

Состояние культур ели на протяжении всего периода наблюдений было удовлетворительным и в конце второго вегетационного сезона приживаемость во всех вариантах опыта составляла 93...95 %. Параметры роста культур существенно не различались, однако были несколько ниже в варианте с применением одного раундапа (табл. 10).

Таблица 10

**Влияние обработки гербицидами на рост саженцев ели  
(опыт 4, обработка 17.07.2018, учет 21.08.2019)**

| Вариант опыта   | Диаметр саженца,<br>мм | Высота саженца,<br>см | Прирост в высоту 2019 г.,<br>см |
|---|------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 50 г/га                           | 5,4 ± 0,24             | 32,0 ± 2,01           | 10,3 ± 0,83                     |
| 2. Раундап, 4 л/га +<br>+ анкор-85, 100 г/га +<br>+ арсенал, 0,5 л/га | 5,6 ± 0,23             | 32,3 ± 1,96           | 10,9 ± 0,74                     |
| 3. Раундап, 6 л/га  | 5,2 ± 0,25             | 31,4 ± 2,04           | 9,5 ± 0,69                      |

#### Заключение

1. Анализ литературы и результаты проведенных исследований показали, что наиболее перспективным вариантом решения проблемы зарастания культур нежелательной растительностью является проведение предварительной химической обработки лесокультурной площади баковыми смесями гербицидов с длительным защитным эффектом и последующая посадка сеянцев без проведения дорогостоящей механической обработки почвы.

2. Установлено, что применение в первой половине вегетационного периода (май–июль) 2-компонентных (раундап, 4 л/га + анкор-85, 100 г/га) и 3-компонентных (раундап, 4 л/га + анкор-85, 100 г/га + арсенал, 0,5 л/га) смесей гербицидов обеспечивает в течение 1,5-2 вегетационных сезонов высокую эффективность подавления широкого спектра нежелательной травянистой растительности и лиственных древесных пород. Раундап (6 л/га) вызывал быстрое отмирание травянистой растительности, но уже в конце первого вегетационного сезона происходило ее частичное восстановление за счет двудольных видов трав, а во втором сезоне эффективность его резко снижалась.

3. Токсическое воздействие гербицидов на саженцы ели было отмечено только при введении в состав смеси персистентного гербицида анкор-85 в максимальной норме (150 г/га) и посадке сеянцев в день обработки. Во всех других вариантах опытов применение гербицидов не оказывало отрицательного влияния на рост саженцев. Приживаемость культур, созданных посадкой стандартными 1-2-летними сеянцами с закрытой корневой системой, составляла 93...98 %.

4. В результате предварительной химической обработки саженцы достигают таких биометрических показателей, при которых не понадобится проведение последующих агротехнических уходов для успешного роста культур.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Гаврилова О.И. Лесовосстановление вырубок и продуктивность лесных культур хвойных пород Республики Карелия: дис. ... д-ра с.-х. наук. Петрозаводск, 2012. 332 с.  
Gavrilova O.I. *Reforestation of Clear Cuttings and Productivity of Coniferous Forest Plantations of the Republic of Karelia*: Dr. Agric. Sci. Diss. Petrozavodsk, 2012. 332 p.

2. Егоров А.Б. Воспроизводство хозяйственно-ценных лесов с применением химического метода: история, современное состояние и перспективы развития // Тр. СПбНИИЛХ. СПб., 2000. Вып. 2(3). С. 18–33.

Egorov A.B. Reproduction of Economically Valuable Forests Using the Chemical Method: History, Current Status and Development Prospects. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva* [Proceedings of the Saint Petersburg Forestry Research Institute], 2000, iss. 2(3), pp. 18–33.

3. Егоров А.Б., Жигунов А.В. Лесовосстановление с применением химического метода. СПб.: СПбГЛТА, 2009. 68 с.

Egorov A.B., Zhigunov A.V. *Reforestation Using the Chemical Method*. Saint Petersburg, SPbGLTA Publ., 2009. 68 p.

4. Малаховец П.М. Лесные культуры. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2012. 222 с.

Malakhovets P.M. *Forest Plantations*. Arkhangelsk, NArFU Publ., 2012. 222 p.

5. Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Теория и практика искусственного лесовосстановления. Архангельск: САФУ, 2011. 239 с.

Merzlenko M.D., Babich N.A. *Theory and Practice of Artificial Reforestation*. Arkhangelsk, NArFU Publ., 2011. 239 p.

6. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / отв. ред. В.И. Долженко. Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений РАСХН, 2013. 280 с.

*Methodological Guidelines for Registration Tests of Herbicides in Agriculture*. Ed. by Dolzhenko V.I. Saint Petersburg, RAAS Publ., 2013. 280 p.

7. Писаренко А.И., Мерзленко М.Д. Создание искусственных лесов. М.: Агропромиздат, 1990. 270 с.

Pisarenko A.I., Merzlenko M.D. *Creation of Artificial Forests*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990. 270 p.

8. Писаренко А.И., Редько Г.И., Мерзленко М.Д. Искусственные леса. Ч. I. М.: ВНИИЦлесресурс, 1992. 308 с.

Pisarenko A.I., Redko G.I., Merzlenko M.D. *Artificial Forests*. Part I. Moscow, VNIITslesresurs Publ., 1992. 308 p.

9. Редько Г.И., Бабич Н.А. Лесовосстановление на Европейском Севере России. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1994. 188 с.

Red'ko G.I., Babich N.A. *Reforestation in the European North of Russia*. Arkhangelsk, Severo-Zapadnoye knizhnoye izdatel'stvo, 1994. 188 p.

10. Родин А.Р. Лесные культуры. М.: МГУЛ, 2008. 318 с.

Rodin A.R. *Forest Plantations*. Moscow, MGUL Publ., 2008. 318 p.

11. Соколов А.И. Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 215 с.

Sokolov A.I. *Reforestation of Clear Cuttings of the North-West of Russia*. Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2006. 215 p.

12. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2019 год: справ. изд. М., 2019. 848 с.

*List of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use in the Russian Federation. 2019: Reference Edition*. Moscow, 2019. 848 p.

13. Чижев Б.Е. Регулирование травяного покрова при лесовосстановлении. М.: ВНИИЛМ, 2003. 174 с.

Chizhov B.E. *Regulation of Grass Cover during Reforestation*. Moscow, VNIILM Publ., 2003. 174 p.

14. Шипицина О.В. Лесоводственная и экономическая эффективность искусственного лесовосстановления: дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2009. 124 с.

Shipitsina O.V. *Forestry and Economic Efficiency of Artificial Reforestation*: Cand. Agric. Sci. Diss. Yekaterinburg, 2009. 124 p.

15. Ezell A.W., Langston V. Use of Milestone VM PLUS in Forestry Site Preparation Mixtures. *Proceedings of the 64th Annual Meeting of the Southern Weed Science Society*. Red Hook, NY, Curran Associates, Inc., 2011, vol. 64, p. 160.
16. Ezell A.W., Yeiser J.L., Self A.B. Mixtures of Glyphosate, Imazapyr and Aminopyralid for Site Preparation. *Proceedings of the the 68th Annual Meeting of the Southern Weed Science Society*. SWSS, 2015, vol. 68, p. 97.
17. Gardner A.P., Richardson R.J., Roten R.L., Hoyle S.T. Control of Selected Woody Plants with Aminopyralid and Aminopyralid Mixtures. *Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the Southern Weed Science Society*. SWSS, 2009, vol. 62, p. 426.
18. Hoepfing M.K., Wagner R.G., McLaughlin J., Pitt D.G. Timing and Duration of Herbaceous Vegetation Control in Northern Conifer Plantations: 15-Years Tree Growth and Soil Nutrient Effects. *Forestry Chronicle*, 2011, vol. 87, iss. 3, pp. 398–413. DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc2011-030>
19. McCarthy N., Bentsen N.C., Willoughby I., Balandier P. The State of Forest Vegetation Management in Europe in the 21st Century. *European Journal of Forest Research*. 2011, vol. 130, iss. 1, pp. 7–16. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0429-5>
20. Wagner R.G., Little K.M., Richardson B., McNabb K. The Role of Vegetation Management for Enhancing Productivity of the World's Forests. *Forestry*, 2006, vol. 79, iss. 1, pp. 57–79. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpi057>

#### CULTIVATION OF SPRUCE PLANTATIONS USING MODERN HERBICIDES WITHOUT AGROTECHNICAL WEEDING

*Alexandr B. Egorov*, Doctor of Agriculture; ResearcherID: [G-4300-2015](https://orcid.org/0000-0003-2624-214X),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2624-214X>

*Anton M. Postnikov*, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [G-4313-2015](https://orcid.org/0000-0002-8942-8155),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8942-8155>

*Alexander A. Bubnov*, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [E-1666-2015](https://orcid.org/0000-0001-5716-3503),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5716-3503>

*Lidiya N. Pavluchenkova*, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [G-4285-2015](https://orcid.org/0000-0001-8884-2496),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8884-2496>

*Anna N. Partolina*, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [C-9983-2015](https://orcid.org/0000-0003-2594-5003),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2594-5003>

Saint Petersburg Forestry Research Institute, Institutskiy prosp., 21, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation; e-mail: herb.egorov@yandex.ru, cucule88@gmail.com, a.bubnov@list.ru, partolina.anna.spb@gmail.com

**Abstract.** Uncontrolled development of unfavorable vegetation during artificial reforestation reduces survival and growth rates of planted trees, and in some cases causes their death. The use of reforestation equipment is often extremely difficult, therefore the most promising solutions are those involving creation of spruce plantations using seedlings with closed roots and manual planting tools without preliminary mechanical tillage. Long-term protection of plantations from undesirable vegetation is ensured by the use of modern herbicides registered for use in the forest sector in the Russian Federation. The article presents the results of 3-year field experiments on the use of herbicides and their mixtures to suppress undesirable vegetation in the first years after planting European spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the Leningrad region. High efficiency of herbicides for long-term suppression of shrubs, and herbaceous and woody plants was found. A mixture of herbicides Roundup, WS (360 g/L glyphosate acid),

Anchor-85, WDG (750 g/kg sulfometuron-methyl potassium salt) and Arsenal, WC (250 g/L imazapyr) inhibited the development of herbaceous weeds for at least two growing seasons. The processes of undesirable vegetation development after spraying plantations with herbicides, the reaction of seedlings to the use of chemicals, indicators of conditions and growth of conifers were also studied. Analysis of the obtained data proved the possibility of combining a protective chemical pretreatment with herbicides and planting seedlings in a single technological procedure or planting seedlings within a few months after chemical treatment, which significantly reduces the risk of damage to seedlings by herbicides. The survival rate of plantations created by planting one- or two-year-old seedlings with closed roots was 93–98 %; and the biometric indicators were such that spruce plants could successfully compete with undesirable vegetation. The application of the developed method ensures a substantial reduction in labor and other reforestation costs compared to traditional technologies involving preliminary mechanical tillage and subsequent agrotechnical weeding of plantations.

**For citation:** Egorov A.B., Postnikov A.M., Bubnov A.A., Pavluchenkova L.N., Partolina A.N. Cultivation of Spruce Plantations Using Modern Herbicides without Agrotechnical Weeding. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 3, pp. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-9-23

**Funding:** The study was financially supported by the Federal Agency for Forestry within the state assignment of the Saint Petersburg Forestry Research Institute No. 053-00003-17 ПП, approved by Order No. 552 of 26.12.16.

**Keywords:** forest plantations, planting, spruce, seedlings, herbicides, herbicide mixtures, chemical treatment.