

Научная статья
УДК 630:632.51:632.954
DOI: 10.37482/0536-1036-2023-5-58-74

Выращивание березы на вырубках с применением гербицидов

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>

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.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>

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Институтский просп., д. 21, Санкт-Петербург, Россия, 194021; herb.egorov@yandex.ru, lipav.172@gmail.com, cucule88@gmail.com[✉], a.bubnov@list.ru

Поступила в редакцию 27.10.22 / Одобрена после рецензирования 23.01.23 / Принята к печати 26.01.23

Аннотация. Береза, являясь одной из основных лесообразующих древесных пород, имеет ценную и востребованную древесину. В производственных лесорастительных условиях естественное возобновление и культуры этой породы испытывают сильную конкуренцию со стороны как травяного покрова, так и нежелательных лиственных пород (осины, ольхи серой и ивы). Без проведения качественных уходов (агротехнических, осветлений) формирование хозяйственно-ценных березняков невозможно. Наиболее эффективным и экономичным является химический метод ухода, предусматривающий использование современных экологически безопасных гербицидов. Однако если в области уходов за хвойными породами (сосна, ель и др.) существуют технологические регламенты и практические рекомендации по применению гербицидов, то в отношении березы такие регламенты и рекомендации в настоящее время отсутствуют. Цель исследования – разработка научно обоснованного метода ухода за естественными молодняками березы с применением селективных гербицидов на землях лесного фонда. Объекты исследования – семенное и вегетативное возобновление березы в молодняках, образовавшихся на сплошных вырубках, а также нежелательная травянистая и древесно-кустарниковая растительность. При закладке опытов и оценке их результатов руководствовались общепринятой методикой испытаний гербицидов в сельском хозяйстве. В полевых производственных и мелкоделяночных опытах с гербицидами магнум, магнум супер, мортира и анкор-85 в молодняках с участием березы определялась биологическая эффективность действия препаратов на широкий спектр нежелательной растительности, а также их селективность по отношению к березе. Установлена высокая эффективность действия гербицидов магнум (100...300 г/га) и магнум супер (100...200 г/га) на двудольные виды травянистой растительности и лиственные породы – иву, осину, ольху серую и рябину обыкновенную, а также высокая устойчивость к ним березы при сплошном опрыскивании в период вегетации. Гербициды мортира (100...200 г/га) и анкор-85 (100 г/га) признаны непригодными для уходов за березой.

Установлено, что после однократного применения гербицида магнум в нормах 100 и 200 г/га в смешанных молодняках с доминированием осины, ивы, ольхи серой и участием березы (1–2 ед. состава) формируются древостои с преобладанием последней.

Ключевые слова: береза, молодняк, вырубка, смешанный древостой, сорная растительность, агротехнический уход, осветление, гербициды, эффективность, селективность

Благодарности: Финансирование исследования осуществлялось Федеральным агентством лесного хозяйства по государственному заданию ФБУ «СПбНИИЛХ», утвержденному приказом № 1061 от 25.12.2016.

Для цитирования: Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М., Бубнов А.А. Выращивание березы на вырубках с применением гербицидов // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 5. С. 58–74. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-5-58-74>

Original article

Growing Birch in Clear-cut Areas with Herbicide Application

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

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

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>

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>

Saint-Petersburg Forestry Research Institute, Institutsky prospect, 21, Saint-Petersburg, 194021, Russian Federation; herb.egorov@yandex.ru, lipav.172@gmail.com, cucule88@gmail.com[✉], a.bubnov@list.ru

Received on October 27, 2022 / Approved after reviewing on January 23, 2023 / Accepted on January 26, 2023

Abstract. Birch, being one of the main forest-forming tree species, has valuable and sought-after timber. In production forest conditions, natural regeneration and crops of this species experience strong competition from both grass cover and undesirable hardwoods (aspen, gray alder and willow). Without carrying out high-quality maintenance (agrotechnical care, clearing), the formation of economically valuable birch forests is impossible. The most effective and economical is the chemical care method, which involves the use of modern environmentally friendly herbicides. However, if technological regulations and practical recommendations for the use of herbicides have already been developed for the care of coniferous species (pine, spruce and others), then there are currently no such recommendations for birch. The aim of the research is to develop a scientifically based method of caring for natural young birch stands (clearing, agrotechnical care) using selective herbicides on forest fund lands. The objects of research are seed and vegetative regeneration of birch in young stands formed in clear-cut areas, as well as undesirable herbaceous and tree-shrub vegetation. When laying the experiments and evaluating their results, we were guided by the generally accepted methodology for testing herbicides in agriculture. In field production and small-scale experiments with herbicides magnum, magnum super, mortira and anchor-85 in young stands with birch trees, the biological effectiveness of the action of the preparations on a wide range of undesirable vegetation was determined, as well

as their selectivity with respect to birch. High efficiency of herbicides magnum (100–300 g/ha) and magnum super (100–200 g/ha) on dicotyledonous species of herbaceous vegetation and deciduous species – willow, aspen, gray alder and mountain-ash, as well as high resistance of birch to them at continuous spraying during the growing season was established. Herbicides mortira (100–200 g/ha) and anchor-85 (100 g/ha) were recognized as unsuitable for birch care. It was found that after a single application of herbicide magnum at rates of 100 and 200 g/ha in mixed young stands dominated by aspen, willow and gray alder and with participation of birch 1–2 composition units, stands dominated by the latter are formed.

Keywords: birch, young stands, clear cutting, mixed stand, weed vegetation, agrotechnical care, clearing, herbicides, effectiveness, selectivity

Acknowledgements: The study was financially supported by the Federal Agency of Forestry within the state assignment of the Saint Petersburg Forestry Research Institute approved by Order No. 1061 of 25.12.2018.

For citation: Egorov A.B., Postnikov A.M., Bubnov A.A., Pavluchenkova L.N., Partolina A.N. Growing Birch in Clear-cut Areas with Herbicide Application. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2023, no. 5, pp. 58–74. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-5-58-74>

Введение

Береза является важным объектом лесного хозяйства как в эксплуатационном, так и в лесоводственном отношении. Сегодня березовая древесина востребована, широко используется, а ее крупномерные сортименты дефицитны.

Естественное возобновление березы на лесных площадях считалось негативным процессом, так как береза становилась конкурентом для выращиваемых хвойных насаждений, из-за чего эту породу относили к нежелательной (сорной) древесной растительности. В настоящее время разработаны способы регулирования численности березы для формирования оптимальных условий роста хвойных пород на лесных площадях [2, 3, 6]. В ряде случаев из-за невозможности создания лесных культур хвойных пород в богатых лесорастительных условиях задача воспроизводства ценных пород может быть решена за счет семенного возобновления березы.

Береза характеризуется обильным плодоношением, а ее семена имеют большую дальность разлета. Однако возобновление этой породы на сплошных вырубках в зеленомошной и сложной группах типов леса часто сильно осложнено конкуренцией со стороны мощного травяного покрова и быстрорастущих лиственных пород – ивы, осины, ольхи серой и др. Сеянцы 1–3-летнего возраста страдают от негативного воздействия травянистой растительности [14], а сеянцы 2–5-летнего возраста – и от нежелательной древесно-кустарниковой растительности вырубок [7, 13]. Очевидно, что для успешного семенного возобновления березы необходимо регулировать состав и развитие живого напочвенного покрова и конкурентных древесных пород. Для этих целей наиболее перспективным является применение химического метода, который позволяет проводить уход при минимальных трудовых и денежных затратах в сочетании с высокой экологической безопасностью.

Есть данные, свидетельствующие о потенциальной возможности и перспективности использования препаратов на основе метсульфурон-метила для

ухода за березой. Так, ранее в лесных питомниках был зарегистрирован препарат гренч в нормах применения 20–25 г/га для ухода за сеянцами березы [4, 5]. Однако в лесорастительных условиях вырубок таких норм гербицида будет недостаточно для подавления многолетних видов трав. Ранее для лесоводственного ухода за березой на вырубках перспективным был признан препарат эллай (действующее вещество – метсульфурон-метил) в нормах 100–200 г/га, что указано в [14], а также в отчете о научно-исследовательской работе по теме «Разработать комплекс мероприятий по химической борьбе с нежелательными растениями при выращивании березы» (1995). Также сообщается о возможности применения препаратов на основе метсульфурон-метила для ухода за древесными породами, в том числе лиственными [18]. Попытка использования препарата террсан (действующее вещество – сульфометурон-метил) в норме 20 г/га при выращивании лиственных пород в лесных питомниках Белоруссии привела к гибели сеянцев березы повислой [19]. Другие литературные данные о применении гербицидов при выращивании березы отсутствуют.

На основании анализа литературы о применении химического метода ухода в лесном хозяйстве перспективными для экспериментального изучения с целью ухода за березой признаны несколько гербицидов, зарегистрированных для применения в Российской Федерации [15]: магнум (водно-диспергируемые гранулы (ВДГ), 600 г/кг метсульфурон-метила); магнум супер (ВДГ, 450 г/кг трибенурон-метила + 350 г/кг метсульфурон-метила); мортيرا (ВДГ, 750 г/кг трибенурон-метила); анкор-85 (ВДГ, 750 г/кг сульфометурон-метила, калиевая соль).

Химический метод является важным компонентом интегрированной системы защиты растений и регулирования состава нежелательной растительности. В связи с постоянным обновлением ассортимента пестицидов большое значение имеет оценка данных не только об их биологической эффективности, но и об экологической безопасности [10]. Производные сульфонилмочевины – класс химических соединений, к которому принадлежат гербициды нового поколения, проявляющие очень высокую биологическую активность при нормах расхода на 1–2 порядка ниже по сравнению с традиционно применяемыми препаратами. Со времени начала использования этой группы гербицидов в конце 70-х гг. XX в. уделялось большое внимание изучению риска загрязнения окружающей среды и повреждения культивируемых растений [9–12]. Проведенные разными авторами исследования показали, что при pH почвы ниже 7, что характерно для большинства лесных почв, происходит интенсивное разрушение сульфонилмочевин до нетоксичных соединений [1, 16, 17, 20]. Сульфонилмочевины представляют собой уникальный класс до- и послевсходовых гербицидов с высокой эффективностью, избирательностью действия, низкой токсичностью для млекопитающих, рыб и других организмов. При соблюдении всех разработанных регламентов применение гербицидов (в частности – предлагаемых препаратов) группы сульфонилмочевины не представляет опасности для окружающей среды.

Цель – изучить возможность метода ухода за естественными молодняками березы (осветление, агротехнический уход) с применением селективных гербицидов на землях лесного фонда.

Объекты и методы исследования

Полевые экспериментальные исследования выполнялись в 2020–2022 гг. в Гатчинском районе Ленинградской области, который входит в Балтийско-Белозерский таежный район таежной зоны. Применялись гербициды, разрешенные в Российской Федерации [15]. Варианты их использования и даты обработок приведены ниже. При закладке опытов руководствовались «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» [8]. Предварительной подготовки почвы не проводилось. Повторность опытов – 2-кратная. Биологическую эффективность действия гербицидов на травянистую растительность определяли проективно-количественным методом по снижению (в процентах) проективного покрытия почвы травянистыми растениями по отношению к контролю (без обработки), для чего закладывали временные учетные площадки. Эффективность действия химических препаратов на нежелательные листовые древесные породы в 1-й год после обработки оценивалась по отмиранию листьев, на 2-й год – по отмиранию стволов (в процентах от их общего количества).

Полевой мелкоделяночный опыт 1 был заложен 8 июня 2021 г. на сплошной вырубке 2-летней давности, в средней степени заросшей травянистой и древесно-кустарниковой растительностью, на участке площадью 1000 м². Тип лесорастительных условий – черничный. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса в горизонте А₁ 2,5 %, характеризующаяся временным избыточным увлажнением.

Полевой производственный опыт 2 был заложен 1 июля 2021 г. на сплошной вырубке 4-летней давности, в сильной степени заросшей нежелательной травянистой и древесно-кустарниковой растительностью, на участке площадью 800 м², в кисличном типе леса. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса в горизонте А₁ 3,6 %. Условия дренированные.

Полевой производственный опыт 3 заложен 29 июня 2020 г. на сплошной вырубке 3-летней давности, в сильной степени заросшей травянистой и древесно-кустарниковой растительностью, на участке площадью 800 м². Тип лесорастительных условий – черничный. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса в горизонте А₁ 3,1 %. Условия дренированные.

В 1-м опыте опрыскивание проведено с применением ранцевого ручного опрыскивателя «Соло» с расходом рабочей жидкости 300 л/га, во 2-м и 3-м опытах – ранцевого моторного опрыскивателя «Штиль» с расходом рабочей жидкости 100–120 л/га.

В опытах 1 и 2 к моменту химической обработки соотношение однодольных и двудольных видов было примерно одинаковым, в опыте 3 преобладали двудольные виды травянистых растений. Отмечены следующие виды двудольных: вероника лекарственная (*Veronica officinalis* L.), брусника (*Rodococcum vitis-idaea* (L.) Avror.), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), иван-чай узколистый (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.), купырь лесной (*Anthriscus sylvestris* (L.)

Hoffm.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), ландыш майский (*Convallaria majalis* L.), лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta* L.), ястребинка (виды) (*Hieracium* spp.). Однодольные: вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* L.), луговик извилистый (*Avenella flexuosa* (L.) Drejer), щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.), полевица обыкновенная (*Agrostis capillaries* L.), бор развесистый (*Milium effusum* L.), ситник (виды) (*Jungus* spp. L.), осока (виды) (*Carex* spp. L.). Из древесных растений кроме березы (виды) (*Betula* spp.) в 1-м и 2-м опытах присутствовали осина (*Populus tremula* L.), ива (виды) (*Salix* spp.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), а в 3-м опыте кроме названных видов произрастала ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench).

В целом вегетационные сезоны 2021–2022 гг. были благоприятными для роста и развития нежелательной растительности и действия на нее гербицидов. Травянистые растения и листовенные древесно-кустарниковые породы в местах проведения полевых опытов не испытывали какого-либо серьезного и длительного стресса, связанного с аномальными метеоусловиями.

Результаты исследования и их обсуждение

В опыте 1 в смешанном молодняке с участием березы в день применения гербицидов (8 июня 2021 г.) общее проективное покрытие почвы травянистой растительностью составляло 45 %, в том числе однодольными видами – 30 %, двудольными – 15 %. Видовой состав и развитие сорняков на всех делянках опыта были сходны. В дальнейшем в контрольном варианте в июле–сентябре проективное покрытие почвы травами достигло 55...75 %, доля двудольных видов составила 31...42 %, а однодольных – 24...33 % (табл. 1).

Через 41 день после применения гербицида магнум наблюдались повреждения разной степени и частичное отмирание практически всех видов двудольных травянистых растений (рис. 1). При увеличении нормы применения препарата от 100 до 200 г/га эффективность подавления двудольных видов повышалась с 81 до 90 %. Однако увеличение нормы применения гербицида до 300 г/га не сопровождалось ростом эффективности. Полного отмирания многолетних двудольных видов не отмечено ни в одном из вариантов с внесением этого гербицида. Влияние препарата магнум во всех нормах на однодольные виды трав, в первую очередь – на многолетние злаки, проявилось в стимулировании их роста и развития в условиях подавления двудольных видов. С повышением нормы препарата проективное покрытие почвы однодольными видами увеличилось до 29...35 % (в контроле – 24 %). Магнум супер действовал на травянистую растительность несколько слабее препарата магнум в тех же нормах применения – двудольные травы были подавлены на 74...84 %, а количество однодольных видов также несколько превышало уровень контроля. Гербицид мортира значительно уступал перечисленным выше препаратам по действию на двудольные виды, однако вызвал некоторое подавление роста однодольных трав, снизив их проективное покрытие на 4...8 % по сравнению с контролем.

Таблица 1

**Действие гербицидов на нежелательную травянистую растительность
в смешанном молодняке с участием березы (опыт 1, обработка 08.06.2021)
The effect of herbicides on undesirable herbaceous vegetation in mixed young
stands with birch trees (experiment 1, treatment 06/08/2021)**

Вариант опыта	Дата учета	Проективное покрытие травянистых растений, %			Снижение проективного покрытия, % к контролю		
		общее	однодольных	двудольных	общего	однодольных	двудольных
Магнум, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	35	29	6	36	-21	81
	14.09.2021	48	46	2	36	-39	95
	16.08.2022	64	59	5	21	-55	88
Магнум, ВДГ, 200 г/га	19.07.2021	38	35	3	31	-46	90
	14.09.2021	56	55	1	25	-67	98
	16.08.2022	66	62	4	19	-63	91
Магнум, ВДГ, 300 г/га	19.07.2021	36	33	3	35	-38	90
	14.09.2021	51	50	1	32	-52	98
	16.08.2022	63	58	5	22	-52	88
Магнум супер, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	38	30	8	31	-25	74
	14.09.2021	61	59	2	19	-79	95
	27.08.2022	72	64	8	11	-68	81
Магнум супер, ВДГ, 200 г/га	19.07.2021	35	30	5	36	-25	84
	14.09.2021	60	59	1	20	-79	98
	16.08.2022	70	65	5	14	-71	88
Мортира, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	36	22	14	35	8	55
	14.09.2021	56	46	10	25	-39	76
	16.08.2022	69	54	15	15	-42	65
Мортира, ВДГ, 200 г/га	19.07.2021	35	23	12	36	4	61
	14.09.2021	59	51	8	21	-55	81
	16.08.2022	71	58	13	12	-53	70
Анкор-85, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	27	19	8	51	21	74
	14.09.2021	11	6	5	85	82	88
	16.08.2022	35	17	18	57	55	58
Анкор-85, ВДГ, 300 г/га	19.07.2021	20	14	6	64	42	81
	14.09.2021	6	3	3	92	91	93
	16.08.2022	28	13	15	65	66	65
Контроль	19.07.2021	55	24	31	-	-	-
	14.09.2021	75	33	42	-	-	-
	16.08.2022	81	38	43	-	-	-

Анкор-85 (100 и 300 г/га) через месяц после обработки вызвал повреждения или частичное отмирание травянистой растительности – как однодольных, так и двудольных видов (табл. 1). На двудольные виды он подействовал несколько менее эффективно по сравнению с гербицидом магнум в таких же нормах и на одном уровне с препаратом магнум супер.



а

б

Рис. 1. Опыт 1 (обработка 08.06.2021, фото 19.07.2021): а – магнум, 100 г/га; б – контроль (без обработки)
 Fig. 1. Experiment 1 (chemical treatment 08.06.2021, photo 19.07.2021): а – magnum 100 g/ha; б – control (without treatment)

Так, анкор-85 в нормах 100 и 300 г/га подавил двудольные виды на 74...81 % соответственно; магнум в таких же нормах – на 81...90 %; магнум супер в нормах 100 и 200 г/га – на 74...84 %. Анкор-85 в отличие от других гербицидов в опыте довольно эффективно подействовал и на однодольные виды трав, снизив их проективное покрытие на 21...42 %.

В сентябре действие на двудольные виды гербицидов магнум, магнум супер и мортара во всех нормах применения сохранилось на том же уровне (табл. 1), что и летом. Проективное покрытие однодольных видов, преимущественно злаков, увеличилось до 46...59 % (в контроле – 33 %). Эффективность действия анкора-85 на все группы травянистых растений существенно выросла.

В конце следующего после обработки вегетационного сезона во всех вариантах с гербицидами, кроме анкора-85, значительно повысилось проективное покрытие почвы однодольными видами – до 54...65 % за счет вейника тростникового, луговика извилистого, щучки дернистой, ситника и осоки. Началось постепенное и медленное отрастание некоторых двудольных видов – бодяка разнолистного, таволги вязолистной, иван-чая узколистного и малины обыкновенной (проективное покрытие составило 4...15 %). Эффективность действия препарата анкор-85 снизилась с 85...92 до 57...65 %, причем начали восстанавливаться как однодольные, так и двудольные виды трав (табл. 1).

Через 41 день после обработки магнум вызвал отмирание 81...97 % листьев у осины, 69...85 % – у ивы, 95...98 % – у рябины обыкновенной (табл. 2). Магнум супер показал несколько менее высокую эффективность – 75...86 %.

На следующий год магнум и магнум супер во всех нормах обеспечили полное отмирание деревьев осины, ивы и ольхи серой. Береза в этих вариантах – без повреждений, в фазе активного линейного роста побегов. Мортара и анкор-85 вызвали отмирание только части деревьев лиственных пород.

Препарат мортара значительно слабее подействовал на перечисленные лиственные породы (9...39 %). Наибольшую устойчивость к этим гербицидам из рассматриваемых в опыте лиственных древесно-кустарниковых пород проявила береза (виды). Незначительные повреждения наблюдались только в вариантах с высокими нормами препаратов магнум (200 и 300 г/га) и магнум супер (200 г/га). Препарат мортара в нормах 100 и 200 г/га не вызвал видимых повреждений березы. Анкор-85 оказал умеренное арборицидное действие на все лиственные породы, вызвав отмирание 19...39 % листьев в зависимости от нормы применения и древесной породы.

Таблица 2

Действие гербицидов на березу и нежелательную древесно-кустарниковую растительность в смешанном молодняке (опыт 1, обработка 08.06.2021)
The effect of herbicides on birch and undesirable trees and shrubs in mixed young stands (experiment 1, treatment 06/08/2021)

Вариант опыта	Дата учета	Доля отмерших листьев, %			
		береза (виды)	осина	ива (виды)	рябина обыкновенная
Магнум, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	0	81	69	95
	14.09.2021	0	100	100	100
	16.08.2022	0	100	100	100
Магнум, ВДГ, 200 г/га	19.07.2021	5	96	79	98
	14.09.2021	0	100	100	100
	16.08.2022	0	100	100	100
Магнум, ВДГ, 300 г/га	19.07.2021	14	97	85	98
	14.09.2021	4	100	100	100
	16.08.2022	0	100	100	100
Магнум супер, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	0	81	86	75
	14.09.2021	0	100	100	89
	16.08.2022	0	100	100	100
Магнум супер, ВДГ, 200 г/га	19.07.2021	12	76	82	82
	14.09.2021	0	100	100	100
	16.08.2022	0	100	100	100
Мортира, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	0	27	35	12
	14.09.2021	0	38	47	22
	16.08.2022	0	46	75	55
Мортира, ВДГ, 200 г/га	19.07.2021	0	32	39	9
	14.09.2021	0	42	48	24
	16.07.2022	0	51	68	63
Ан-кор-85, ВДГ, 100 г/га	19.07.2021	29	19	31	35
	14.09.2021	64	59	51	45
	16.08.2022	35	44	36	36
Ан-кор-85, ВДГ, 300 г/га	19.07.2021	39	28	37	32
	14.09.2021	69	71	66	53
	16.08.2022	30	47	29	41

В сентябре в год обработки во всех трех вариантах с гербицидом магнум отмирание листьев у осины, ивы и рябины обыкновенной составило 100 %, береза сохранилась без повреждений при нормах 100 и 200 г/га и находилась в фазе активного линейного роста побегов. Лиственные древесно-кустарниковые породы по степени возрастания их устойчивости к гербициду магнум расположились следующим образом: рябина обыкновенная – ива – осина – береза. Магнум супер также продемонстрировал высокую эффективность действия на нежелательные лиственные древесно-кустарниковые породы и селективность по отношению к березе. Анкор-85 в норме применения 100 г/га вызвал отмира-

ние 45...64 % листьев древесно-кустарниковых пород, в норме 300 г/га – 53...71 %. Все лиственные породы проявили близкую чувствительность к этому гербициду. В то же время полного отмирания листьев, как и по данным предыдущих учетов, не зафиксировано ни у одной породы.

В опыте 2 в смешанном молодняке с участием березы в день применения гербицидов (1 июля 2021 г.) общее проективное покрытие почвы травянистой растительностью составляло 75...77 %, в том числе однодольными видами – 39...41 %, двудольными – 35...38 %. Видовой состав и фаза развития сорняков на всех делянках опыта были сходны. В дальнейшем в контрольном варианте в июле–сентябре проективное покрытие почвы травами достигло 77...79 %, двудольных видов было 36...39 %, а однодольных – 40...41 % (табл. 3).

Таблица 3

**Действие гербицидов на нежелательную травянистую растительность
в смешанном молодняке с участием березы (опыт 2, обработка 01.07.2021)
The effect of herbicides on undesirable herbaceous vegetation
in mixed young stands with birch trees (experiment 2, treatment 07/01/2021)**

Вариант опыта	Дата учета	Проективное покрытие травянистых растений, %			Снижение проективного покрытия, % к контролю		
		общее	однодольных	двудольных	общее	однодольных	двудольных
Магнум, ВДГ, 100 г/га	31.07.2021	51	39	12	34	5	67
	11.09.2021	54	47	7	32	-18	82
	17.08.2022	69	55	14	12	-41	64
Магнум, ВДГ, 200 г/га	31.07.2021	48	37	11	38	10	69
	11.09.2021	56	49	7	29	-23	82
	17.08.2022	67	56	11	14	-44	72
Анкор-85, ВДГ, 100 г/га	31.07.2021	55	30	25	29	27	31
	11.09.2021	19	11	8	76	73	79
	17.08.2022	34	18	16	56	54	59
Контроль	31.07.2021	77	41	36	-	-	-
	11.09.2021	79	40	39	-	-	-
	17.08.2022	78	39	39	-	-	-

Через месяц после применения гербицида магнум в двух вариантах концентрации наблюдались повреждения разной степени и частичное отмирание практически всех видов двудольных травянистых сорняков – эффективность действия составила 67...69 %, т. е. увеличение нормы гербицида с 100 до 200 г/га не сопровождалось повышением эффективности.

Не отмечено существенного влияния гербицида магнум на однодольные виды трав (в первую очередь, на многолетние злаки) – проективное покрытие было всего на 5...10 % ниже уровня контроля, а внешние повреждения отсутствовали.

Анкор-85 (100 г/га) вызвал только незначительные повреждения травянистых видов – как однодольных, так и двудольных. На двудольные виды этот гербицид действовал значительно менее эффективно по сравнению с препаратом магнум в такой же норме (100 г/га). В отличие от магнума анкор-85 эффективно подействовал и на однодольные виды трав, снизив их проективное покрытие на 27 % (табл. 3).

В конце 1-го вегетационного сезона эффективность действия препарата магнум на двудольные травы сохранилась на прежнем, достаточно высоком уровне (82 %). Проективное покрытие почвы однодольными видами составило 47...49 % (в контроле – 40 %). Существенной разницы по действию на травянистую растительность в вариантах с нормами этого гербицида 100 и 200 г/га не наблюдалось. Эффективность действия на все виды травянистой растительности препарата анкор-85 увеличилась и достигла 76 % (табл. 3).

В конце следующего вегетационного сезона во всех опытных вариантах отмечено некоторое увеличение проективного покрытия травянистыми растениями, как однодольными, так и двудольными. В вариантах с препаратом магнум по-прежнему доминировали однодольные виды – луговик извилистый, вейник тростниковидный, вейник наземный, щучка дернистая. Эффективность действия препарата анкор-85 снизилась с 76 до 56 %, причем показатели эффективности подавления двудольных и однодольных видов были очень близки.

Через месяц после обработки магнум в норме применения 100 г/га вызвал отмирание 35...84 %, а в норме 200 г/га – 58...95 % листьев у осины, ивы и рябины обыкновенной (табл. 4). Наибольшую устойчивость к этому гербициду из лиственных древесно-кустарниковых пород проявила береза. В варианте с высокой нормой применения гербицида (200 г/га) отмирание ее листьев составило всего 6 %.

Таблица 4

Действие гербицидов на березу и нежелательную древесно-кустарниковую растительность в смешанном молодняке (опыт 2, обработка 01.07.2021)
The effect of herbicides on birch and undesirable trees and shrubs in mixed young stands (experiment 2, treatment 07/01/2021)

Вариант опыта	Дата учета	Доля отмерших листьев, %			
		береза (виды)	осина	ива (виды)	рябина обыкновенная
Магнум, ВДГ, 100 г/га	31.07.2021	0	35	49	84
	11.09.2021	0	92	100	100
	17.08.2022	0	96	100	100
Магнум, ВДГ, 200 г/га	31.07.2021	6	58	65	95
	11.09.2021	0	98	100	100
	17.08.2022	0	100	100	100
Анкор-85, ВДГ, 100 г/га	31.07.2021	35	29	25	49
	11.09.2021	65	59	52	91
	17.08.2022	35	38	43	86

Анкор-85 проявил довольно низкую арборицидную активность, вызвав отмирание листьев в пределах 25...49 % в зависимости от древесной породы. Наиболее чувствительна к нему оказалась рябина обыкновенная.

В конце 1-го вегетационного сезона в вариантах с гербицидом магнум наблюдалось полное отмирание листьев у ивы и рябины обыкновенной, повреждений березы не отмечено. Анкор-85 (100 г/га) вызвал отмирание 52...91 % листьев у всех лиственных древесных пород. Наибольшую чувствительность проявила рябина обыкновенная, наиболее устойчивой была ива.

В августе следующего года в варианте с гербицидом магнум (200 г/га) зафиксировано полное отмирание нежелательных древесных пород – осины, ивы и рябины; береза признаков повреждений не имела (табл. 4). При норме гербицида 100 г/га не полностью погибла только осина (96 %). Анкор-85 вызвал отмирание 35...86 % деревьев всех лиственных пород, включая березу.

В опыте 3 в смешанном молодняке с участием березы в день применения гербицидов (29 июня 2020 г.) общее проективное покрытие почвы травянистой растительностью составляло 79...82 %, в том числе однодольными видами – 32...36 %, двудольными – 42...45 %. Видовой состав и фаза развития сорняков на всех делянках опыта были схожими. В августе 2020 г. в контрольном варианте общее проективное покрытие почвы травами составляло 65 %, двудольными видами – 30 %, а однодольными – 35 % (табл. 5).

Таблица 5

**Действие гербицидов на нежелательную травянистую растительность
в смешанном молодняке с участием березы (опыт 3, обработка 29.06.2020)
The effect of herbicides on undesirable herbaceous vegetation
in mixed young stands with birch trees (experiment 3, treatment 06/29/2020)**

Вариант опыта	Дата учета	Проективное покрытие травянистых растений, %			Снижение проективного покрытия, % к контролю		
		общее	однодольных	двудольных	общего	однодольных	двудольных
Магнум, ВДГ, 100 г/га	06.09.2020	71	64	7	-9	-83	77
	21.08.2021	63	52	11	17	-58	74
	15.09.2022	58	48	10	18	-55	75
Магнум, ВДГ, 200 г/га	06.09.2020	72	67	5	-11	-91	83
	21.08.2021	67	58	9	12	-76	79
	15.09.2022	66	54	12	7	-74	70
Ан- кор-85, ВДГ, 100 г/га	06.09.2020	15	5	10	77	86	67
	21.08.2021	26	12	14	66	64	67
	15.09.2022	59	31	28	17	0	30
Контроль	06.09.2020	65	35	30	-	-	-
	21.08.2021	76	33	43	-	-	-
	15.09.2022	71	31	40	-	-	-

В конце 1-го вегетационного сезона эффективность действия препарата магнум на двудольные травы сохранилась на достаточно высоком уровне (77...83 %). Проективное покрытие почвы однодольными видами составило 64...67 % (в контроле – 35 %). Существенной разницы по действию на травянистую растительность в вариантах с нормами этого гербицида 100 и 200 г/га не наблюдалось. Эффективность действия препарата анкор-85 на все виды травянистой растительности незначительно увеличилась и составила 77 % (табл. 5).

В следующем вегетационном сезоне в вариантах с гербицидом магнум было обеспечено полное доминирование однодольных видов трав и высокая степень подавления двудольных. Общее проективное покрытие почвы травами было несколько ниже по сравнению с контролем. В варианте с гербицидом ан-

кор-85 сохранилась относительно высокая степень подавления всех видов травянистой растительности – 66...72 % (табл. 5).

В 2022 г. в вариантах с гербицидом магнум существенных изменений в составе и обилии травянистой растительности не наблюдалось. В варианте с анкором-85 отмечено активное разрастание травянистой растительности на фоне снижения конкуренции со стороны лиственных пород, включая березу.

В сентябре 1-го вегетационного сезона действие гербицида магнум на иву, осину, ольху серую и рябину обыкновенную было максимальным. В варианте с нормой применения 200 г/га отмирание листьев у ивы, осины и рябины обыкновенной составило 100 %. Несколько более высокую устойчивость проявила ольха серая (78...95 %). Береза находилась в фазе активного линейного роста побегов и без видимых признаков повреждений гербицидом магнум. Гербицид анкор-85 вызвал гибель 50...95 % листьев осины, березы, ивы и ольхи серой. Однако полное отмирание листьев зафиксировано только у рябины обыкновенной (табл. 6).

Таблица 6

Действие гербицидов на березу и нежелательную древесно-кустарниковую растительность в смешанном молодняке (опыт 3, обработка 29.06.2020)
The effect of herbicides on birch and undesirable tree-shrub vegetation in mixed young stands (experiment 3, treatment 06/29/2020)

Вариант опыта	Дата учета	Доля отмерших листьев, %				
		береза (виды)	ива (виды)	осина	ольха серая	рябина обыкновенная
Магнум, ВДГ, 100 г/га	06.09.2020	0	100	100	78	100
	21.08.2021	0	100	100	75	100
	15.09.2022	0	100	100	72	100
Магнум, ВДГ, 200 г/га	06.09.2020	0	100	100	95	100
	21.08.2021	0	100	100	72	100
	15.09.2022	0	100	100	77	100
Анкор-85, ВДГ, 100 г/га	06.09.2020	85	90	50	95	100
	21.08.2021	59	65	82	71	100
	15.09.2022	52	68	76	65	100

В следующем вегетационном сезоне в вариантах с гербицидом магнум наблюдалось полное отмирание листьев у ивы, осины и рябины обыкновенной; береза, как и при учете в период вегетации 2020 г., не имела повреждений. В варианте с гербицидом анкор-85 наблюдалось повторное отрастание ветвей от корневых систем у ивы, осины и ольхи серой. Наибольшую чувствительность к данному гербициду проявила рябина обыкновенная.

В вегетационном сезоне 2022 г. в вариантах применения в концентрации 100 и 200 г/га эффективность действия гербицида магнум осталась на прежнем уровне (табл. 6). Из нежелательных древесных пород частично сохранилась только ольха серая.

В конце сезона 2022 г. в опытах 2 и 3 в вариантах с наиболее перспективным гербицидом магнум и в контрольных вариантах были проведены учеты густоты (количества) и высоты всех имеющихся древесных пород (табл. 7).

Таблица 7

Изменение состава древостоя и средней высоты древесных пород после обработки селективными гербицидами в полевых опытах 2 и 3 (учет 15.09.2022)
Change in stand composition and average height of tree species after treatment with selective herbicides in field experiments 2 and 3 (accounting 09/15/2022)

Вариант опыта	Состав древостоя	Средняя высота древесной породы, м				
		береза (виды)	осина	ива (виды)	ольха серая	рябина обыкновенная
<i>Опыт 2</i>						
Магнум, ВДГ, 100 г/га	9,3Б 0,7Ос	2,5	1,4	–	–	–
Магнум, ВДГ, 200 г/га	10Б	2,4	–	–	–	–
Контроль	4,4Ос 2,6Ив 2,2Б 0,8Рб	1,6	2,2	1,7	–	1,6
<i>Опыт 3</i>						
Магнум, ВДГ, 100 г/га	8,6Б 1,4Ол	2,9	–	–	1,5	–
Магнум, ВДГ, 200 г/га	8,8Б 1,2Ол	2,7	–	–	1,6	–
Контроль	4,6Ив 2,3Ос 1,5Б 1,1Ол 0,5Рб	1,6	2,8	2,4	2,9	1,5



а

б

Рис. 2. Опыт 3 (обработка 29.06.2020, фото 15.09.2022): а – магнум, 100 г/га; б – контроль (без обработки)

Fig. 2. Experiment 3 (chemical treatment 29.06.2020, photo 15.09.2022): а – magnum 100 g/ha; б – control (without treatment)

Береза в отсутствие конкуренции резко увеличила прирост в высоту по сравнению с контролем. Средняя высота березы после химического ухода превышала этот показатель в контроле на 50...81 %. В результате сформировались древостои с ее преобладанием – от 8,6 до 10 ед. состава (рис. 2). В контрольных вариантах ее доля в составе по количеству деревьев была всего 2,2 и 1,5 ед. Важно, что высота сохранивших жизнеспособность после химического ухода отдельных деревьев осины (опыт 2) и ольхи серой (опыт 3) значительно ниже этого показателя у березы.

Выводы

1. Установлено эффективное и длительное действие гербицидов магнум и магнум супер в нормах от 100 до 300 г/га на широкий спектр многолетних двудольных (широколистных) нежелательных травянистых видов, типичных для вырубок и молодняков таежной зоны, при опрыскивании в период вегетации. Магнум и магнум супер продемонстрировали также высокую эффективность действия на ряд нежелательных листовенных древесно-кустарниковых пород – иву, осину и рябину обыкновенную (до 100 %). Против ольхи серой эти гербициды были несколько менее эффективны.

2. Береза проявила высокую устойчивость к гербицидам магнум и магнум супер. В вариантах с высокими нормами их применения (200–300 г/га) наблюдалось лишь незначительное и кратковременное повреждение листьев данного вида. При более низкой норме (100 г/га) фиксируемые визуально повреждения отсутствовали. В результате устранения конкуренции резко улучшался рост березы, формировались молодняки с ее доминированием при незначительном участии других листовенных пород, прежде всего – ольхи серой.

3. Установлено эффективное и достаточно длительное действие гербицида анкор-85 в нормах 100...300 г/га на широкий спектр многолетних однодольных и двудольных (широколистных) нежелательных травянистых видов, типичных для вырубок и молодняков таежной зоны. По арборицидной активности анкор-85 значительно уступал препаратам магнум и магнум супер, вызывал повреждения поросли и отпрысков древесных пород, приводя к ослаблению роста и отмиранию только части деревьев. Были повреждены такие древесные породы, как осина, ива, ольха серая, рябина обыкновенная, а также береза, что свидетельствует о нецелесообразности использования препарата анкор-85 при уходах за березой из-за его недостаточной селективности.

4. Гербицид мортира уступал препаратам магнум и магнум супер по действию как на нежелательные двудольные травянистые виды, так и на древесно-кустарниковую растительность. Он повреждал поросль и отпрыски древесных пород – осины, ивы, ольхи серой и рябины обыкновенной, что не приводило к их гибели. Береза проявила высокую устойчивость к этому гербициду в нормах 100 и 200 г/га при сплошном опрыскивании в период ее активного роста, но из-за низкой эффективности действия гербицида на нежелательные листовенные древесно-кустарниковые породы его применение при уходах за березой нецелесообразно.

Таким образом, результаты изучения возможности использования гербицидов при уходе (агротехнические ухода, осветления) за семенным возобновлением березы внесут значительный вклад в опыт отечественного воспроизводства хозяйственно-ценных березовых древостоев с применением химического метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бубнов А.А., Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М. Экологическая оценка гербицидов, используемых при лесовыращивании // Тр. СПбНИИЛХ. 2022. № 4. С. 58–75.

Bubnov A.A., Egorov A.B., Pavlyuchenkova L.N., Postnikov A.M. Ecological Assessment of Herbicides Used in Forestry Cultivation. *Proceedings of SPBFRI*. Saint-Petersburg, 2022, no. 4, pp. 58–75 (In Russ.). <https://doi.org/10.21178/2079-6080.2022.4.58>

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

Egorov A.B. Reproduction of Economically Valuable Forests Using Chemical Method: History, Current State, and Development Prospects. *Proceedings of SPBFRI*. Saint-Petersburg, 2000, iss. 2(3), pp. 18–33. (In Russ.).

3. Егоров А.Б., Бельков В.П. Химический метод регулирования лесных фитоценозов // Таежные леса на пороге XXI века: тр. СПбНИИЛХ (Посвящается 70-летию СПбНИИЛХ). СПб., 1999. С. 157–163.

Egorov A.B., Belkov V.P. Chemical Method of Forest Phytocenoses Regulation. Taiga Forests on the Threshold of the XXI Century. *Proceedings of SPBFRI. (Dedicated to the 70th anniversary of SPBFRI)*. Saint-Petersburg, 1999, pp. 157–163. (In Russ.).

4. Егоров А.Б., Бубнов А.А., Рябинков А.П. Применение гербицидов при выращивании хвойных пород и березы в лесных питомниках: практ. рекомендации. СПб.: СПбНИИЛХ, 2005. 49 с.

Egorov A.B., Bubnov A.A., Ryabinkov A.P. *The Use of Herbicides in the Cultivation of Conifers and Birches in Forest Nurseries: Practical Recommendations*. Saint-Petersburg, SPBFRI Publ., 2005. 49 p. (In Russ.).

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

Egorov A.B., Zhigunov A.V. *Reforestation Using Chemical Method: Training Manual*. Saint-Petersburg, SPBSFTU, SPBFRI Publ., 2009. 68 p. (In Russ.).

6. Егоров А.Б., Омеляненко А.Я., Постников М.В., Бубнов А.А. Применение гербицидов при уходе за лесом: практ. рекомендации. СПб.: СПбНИИЛХ, 2005. 28 с.

Egorov A.B., Omelyanenko A.Y., Postnikov M.V., Bubnov A.A. *The Use of Herbicides in Forest Care: Practical Recommendations*. Saint-Petersburg, SPBFRI, 2005. 28 p. (In Russ.).

7. Егоров А.Б., Павлюченков Н.А., Павлюченкова Л.Н. Формирование молодняков ели и березы на сплошных вырубках после предварительной химической подсушки осины // Лесоведение. 2012. № 2. С. 61–65.

Egorov A.B., Pavlyuchenkov N.A., Pavlyuchenkova L.N. Formation of Young Spruce and Birch Stands in Clear-cut Areas After Preliminary Chemical Drying of Aspen. *Lesovedenie = Forestry*. 2012, no. 2, pp. 61–65. (In Russ.).

8. Испытания гербицидов на землях несельскохозяйственного назначения // Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / Всерос. НИИ защиты растений, Минсельхоз России. СПб., 2013. С. 186–189.

Guidelines for Registration Testing of Herbicides in Agriculture (Section - Testing of Herbicides on Non-agricultural Lands). All-Russian Institute of Plant Protection, Ministry of Agriculture of Russia. Saint-Petersburg, 2013, pp. 186–189. (In Russ.).

9. Каспаров В.А., Промоненков В.К. Применение пестицидов за рубежом. М.: Агропромиздат, 1990. 224 с.

Kasparov V.A., Promonenkov V.K. *Pesticide Use Abroad*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, 224 p. (In Russ.).

10. Леонтьев В.Н., Ахрамович Т.И., Игнатовец О.С., Лазовская О.И. Естественные пути деградации гербицидов ряда сульфонилмочевины // Тр. БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2013. № 4. С. 197–204.

Leontiev V.N., Akhramovich T.I., Ignatovets O.S., Lazovskaya O.I. Natural Ways of Degradation of Herbicides of the Sulfonylurea Series. *Proceedings of BSTU. Chemistry, Technology of Organic Substances and Biotechnology*, 2013, no. 4. pp. 197–204. (In Russ.).

11. Макеева-Гурьянова Л.Т., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Сульфонилмочевины – новые перспективные гербициды: обзорная информация М.: ВНИИТЭИагропром, 1989. 57 с.

Makeeva-Guryanova L.T., Spiridonov J.Y., Shestakov V.G. *Sulfonylureas - New Promising Herbicides: Overview Information*. Moscow, VNIITE And Agroprom Publ., 1989. 57 p. (In Russ.).

12. Макеева-Гурьянова Л.Т., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Применение некоторых сульфонилмочевин в сельском хозяйстве и их поведение в объектах окружающей среды // *Агрохимия*. 1989. № 1. С. 127–136.

Makeeva-Guryanova L.T., Spiridonov J.Y., Shestakov V.G. The Use of Some Sulfonylureas in Agriculture and Their Behavior in Environmental Objects. *Agrokimiya = Agrochemistry*, 1989, no. 1, pp. 127–136. (In Russ.).

13. Омеляненко А.Я., Павлюченков Н.А. Особенности последующего естественного возобновления ели после предварительной химической подсушки осины перед сплошной рубкой древостоя // *Тр. СПбНИИЛХ*. СПб.: СПбНИИЛХ, 2006. Вып. 3(16). С. 61–67.

Omelyanenko A.Y., Pavlyuchenkov N.A. Peculiarities of Subsequent Natural Regeneration of Spruce After Preliminary Chemical Drying of Aspen Before Clear-cutting of Forest Stands. *Proceedings of SPBFRI*. Saint-Petersburg, SPBFRI Publ., 2006, iss. 3(16), pp. 61–67. (In Russ.).

14. Постников М.В. Уход за семенным возобновлением березы на Северо-Западе России с использованием современных гербицидов избирательного действия: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2000. 21 с.

Postnikov M.V. *Care of Birch Seed Regeneration in Northwest Russia Using Modern Herbicides of Selective Action*: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs. Saint-Petersburg, 2000, 21 p. (In Russ.).

15. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2022 г.: приложение к журналу «Защита и карантин растений», № 4. М.: Колос, 2022. 880 с.

List of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use on the Territory of the Russian Federation. Appendix to the journal «Plant Protection and Quarantine», 2022, no. 4. Moscow, Kolos Publ., 2022. 880 p. (In Russ.).

16. Anderson R.L. Environmental Effects of Metsulfuron and Chlorsulfuron Bioactivity in Soil. *Journal of Environmental Quality*, 1985, vol. 14, iss. 4, pp. 517–521. <https://doi.org/10.2134/jeq1985.00472425001400040011x>

17. Grey T.L., McCullough P.E. Sulfonylurea Herbicides' Fate in Soil: Dissipation, Mobility, and Other Processes. *Weed Technology*, 2012, vol. 26, iss. 3, pp. 579–581. <https://doi.org/10.1614/WT-D-11-00168.1>

18. Nix S. Herbicides Used to Control Woody Stem Plants. *ThoughtCo*, 2019. Available at: <https://www.thoughtco.com/herbicides-to-control-woody-stem-plants-1342625> (accessed 11.08.21).

19. Nosnikov V.V., Mayseenok A.P. Herbicides Application at Cultivation of the Planting Stock of Deciduous Species in Forest Nurseries. *Proceedings of BSTU*. Forestry, 2014, no. 1, pp. 99–103.

20. Sarmah A.K., Kookana R.S., Alston A.M. Fate and Behavior of Triasulfuron, Metsulfuron-methyl, and Chlorsulfuron in the Australian Soil Environment: a Review. *Australian Journal of Agriculture Research*, 1998, vol. 49, iss. 5, pp. 775–790. <https://doi.org/10.1071/A97131>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest

Вклад авторов: Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article