

Н.А. Демина, О.Н. Тюкавина

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ

Введение. Одним из важных агротехнических приемов при выращивании хвойных сеянцев в питомниках открытого грунта является борьба с сорной растительностью. Химический метод борьбы с сорным компонентом в лесных питомниках по сравнению с другими наиболее эффективный, позволяющий снижать затраты труда, финансовые вложения, количество агротехнических приемов, улучшать рост сеянцев. Технология эффективного подавления сорных растений предполагает системное применение гербицидов. Борьба с многолетними сорными растениями проводится на паровых полях [Жигунов и др., 2016; Партолина, Егоров, 2017; Якимов и др., 2022], с малолетними и прорастающими из семян многолетними – довсходовым гербицидом, гербицидом по вегетирующим сеянцам. Выбор гербицидов, официально разрешенных к применению в лесном хозяйстве, ограничен. По паре применяются Раундап, Торнадо, Анкор-85 [Гродницкая, Сенашова, 2012; Жигунов и др., 2016; Партолина, Егоров, 2017]; при линейном росте хвойных сеянцев – Зеллек-супер против однодольных, Суперстар против двудольных [Пентелькина, 2012; Егоров, Бубнов, 2013; Бубнов, 2014], в большинстве случаев по одному действующему веществу на конкретный этап в системе применения гербицидов. Ограниченный выбор гербицидов способствует развитию у сорных растений резистентности к ним. Необходимо расширить ассортимент гербицидов для чередования препаратов в процессе выращивания сеянцев путем подбора их аналогов из рекомендованных для сельского хозяйства. В связи с этим вопросы совершенствования химического метода борьбы с сорным компонентом лесных питомников остаются актуальными [Казаков и др., 2019; Стеценко и др., 2019; Бубнов и др., 2022; Тюкавина, Демина, 2022], и одним из направлений является применение смесей гербицидов [Партолина, Егоров, 2017; Партолина, 2018].

Цель работы – оценка эффективности баковых смесей гербицидов в системе ухода за сеянцами.

Материалы и методика исследования. Полевые эксперименты по оценке эффективности современных гербицидов и их баковых смесей проводили в 2022–2023 гг. в Приморском и Виноградовском районах Архангельской области на экспериментальных грядах и в лесном питомнике открытого грунта. Почвы – легкий и средний суглинок.

Выполнено 3 опыта. Повторность опытов пятикратная. Применялись гербициды, зарегистрированные в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» в 2023 г. и в 2024 г.: Торнадо (д.в. Глифосат, 360 г/л); Анкор-85 (д.в. Сульфометурон-метила кислота, 750 г/кг); Бриг (д.в. Прометрин, 500 г/л); Миура (д.в. Хизалофоп-П-этил, 125 г/л); Мортира (д.в. Трибенурон-метил, 750 г/кг). При подборе гербицидов ориентировались на действующее вещество и доступность препаратов в торговой сети. Выбор дозировок препаратов по действующему веществу (Глифосат, Сульфометурон-метила кислота, Прометрин, Трибенурон-метил) проводили согласно научным работам [Виноградов, 2005; Касимов и др., 2012; Лебедев, 2012; Пентелькина, 2012; Егоров, Бубнов, 2013; Бубнов, 2014; Жигунов и др., 2016]. Концентрация препарата Миура была оценена предварительными исследованиями. Для снижения пестицидного стресса и синергического эффекта добавляли в баковые смеси гербицидов гуминовые кислоты [Панина, Мухамедшин, 2001; Лукаткин и др., 2016] в виде препарата Лигногумат. Биологическую эффективность действия гербицидов на травянистую растительность определяли проективно-количественным методом по снижению проективного покрытия почвы травянистыми видами по отношению к контролю (без обработки) в %.

Гербициды применялись по приведенной ниже схеме.

Опыт 1 заложен 20 августа 2022 г. на участке площадью 36 м², заросшем травянистой растительностью средней высотой 50–60 см с преобладанием однодольных растений. Проведена обработка участка баковой смесью Торнадо (22,5 мл/л) и Анкор-85 (0,75 г/л). Расход рабочей жидкости 200 л/га. Через 3 недели крупные усохшие растения убрали и перекопали участок. 25 мая 2023 г. сформированы гряды и посеяна ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.).

Опыт 2 заложен 7 июня 2023 г. в послепосевной период (на 9 день после посева ели европейской). Проведена обработка участка препаратом Бриг (12 мл/л, 250 л/га). Опытные участки размером 1 м² располагались по посевной 6-строчной ленте через 1 м. Площадь обработки 5 м². В период роста сеянцев (26 июля 2023 г.) участок обработан баковой смесью Миура (2 мл/л, 250 л/га) и Мортира (0,08 г/л, 250 л/га). Результат обработки оценен 25 июля 2023 г., 28 августа 2023 г.

Опыт 3 заложен 7 июня 2023 г. в послепосевной период (на 9 день после посева ели европейской). Проведена обработка участка баковой смесью Бриг (12 мл/л, 250 л/га) и Лигногумат (0,25 г/л, 250 л/га). Опытные участки размером 1 м² располагались по посевной 6-строчной ленте через 1 м. Площадь обработки 5 м². В период роста сеянцев (26 июля 2023 г.) участок обработан баковой смесью Миура (2 мл/л, 250 л/га), Мортира (0,08 г/л,

250 л/га) и Лигногумат (0,25 г/л, 250 л/га). Результат обработки оценен 25 июля 2023 г., 28 августа 2023 г. (рис. 1).

Для каждой повторности заложен контрольный участок.

На опытных и контрольных площадках проводили оценку проективно-го покрытия сорной растительности, подсчитывали густоту семян и оценивали их размеры, отмечали процент поврежденности.

Для определения биометрических показателей семян на каждой площадке измеряли штангенциркулем диаметр стволика у шейки корня с точностью до 0,1 мм; линейкой – высоту семянца с точностью до 0,1 см.

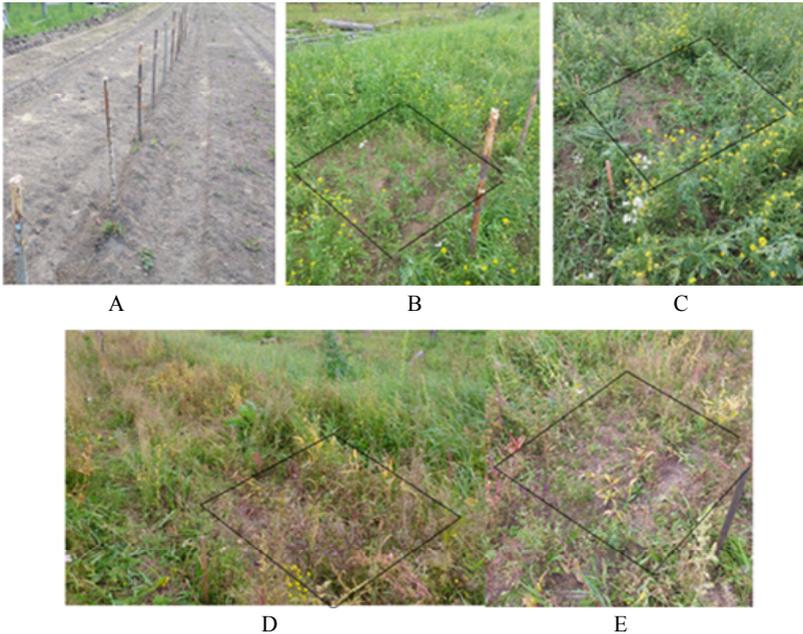


Рис. 1. Опытные варианты по испытанию довсходового гербицида: А – общий вид опытного участка сразу после высева семян; В – обработанная площадка, Бриг, через 1,5 месяца (26.07.2023); С – обработанный участок, Бриг+Лигногумат (26.07.2023); D – обработанная площадка, Бриг+Лигногумат и Миура+Мортира+Лигногумат (28.08.2023); E – обработанная площадка, Бриг и Миура+Мортира (28.08.2023)

Fig. 1. Experimental options for testing a pre-emergence herbicide: А – general view of the experimental site immediately after sowing seeds; В – treated site of the Brig after 1.5 months (26.07.2023); С – treated site of the Brig+Lignohumate (26.07.2023); D – treated site of the Brig+Lignohumate and Miura+Mortira +Lignohumate (28.08.2023); E – treated site of the Brig and Miura+ Mortira (28.08.2023)

Результаты исследования. К моменту химической обработки земель, длительное время не подвергавшихся механической обработке, сформировалась луговая растительность, представленная преимущественно однодольными травянистыми растениями (проективное покрытие 0,6–0,8), такими как: тимopheвка луговая (*Phleum pratense* L.), овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), мятлик обыкновенный (*Poa trivialis* L.), кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub), полевица гигантская (*Agrostis gigantea* Roth), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.). Двудольные растения представлены одуванчиком лекарственным (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), манжеткой городковатой (*Alchemilla subcrenata* Buser.), лютиком едким (*Ranunculus acris* L.), подорожником большим (*Plantago major* L.), клевером гибридным (*Trifolium hybridum* L.), бодяком полевым (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осотом полевым (*Sonchus arvensis* L.), купырем лесным (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.), мать-и-мачехой обыкновенной (*Tussilago farfara* L.), борщевиком сибирским (*Heracleum sibiricum* L.). Эффективность обработки участка баковой смесью Торнадо и Анкор-85 – 100% (рис. 2).

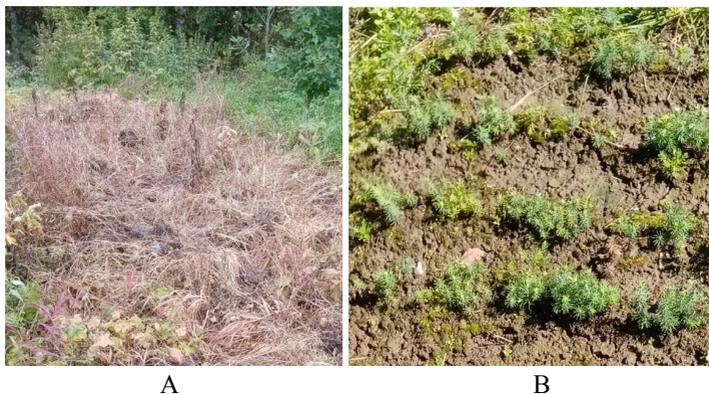


Рис. 2. Эффективность обработки участка баковой смесью Торнадо и Анкор-85: А – участок через 3 недели после обработки (сентябрь 2022); Б – сеянцы ели второго года выращивания (июнь 2024)

Fig. 2. The effectiveness of processing the site with a tank mixture of Tornado and Anchor-85: A – the site 3 weeks after processing (September 2022); B – spruce seedlings of the second year of cultivation (June 2024)

В первый и второй год после обработки данной баковой смесью иной борьбы с сорной растительностью не требуется. При выращивании сеянцев ели на данном участке появляются единично в основном однолетние травянистые растения: яснотка пурпурная (*Lamium purpureum* L.), незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill), ясколка костенцовая (*Cerastium holosteoides* Fr.), ромашка безъязычковая (*Matricaria discoidea* DC.), подорожник большой, кипрей железистостебельный (*Epilobium adenocaulon* Hausskn.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.).

Следующий опыт заложен в условиях, когда важный элемент агротехники – парование полей – пропущен и, следовательно, борьба с многолетними сорными растениями не проводилась.

Эффективность подавления сорной растительности довсходовым гербицидом Бриг составляет 54%, при этом добавление Лигногумата в баковую смесь значительно не повлияло на результат (табл. 1), но привело к значимому сокращению количества видов с 13 до 10 ($t = 3,0$ при $t_{ст} = 2,3$, $p = 0,95$).

Таблица 1

**Эффективность действия гербицидов на сорную растительность
(послепосевная обработка 07.06.2023, обработка
по вегетирующим сеянцам 26.07.2023)**

**The effectiveness of herbicides on weed vegetation (post-sowing treatment
on 06.07.2023, treatment on vegetation seedlings on 07.26.2023)**

Вариант опыта	Дни учета	Проективное покрытие почвы травянистыми растениями/ его снижение к контролю, %		
		общее	однодольные	двудольные
Бриг/ Миура + Мортира	26.07.2023	$\frac{46 \pm 3,8}{54}$	$\frac{5 \pm 1,5}{78}$	$\frac{39 \pm 3,1}{50}$
	28.08.2023	$\frac{20 \pm 2,4}{80}$	$\frac{0 \pm 0}{100}$	$\frac{18 \pm 2,2}{77}$
	25.06.2024	$\frac{45 \pm 4,9}{55}$	$\frac{4 \pm 1,2}{93}$	$\frac{40 \pm 5,7}{11}$
Бриг+Лигногумат/ Миура + Мортира + Лигногумат	26.07.2023	$\frac{41 \pm 3,1}{60}$	$\frac{4 \pm 1,4}{83}$	$\frac{35 \pm 2,7}{55}$
	28.08.2023	$\frac{33 \pm 5,8}{67}$	$\frac{0 \pm 0}{100}$	$\frac{31 \pm 4,2}{60}$
	25.06.2024	$\frac{45 \pm 2,7}{55}$	$\frac{3 \pm 1,7}{95}$	$\frac{41 \pm 0,6}{10}$

Наибольшая эффективность действия препарата проявилась против од-
нолетних (81%). Чувствительными к обработке довсходовым гербицидом
Бриг и баковой смесью Бриг и Лигногумат видами сорных растений являются
пырей ползучий, желтушник левкойный (*Erysimum cheiranthoides* L.), пас-
тушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), звездчатка
злаковидная (*Stellaria graminea* L.); устойчивыми – фиалка полевая (*Viola*
arvensis Murray.), горец почечуйный (*Persicaria maculosa* S.F. Gray.), хвощ по-
левой (*Equisetum arvense* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), тысяче-
листник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), подорожник ланцетный
(*Plantago lanceolata* L.), щавелек обыкновенный (*Rumex acetosella* L.), марь
белая (*Chenopodium album* L.). Среди сорной растительности доминировали
однолетние виды. Добавление Лигногумата в баковую смесь при обработке
Бригом значимо не повлияло на распределение сорных растений по биологи-
ческим группам после обработки. Отмечается тенденция лучшего подавления
многолетних сорных растений, хорошо размножающихся вегетативными ор-
ганами, Бригом без добавления Лигногумата, но баковая смесь Бриг и Лигно-
гумат приводит к большему снижению проективного покрытия однолетних и
двулетних растений (табл. 2).

Таблица 2

Распределение сорных растений по биологическим группам
Distribution of weeds by biological groups

Вариант опыта	Агробиологическая группа	Даты учета		
		26.07.2023	28.08.2023	25.06.2024
Бриг/ Миура+ Мортира	Многолетние, слабо или совсем не размножающиеся вегетативным путем	$\underline{3\pm 0,6^*}$ 52	$\underline{3\pm 1,0}$ 53	$\underline{18\pm 6,0}$ -8
	Многолетние, хорошо размножаю- щиеся вегетативными органами	$\underline{13\pm 2,9}$ 70	$\underline{7\pm 1,6}$ 84	$\underline{24\pm 3,5}$ 71
	Малолетние	$\underline{30\pm 3,6}$ 45	$\underline{10\pm 1,2}$ 79	$\underline{3\pm 0,6}$ -40
Бриг+ Лигногумат/ Миура+ Мортира+ Лигногумат	Многолетние, слабо или совсем не размножающиеся вегетативным путем	$\underline{4\pm 1,7}$ 30	$\underline{4\pm 1,7}$ 37	$\underline{22\pm 5,8}$ -32
	Многолетние, хорошо размножаю- щиеся вегетативными органами	$\underline{17\pm 3,4}$ 57	$\underline{6\pm 1,3}$ 86	$\underline{20\pm 6,3}$ 76
	Малолетние	$\underline{20\pm 3,1}$ 63	$\underline{23\pm 2,6}$ 57	$\underline{4\pm 1,4}$ -85

Примечание. * Проективное покрытие почвы растениями/ его снижение относи-
тельно к контролю, %.

Эффективность подавления сорной растительности баковой смесью гербицидов Миура и Мортира, применяемой по вегетирующим сеянцам, составляет 56% относительно проективного покрытия сорной растительности до обработки. После обработки количество видов на площадке сократилось до 6. Добавление Лигногумата в баковую смесь значимо не повлияло на результат (табл. 1), но отмечается тенденция большей эффективности баковой смеси без Лигногумата. При сравнении с проективным покрытием до обработки баковой смесью гербицидов, применяемых при вегетации сеянцев, без Лигногумата в баковой смеси проективное покрытие значимо сокращается в 2,3 раза ($t = 5,8$ при $t_{st} = 3,4$, $p = 0,99$), а с добавлением Лигногумата – на 8% ($t = 1,2$ при $t_{st} = 2,3$, $p = 0,95$). Такой эффект происходит в связи с активным заселением освободившейся территории однодольными растениями (фиалка полевая, торица полевая (*Spergula arvensis* L.), пастушья сумка обыкновенная, горец почечуйный), и быстрым восстановлением наземной фитомассы многолетними сорными растениями (тысячелистник обыкновенный, подорожник ланцетный, подмаренник мягкий (*Galium mollugo* L.), василек скабиозовый (*Centaurea scabiosa* L.)). В результате обработки баковой смесью гербицидов однодольные растения погибли. Чувствительными к обработке баковой смесью гербицидов Миура и Мортира и баковой смесью Миура, Мортира и Лигногумат видами сорных растений являются фиалка полевая, гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve.), пырей ползучий, желтушник левкойный, тысячелистник обыкновенный, пастушья сумка обыкновенная, звездчатка злаковидная, щавелек обыкновенный, марь белая, одуванчик лекарственный, осот полевой, пикульник двунадрезанный (*Galeopsis bifida* Boenn.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), горец почечуйный, подмаренник мягкий, василек скабиозовый; устойчивыми с изменением окраски, деформацией – хвощ полевой, льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.), лапчатка гусиная, подорожник ланцетный. При снижении проективного покрытия сорных трав после обработки баковой смесью гербицидов активно разрастается фиалка полевая.

В следующий вегетационный период после обработки гербицидами сохраняется общая закономерность сукцессионного развития травяного покрова после механической обработки почв: происходит увеличение проективного покрытия многолетних, хорошо размножающихся вегетативными органами растений, вытесняющих малолетние растения. Но при обработке гербицидами этот процесс замедляется и покрытие территории малолетними растениями превышает контроль.

Добавление к довсходовому гербициду Бриг Лигногумата не повлияло на всхожесть семян (табл. 3). Причем всхожесть ели на опытных площадках значимо не отличается от контроля, но отмечается тенденция к ее увеличению.

Таблица 3

Фитотоксичность гербицида

Phytotoxicity of the herbicide

Вариант опыта	Количество здоровых семян после довсходовой обработки (26.07.2023), шт./м ²	Характеристика семян после обработки при линейном росте ели (28.08.2023)		
		количество семян, шт./ м ²	поврежденность, %	высота, см
Бриг/Миура+Мортира	<u>30,4±3,5*</u> 105	<u>32,7±3,2</u> 121	<u>7,2±1,1</u> 30	<u>2,0±0,05</u> 123
Бриг+Лигногумат/Миура+Мортира+Лигногумат	<u>30,5±0,7</u> 105	<u>40,0±2,0</u> 148	<u>4,0±0,5</u> 17	<u>2,2±0,04</u> 135

Примечание. * абсолютные значения/процент относительно контроля, %.

Добавление к баковой смеси гербицидов Миура и Мортира Лигногумата значимо не повлияло на количество семян, но отмечается тенденция к увеличению их густоты при добавлении Лигногумата и значимое увеличение количества семян по сравнению с контролем в 1,5 раза ($t = 4,6$ при $t_{st} = 3,4$, $p = 0,99$). Добавление Лигногумата к баковой смеси гербицидов Миура и Мортира способствовало значимому снижению поврежденности семян в 1,8 раза ($t = 2,6$ при $t_{st} = 2,3$, $p = 0,95$) и увеличению высоты семян на 10% ($t = 3,1$ при $t_{st} = 2,3$, $p = 0,95$).

Выводы:

1. Эффективность баковой смеси гербицидов Торнадо (360 г/л) и Анкор-85 (750 г/кг) по луговой растительности составляет 100%. После обработки данной баковой смесью гербицидов на следующий вегетационный период не требуются дополнительные приемы борьбы с сорной растительностью на первом году выращивания семян ели;

2. Эффективность подавления сорной растительности довсходовым гербицидом Бриг составляет 54%. Добавление Лигногумата значимо не влияет на эффективность гербицида;

3. Эффективность подавления сорной растительности при системе применения гербицидов: довсходовой – Бриг, при линейном росте семян –

Миура и Мортира – составляет 80%. Добавление Лигногумата снижает эффективность баковой смеси;

4. Добавление Лигногумата к баковой смеси гербицидов Миура и Мортира способствовало снижению поврежденности сеянцев в 1,8 раза.

Сведения о финансировании исследования. Работа подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы 122020100292-5.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Бубнов А.А. Система гербицидов при выращивании однолетних сеянцев ели и сосны в питомниках открытого грунта // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2014. № 3. С. 36–42.

Бубнов А.А., Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М. Экологическая оценка гербицидов, используемых при лесовыращивании // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2022. № 4. С. 58-75. DOI: 10.21178/2079-6080.2022.4.58.

Виноградов А.Н. Комплексное применение экологически безопасных средств химии при выращивании сеянцев и культур сосны обыкновенной на дерново-подзолистых, супесчаных и среднесуглинистых окультуренных почвах центрального района европейской части России: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. М.: Московский государственный университет леса, 2005. 25 с.

Гродницкая И.Д., Сенашова В.А. Новое для лесопитомников Сибири заболевание сеянцев сосны обыкновенной // Защита и карантин растений. 2012. № 2. С. 48–50.

Егоров А.Б., Бубнов А.А. Система гербицидов для ухода за посевами хвойных пород в лесных питомниках // ИВУЗ. «Лесной журнал». 2013. №5. С. 71–77.

Жигунов А.В., Соколов А.И., Харитонов В.А. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в Устьянском тепличном комплексе. Практические рекомендации. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 43 с.

Казаков В.И., Проказин Н.Е., Казаков И.В., Лобанова Е.Н. Эффективность контактного нанесения гербицидов для борьбы с сорной растительностью в лесных питомниках // Лесотехнический журнал. 2019. Том 9. № 1 (33). С. 153–159. DOI: 10.12737/article_5c920170d50c89.62305424

Касимов А.К., Соколов Р.А., Бердинских С.Ю., Шабанова Е.Е. Влияние гербицидов на сохранность и развитие сеянцев ели европейской (*Picea abies*) в лесном питомнике Южнотаежного Предуралья // Аграрный вестник Урала. 2012. № 3(95). С. 37–39.

Лебедев Е.В. Влияние гербицида Гезагарда (прометрина) на сеянцы лиственницы сибирской в условиях серых лесных почв центральной части Нижегородской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (33). С. 23–26.

Лукашкин А.С., Семенова А.С., Лукашкин А.А. Влияние регуляторов роста на проявления токсического действия гербицидов на растения // Агрохимия. 2016. № 1. С. 73–95.

Панина Н.Б., Мухамедшин К.Д. Интенсификация лесовыращивания с использованием комплекса экологически безопасных средств химии // Лесной вестник. 2001. № 2. С. 71–75.

Партолина А.Н. Инновационный подход в применении баковых смесей гербицидов с синергическим эффектом при лесовосстановлении хвойных пород // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2018. № 3-4. С. 42–53. DOI: 10.21178/2079–6080.2018.3-4.42.

Партолина А.Н., Егоров А.Б. Борьба с сорной растительностью в лесных питомниках и перед созданием лесных культур с применением смесей современных гербицидов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2017. № 3. С. 36–46.

Пентелькина Н.В. Проблемы выращивания посадочного материала в лесных питомниках и пути их решения // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. № 31. С. 189–193.

Стеценко С.К., Андреева Е.М., Терехов Г.Г., Хуришайнен Т.В., Кучин А.В. О регламенте совместного применения стимуляторов роста и пестицидов в лесовыращивании // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. № 1. С. 66–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2019-1-66-71.

Тюкавина О.Н., Демина Н.А. Применение гербицидов при выращивании сеянцев хвойных в питомниках открытого грунта // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40. № 6. С. 513–518. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-6-513-518.

Якимов Н.И., Гвоздев В.К., Крук Н.К. Лесные культуры: методические рекомендации по выполнению курсового проекта. Минск: БГТУ, 2022. 52 с.

References

Bubnov A.A. The system of herbicides at a cultivation of spruce and pine annual seedlings in field nurseries. *Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry*, 2014, no. 3, pp. 36–42. (In Russ.)

Bubnov A.A., Egorov A.B., Pavlyuchenkova L.N., Postnikov A.M. Ecological evaluation of herbicide application in forest cultivation. *Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry*, 2022, no. 4, pp. 58–75. DOI: 10.21178/2079-6080.2022.4.58. (In Russ.)

Egorov A.B., Bubnov A.A. The System of Herbicides for Protection of Coniferous Crops in Forest Nurseries. *Russian Forestry Journal*, 2013, no. 5, pp. 71–77. (In Russ.)

Grodnitskaya I.D., Senashova V.A. A disease of seedlings of scots pine new for forest nurseries in Siberia. *Protection and quarantine of plants*, 2012, no. 2, pp. 48–50. (In Russ.)

Kasimov A.K., Sokolov R.A., Berdinskikh S.Yu., Shabanova E.E. The influence of herbicides on the preservation and development of seedlings of European spruce (*Picea abies*) in the forest nursery of the Southern Taiga Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2012, no. 3(95), pp. 37–39. (In Russ.)

Kazakov V.I., Prokazin N.E., Kazakov V., Lobanova E.N. Efficiency of herbicides contact application to fight against weeds in forest nursery. *Forestry journal*, 2019, vol. 9, no. 1 (33), pp. 153–159. DOI: 10.12737/article_5c920170d50c89.62305424 (In Russ.)

Lebedev E.V. The effect of the herbicide Gezagard (promethrin) on seedlings of Siberian larch in the conditions of gray forest soils in the central part of the Nizhny Novgorod region. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2012, no. 1 (33), pp. 23–26. (In Russ.)

Lukatkin A.S., Semenova A.S., Lukatkin A.A. The influence of growth regulators on the existence of toxic effect of herbicides on plants. *Agrochemistry*, 2016, no. 1, pp. 73–95. (In Russ.)

Panina N.B., Mukhamedshin K.D. Intensification of forest cultivation using a complex of environmentally friendly chemicals. *Forestry Bulletin*, 2001, no. 2, pp. 71–75. (In Russ.)

Partolina A.N. The innovative approach to the application of tank mixtures of herbicides with synergistic effect at reforestation of coniferous species. *Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry*, 2018, no. 3-4, pp. 42–53. DOI: 10.21178/2079–6080.2018.3-4.42. (In Russ.)

Partolina A.N., Egorov A.B. The weed control in forest nurseries and in the establishment of forest cultures with the use of mixtures of modern herbicides. *Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry*, 2017, no. 3, pp. 36–46. (In Russ.)

Pentelkina N.V. Problems of growing planting material in forest nurseries and ways to solve them. *Actual problems of the forest complex*, 2012, no. 31, pp. 189–193. (In Russ.)

Stetsenko S.K., Andreeva E.M., Terekhov G.G., Hurshkainen T.V., Kuchin A.V. On the Regulation of the Joint Use of Growth Stimulants and Pesticides in Forest Growing. *Ecology and industry of Russia*, 2019, vol. 23, no. 1, pp. 66–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2019-1-66-71. (In Russ.)

Tyukavina O.N., Demina N.A. The use of herbicides in the cultivation of coniferous seedlings in open ground nurseries. *Coniferous trees of the boreal zone*, 2022, vol. 40, no. 6, pp. 513–518. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-6-513-518. (In Russ.)

Vinogradov A.N. Complex application of environmentally friendly chemicals in the cultivation of seedlings and crops of Scots pine on sod-podzolic, sandy loam and

medium loamy cultivated soils of the central region of the european part of Russia: the author's abstract. Diss. ... Candidate of Agricultural Sciences. M.: Moscow State University of Forestry, 2005. 25 p. (In Russ.)

Yakimov N.I., Gvozdev V.K., Kruk N.K. Forest crops: methodological recommendations for the implementation of the course project. Minsk: BSTU, 2022. 52 p. (In Russ.)

Zhigunov A.V., Sokolov A.I., Kharitonov V.A. Cultivation of planting material with a closed root system in the Ustyansk greenhouse complex. Practical recommendations. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2016. 43 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 30.07.2024

Демина Н.А., Тюкавина О.Н. Применение системы гербицидов при выращивании сеянцев ели в открытом грунте // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 251. С. 215–228. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.215-228

Лесовосстановление связано с выращиванием посадочного материала. Эффективным решением для борьбы с сорными растениями в лесных питомниках является применение гербицидов. Перечень химических препаратов для борьбы с сорными растениями, рекомендованный для лесного хозяйства, ограничен. На каждый этап борьбы с нежелательной растительностью приходится по одному действующему веществу, что способствует развитию резистентности у сорных растений. Целью работы является оценка эффективности баковых смесей гербицидов в системе ухода за сеянцами ели. Полевые эксперименты по оценке эффективности современных гербицидов и их баковых смесей проводили в Приморском и Виноградовском районах Архангельской области на экспериментальных грядах и в лесном питомнике открытого грунта. Почвы – легкий и средний суглинок. При подборе гербицидов ориентировались на действующее вещество, апробированное учеными и разрешенное на территории РФ, и доступность препаратов в торговой сети. Эффективность баковой смеси гербицидов Торнадо и Анкор-85 по луговой растительности составляет 100%. После обработки данной баковой смесью гербицидов на следующий вегетационный период не требуются дополнительные приемы борьбы с сорной растительностью на первом году выращивания сеянцев ели. Эффективность подавления сорной растительности довсходовым гербицидом Бриг составляет 54%. Добавление Лигногумата значимо не влияет на эффективность гербицида. Эффективность подавления сорной растительности при системе применения гербицидов: довсходовый – Бриг; при линейном росте сеянцев – Миура и Мортира – составляет 70%. Добавление Лигногумата снижает эффективность

баковой смеси. Добавление Лигногумата к баковой смеси гербицидов Миура и Мортира способствовало снижению поврежденности сеянцев в 1,8 раза.

Ключевые слова: гербициды, сорная растительность, питомник, сеянцы, ель.

Demina N.A., Tyukavina O.N. Application of the herbicide system in the cultivation of spruce seedlings in the open ground. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2024, iss. 251, pp. 215–228 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.215-228

Reforestation is associated with the cultivation of planting material. An effective solution to weed control in forest nurseries is the use of herbicides. The list of chemicals for weed control recommended for forestry is limited. There is one active ingredient for each stage of the fight against unwanted vegetation, which contributes to the development of resistance in weeds. The aim of the work is to evaluate the effectiveness of tank mixtures of herbicides in the care system for spruce seedlings. Field experiments to evaluate the effectiveness of modern herbicides and their tank mixtures were carried out in the Primorsky and Vinogradovsky districts of the Arkhangelsk region on experimental ridges and in an open-ground forest nursery. The soils are light to medium loam. When selecting herbicides, we focused on the active substance tested by scientists and allowed in the territory of the Russian Federation, and the availability of drugs in the retail network. The effectiveness of the tank mixture of Tornado and Ankor-85 herbicides on meadow vegetation is 100%. After treatment with this tank mixture of herbicides for the next growing season, additional methods of weed control are not required in the first year of growing spruce seedlings. The effectiveness of weed suppression with the pre-emergence herbicide Brig is 54%. The addition of Lignohumate does not significantly affect the effectiveness of the herbicide. The effectiveness of weed suppression in the system of application of herbicides: preemergence – Brig; with linear growth of seedlings – Miura and Mortira – is 70%. The addition of lignohumate reduces the effectiveness of the tank mixture. The addition of Lignohumate to the tank mixture of Miura and Mortira herbicides contributed to a 1.8-fold reduction in damage to seedlings.

Key words: herbicides, weed vegetation, nursery, seedlings, spruce.

ТЮКАВИНА Ольга Николаевна – ведущий научный сотрудник Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства; профессор кафедры биологии, экологии и биотехнологии Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент. Reasearcher ID: H-2336-2019. ORCID: 0000-0003-4024-6833. SPIN-код: 5120-2525.

163002, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: o.tukavina@narfu.ru

TYUKAVINA Olga N. – DSc (Agriculture), Leading Researcher of the Northern Research Institute of Forestry; Professor of the Department of Biology, Ecology and Biotechnology of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Associate Professor, Reasearcher ID: H-2336-2019. ORCID: 0000-0003-4024-6833. SPIN-code: 5120-2525.

163002. Severnaya Dvina emb. 13. Arkhangelsk. Russia. E-mail: o.tukavina@narfu.ru

ДЕМИНА Надежда Александровна – старший научный сотрудник Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Reasearcher ID: AAD-2782-2021. ORCID: 0000-0001-5626-1523. SPIN-код: 8551-7912.

163062, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия. E-mail: monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

DEMINA Nadezhda A. – PhD (Agriculture), Senior Research Associate of the Northern Research Institute of Forestry. Reasearcher ID: AAD-2782-2021. ORCID: 0000-0001-5626-1523. SPIN-code: 8551-7912.

163062. Nikitova str. 13. Arkhangelsk. Russia. E-mail: monitoringlesov@sevniilh-arh.ru