



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

13 / 2018

HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

13 / 2018

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
Лей Ши
Йонг-Шик Ким
А. С. Демидов
Т. С. Мамедов
В. Н. Решетников

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
В. Я. Кузеванов
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
К. О. Романова
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2018 А. А. Прохоров

На обложке:

Гунибская экспериментальная база Горного ботанического сада Дагестанского НЦ РАН
(фото Руслана Османова)

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2018

Термическое воздействие как метод борьбы с борщевиком Сосновского

АНТИПИНА
Галина Станиславовна

Петрозаводский государственный университет,
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910, Россия
antipina.galina2013@yandex.ru

МАГАНОВ
Иван Александрович

Петрозаводский государственный университет,
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910, Россия
magavan17@mail.ru

Ключевые слова:

Борщевик Сосновского,
Heracleum sosnowskyi,
Ariaceae, инвазионный вид,
Ботанический сад ПетрГУ,
Карелия, сорные растения,
меры борьбы, термический
фактор

Аннотация:

Борщевик Сосновского – опасный инвазионный вид. Борьба с его распространением требует значительных материальных, финансовых и трудовых ресурсов. Предложен термический метод борьбы с борщевиком Сосновского – обработка растений горячей (90-100°) водой. Работа выполнена в апреле-июне на участках, занятых летом зарослями борщевика. При обработке горячей водой происходит гибель всходов, а еженедельная обработка предотвращает появление новых всходов вплоть до поздней осени. Отсутствие всходов прекращает пополнение популяции новыми растениями семенного происхождения. Еженедельная термическая обработка двух- и многолетних растений приводит к прекращению отрастания новых листьев и развития генеративного побега. Необходим поиск технических решений по разработке бесконтактных способов термической обработки зарослей. Метод термической обработки всходов и двух- и многолетних растений в ранневесенний период может рассматриваться как дополнение к системе мероприятий в борьбе с борщевиком Сосновского.

Получена: 24 марта 2018 года

Подписана к печати: 29 июля 2018 года

Введение

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden., семейство *Ariaceae* - Сельдерейные, или Зонтичные) сегодня признан опасным инвазионным растением, злостным сорняком (The Giant Hogweed ..., 2005; Виноградова и др., 2010; Ткаченко, 2015; Balezentiene et al., 2013; и другие). «Уход из культуры» и неконтролируемое распространение этого вида гигантских борщевиков, которое началось с 90-х годов XX века, является реальностью современной окружающей среды многих стран Европы (EPPO Global Database, 1996; NOBANIS ..., 2010; Лунева, 2014). Кавказский вид борщевик Сосновского выращивали в различных регионах России, в том числе и в Карелии, как высокопродуктивную кормовую культуру. Прекращение его культивирования связано с проявлением нежелательных последствий кормления животных силосом из борщевика (Сацыперова, 1984; Ламан и др., 2009; и другие). Кроме того, хозяйства испытывали

сложности со скашиванием этого крупного растения и обработкой зеленой массы.

Сам по себе факт дичания борщевика из культуры и превращения его в сорное растение не привлекал бы такого внимания специалистов и населения, если бы не его опасные свойства. За счет наличия особых веществ – фурукумаринов – растение, особенно в солнечные летние дни, вызывает у людей фотохимические ожоги (Сацыперова, 1984). Именно поэтому к борщевика Сосновского как опасному инвазионному виду привлечено внимание населения, специалистов сельского хозяйства и благоустройства, руководителей регионов. Борьба с борщевиком становится государственной проблемой и требует значительных финансовых, материальных и людских ресурсов (Лунева, 2014).

Сегодня предложены различные способы борьбы с распространением борщевика Сосновского (Практическое руководство ..., 2005; Методические рекомендации ..., 2008; Ламан и др., 2009; Якимович и др., 2011). Основными из них являются скашивание и использование гербицидов на основе глифосата. Скашивание можно рассматривать скорее как способ «облагораживания» территории, но не уничтожения растений. Химическая обработка возможна не везде: применение гербицидов ограничено в населенных пунктах, в рекреационных и учебных зонах, на особо охраняемых территориях, оно запрещено на территориях детских садов, школ, медицинских учреждений и т. п. (Якимович и др., 2011).

Недостаточная эффективность многих методов воздействия на борщевик связана с морфологическими и биологическими особенностями вида. Это растянутый жизненный цикл – от одного-двух до многих лет, монокарпичность, наличие большого количества пазушных почек, отсутствие вегетативного размножения, огромная семенная продуктивность и высокая полевая всхожесть семян. Пазушные почки обеспечивают быстрое отрастание растения после воздействия на надземные органы; отмирание растения как монокарпика происходит только после цветения и плодоношения; а ежегодное образование тысяч семян на каждом генеративном побеге обеспечивает поддержание банка семян в почве и ежегодное появление новых растений.

Надо подчеркнуть, что все усилия и ресурсы сегодня направлены на уничтожение бросающихся в глаза взрослых, крупных, особенно цветущих растений, т. е. на опасные для людей заросли борщевика Сосновского. Взрослые растения борщевика, для которых характерна глубокая корневая система и интенсивное отрастание укороченных побегов из пазушных почек, уничтожить очень сложно. Не случайно работа, направленная на уничтожение зарослей борщевика, не всегда дает желаемый результат.

При этом явно не учитывается важность превентивных, предупредительных, профилактических мер. Необходимо не допускать появления сорняка на новых участках, где условия потенциально благоприятны для его массового размножения, расширения старых и формирования новых зарослей. Если в данной местности есть места произрастания борщевика, откуда могут «прилететь» его семена (в практике семенами называют мерикарпии – половинки плодов-двусемянок), то ботанический мониторинг и уничтожение растений борщевика уже на начальных стадиях заселения новой территории может стать эффективным приемом предупреждения дальнейшей экспансии опасного вида.

К таким профилактическим мерам относится и уничтожение растений борщевика первого года жизни. Всходы борщевика сегодня оказываются совершенно вне внимания исследователей и практиков, а ведь именно уничтожение тем или иным способом молодых особей прерывает семенное возобновление борщевика и, следовательно, поступление новых растений на окружающую территорию.

Учитывая недостаточную эффективность и потенциальную экологическую опасность применения ряда приемов воздействия на заросли разновозрастных особей борщевика, мы предлагаем включить в систему мероприятий по борьбе с борщевиком весеннее

уничтожение всходов растения. Для уничтожения всходов было поставлено несколько вариантов опытов. Первый из них – применение гербицидов. Эффективность этого приема оказалась очень высокой (Маганов, Антипина, 2017).

В качестве другого губительного для растений борщевика фактора мы предлагаем термическую обработку – воздействие горячей воды.

Объекты и методы исследований

Опыты проведены в 2017 г. на базе Ботанического сада Петрозаводского государственного университета за пределами коллекционных участков. По периферии сада сохранились два участка массового произрастания борщевика (их площади 3000 и 5000 м²), здесь в 1960-70 гг. сотрудники ПетрГУ проводили экспериментальную работу с борщевиком Сосновского. Применение гербицидов на территории сада ограничено. Данные о современном состоянии ценопопуляций борщевика в Ботаническом саду ПетрГУ приведены в статье (Антипина и др., 2017).

Участки, где летом находятся труднопроходимые заросли борщевика, рано весной представляют собой открытые пространства (рис. 1). Ко времени заложения пробных площадей в апреле почва уже освободилась от снега, началось отрастание листьев двух- и многолетних растений, а семена находились на первых стадиях прорастания.



Рис. 1. Вид участка массового произрастания борщевика Сосновского весной. 16.05.2017.

Fig. 1. A type of the mass growth site of *Heracleum sosnowskyi* in spring. 16.05.2017.

Участки, на которых была проведена экспериментальная работа, характеризуются следующими показателями плотности растений и семян, экз. / м²:

- многолетние растения (возраст 2 года и старше) - 72-184 (в среднем 113);
- семена на поверхности почвы – 288-1008 (в среднем 654) при полевой всхожести семян около 80 %;
- всходы в начале мая – 360-1260 (в среднем 562);
- всходы в середине июня – 260-550 (в среднем 360): по мере развития всходов наблюдается их естественная убыль.

Заложены два варианта опытов:

- первый – опыты по термической обработке всходов борщевика Сосновского (три пробные площади 1x1 м);
- второй – опыты по «точечной» обработке горячей водой многолетних (3-4 летних) растений (три отдельные особи) борщевика Сосновского.

Площади для обработки всходов были заложены в местах их массового развития (рис. 2). На площадках были подрезаны подземные органы и срезаны отрастающие листья многолетних растений. Подсчет всходов проводили непосредственно перед обработкой.



Рис. 2. Всходы борщевика Сосновского. 10.05.2017.

Fig. 2. Seedlings of *Heracleum sosnowskyi*. 10.05.2017.

Одну половину площади (0,5 м²) рассматривали как контроль, вторую половину – как опыт. Такая схема была принята в связи с большой гетерогенностью участков с борщевиком и необходимостью максимально выровнять опыт и контроль по условиям. Обработку пробных площадей горячей водой проводили еженедельно с начала мая по начало июня.

Воду нагревали до кипения в лаборатории и переносили к опытным площадям. При этом происходило небольшое охлаждение воды, и температура воды в итоге была около 90°. Опытные участки равномерно поливали горячей водой. Расход воды при каждой обработке всходов составил 12 л / 1 м².

Подсчет количества всходов в опыте и контроле проводили перед очередной обработкой вплоть до середины июня, когда все всходы погибли, а прорастание оставшихся на почве семян прекратилось. Далее до конца осени площадки регулярно просматривали на факт появления новых всходов.

Работу с многолетними растениями проводили с конца апреля, когда у них только начали отрастать молодые листья, до середины июля. Обработку проводили еженедельно, горячей водой обливали надземную часть растений; при этом важно было максимально повредить апексы побегов. Расход воды при каждой обработке составил 6 л / экз. Контролем выступали растущие рядом растения.

Результаты и обсуждение

Результаты обработки всходов горячей водой

Первая обработка всходов горячей водой была проведена 10 мая, когда всходы находились в основном на стадии первого-второго настоящего листа (рис. 3).

Фактически обработку можно было начинать примерно с 15 апреля, когда прорастание семян уже началось. Смещение срока начала работы связано со следующими причинами: 1 - на первых этапах развития многие всходы еще не сбросили жесткий околоплодник, который «перехватил» бы часть воды и снизил эффективность воздействия; 2 - на пробных площадках в апреле - начале мая всходы еще не были массовыми; в течение месяца с середины апреля до середины мая плотность всходов увеличилась с 20-50 до 400-500 на 1 м², то есть при обработке можно было воздействовать на большее количество всходов; 3 - в течение апреля - начала мая периодически выпадал снег, что затрудняло работу.

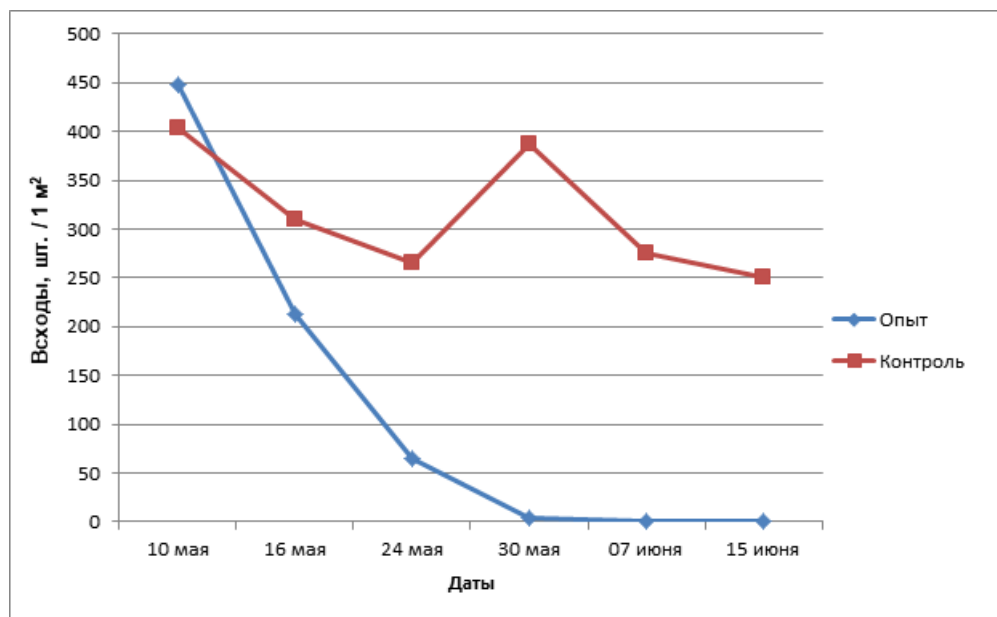


Рис. 3. Динамика изменения плотности всходов.

Fig. 3. Dynamics of changes in seedling density.

При каждой обработке все всходы, которые к этому времени выросли на площадке, при контакте с горячей водой погибали. За следующие 7-8 дней развивались новые всходы, которые погибали при следующей обработке и т. д. Последняя (четвертая) обработка была проведена 30 мая, то есть регулярная обработка площадок проводилась в течение менее одного месяца. В результате на пробных площадях произошла 100 % гибель всходов.

Прекращение обработок после 30 мая связано с отсутствием новых всходов, хотя на почве остались непроросшие семена. Важно, что и в последующем эти семена не проросли, и новые всходы на обработанных в мае площадках не появились. В течение всего лета и до глубокой осени, через несколько месяцев после последней обработки, почва, обработанная горячей водой, оставалась чистой от борщевика (рис. 4). При этом на контрольных участках семена продолжали развиваться. Количество всходов на контроле в мае составляло от 270 до 370 на 1 м², а к окончанию опыта в начале июня здесь активно росли и развивались, проходя последовательные возрастные состояния, в среднем 280 молодых растений на каждом квадратном метре (рис. 3, 4). Из них примерно половина к середине лета сформировали полноценный укороченный побег и розетку листьев.



Рис. 4. Опытная площадь через месяц после последней термической обработки всходов. 26.06.2017.

Fig. 4. Experimental area a month after the last heat treatment of seedlings. 26.06.2017.

Воздействие горячей воды, естественно, приводит к гибели всходов. Этот прием прекращает пополнение популяции новыми растениями семенного происхождения, то есть так прерывается процесс поступления в ценопопуляцию молодых растений, которые приходят на смену отмирающим после цветения особям.

Таким образом, термическая обработка (воздействие горячей воды) весной оказалось эффективным способом уничтожения всходов борщевика.

Конечно, одного года недостаточно для уничтожения зарослей борщевика. Ежегодно на почву в зарослях опадают мерикарпии с плодоносящих особей (только на одном генеративном побеге в условиях Ботанического сада к осени их формируется до 6 тысяч), которые дадут весной новые всходы – и их необходимо уничтожать.

Взрослые растения, которые дали плоды, выпадают из популяции естественным образом, так как борщевик Сосновского – растение монокарпическое. Таким образом, уменьшение количества растений происходит с двух сторон: молодые растения уничтожают рано весной на стадии всходов, а взрослые генеративные особи отмирают естественным образом после плодоношения. Регулярное уничтожение всходов в течение нескольких лет постепенно снизит плотность растений и, в конечном итоге, приведет к изреживанию и сокращению зарослей борщевика.

Результаты обработки горячей водой многолетних растений

Отрастание листьев у многолетних растений борщевика началось уже в начале апреля, когда снег еще растаял не полностью (температура ночью -3° , днем $0 - +3^{\circ}$, временами снег). Смена потепления и возврата морозов в апреле - мае не остановила развития листьев. Первая обработка была проведена 26 апреля на стадии формирования розетки из 2-3 отрастающих листьев, когда их длина составляла 15-20 см.

Первая обработка розеток листьев горячей водой, естественно, была результативной – листья погибли при попадании на них горячей воды. Но гибель листьев не означала гибель апексов побегов – через неделю у обработанных растений отросли новые листья на укороченных побегах (рис. 5). Далее появление новых листьев, несмотря на регулярное

воздействие на растения горячей воды, продолжалось в течение пяти недель. Отрастание листьев после еженедельной термической обработки прекратилось только через несколько месяцев – к середине июля. Начиная с этого времени ни новые листья, ни генеративные побеги у обработанных горячей водой многолетних растений не появились.



Рис. 5. Отрастание новых листьев у многолетнего растения через неделю после обработки растения горячей водой. 24.05.2017.

Fig. 5. Growth of new leaves in perennial plants a week after treatment with hot water. 24.05.2017.

Контрольные растения успешно росли и развивались, листья в розетках к середине июля достигли размеров 1-1,2 м, отдельные экземпляры к этому времени сформировали генеративный побег.

Можно говорить о гибели апексов у многолетних растений при регулярной термической обработке. Этот факт подтверждается еще и тем, что в расположенных рядом зарослях борщевика, где проводилась опытная обработка гербицидом, апексы побегов у растений остались жизнеспособными, и примерно через месяц после гибели первых листьев у растений произошло полное отрастание листьев следующей генерации. При термической обработке этого не произошло, и до глубокой осени и выпадения снега в ноябре листья у обработанных растений не появились. Гибель многолетних растений подтверждена наблюдениями мая-июня 2018 года. На следующий год после проведения опыта отрастания многолетних растений не произошло.

Термическая обработка двух-многолетних растений должна начинаться весной как можно раньше – сразу после схода снега, когда листья только трогаются в рост. После первой обработки последующие должны проводиться регулярно по мере появления новых листьев, не допуская формирования цветоносных побегов. Надо подчеркнуть, что целью является не хорошо видимая гибель листьев при воздействии высокой температуры, а уничтожение апексов побегов, расположенных в центральной части розетки листьев.

При более поздних сроках обработки возможно сочетание скашивания растений с их последующей обработкой горячей водой.

Выводы и заключение

Термическая обработка горячей водой оказалась эффективным, доступным и экологически безопасным приемом уничтожения растений борщевика Сосновского. Как

любой другой метод, он имеет свои недостатки и преимущества, которые необходимо учитывать в работе.

Недостатки метода:

1. Необходимость соблюдения мер безопасности труда при работе с горячей жидкостью.
2. Возможность размывания поверхности почвы при сильном напоре воды; этот факт не всегда следует рассматривать как критический – заросли борщевика в основном разрастаются на неиспользуемых участках, неудобьях, рудеральных местах, обочинах дорог, где размывание верхнего слоя грунта не будет выступать как ограничивающий фактор.

Преимущества метода:

1. Высокая эффективность.
2. Экологическая безопасность: у воды отсутствуют токсические свойства, опасные для людей, насекомых, почвы.
3. Возможность применения в условиях жилой застройки, детских образовательных учреждений и на территориях, которые используются как учебные, научные, рекреационные и экскурсионные объекты, где использование гербицидов ограничено.
4. Возможность начала обработок рано весной, по мере схода снега, когда основные сельскохозяйственные работы и работы по благоустройству еще не начались, то есть перенос части мероприятий по борьбе с борщевиком с лета на весну.
5. Независимость применения метода от погодных условий. Применение горячей воды, в отличие от химической обработки, не ограничено температурой воздуха и осадками. Известно, что гербициды можно использовать только при определенной положительной температуре воздуха и в сухую погоду. Термическую обработку можно проводить с первых дней появления всходов и отрастания листьев у многолетних растений даже при низких температурах и независимо от предшествующих и последующих осадков.
6. Большая безопасность и простота весенней обработки по сравнению с летними работами. Весной (в апреле-мае) по участкам можно беспрепятственно и безопасно перемещаться. Горячая вода попадает практически на каждое растение. Обработка требует меньших трудовых усилий и не является настолько опасной для человека, как летняя работа по скашиванию или обработке гербицидами высоких зарослей борщевика.
7. Возможность применения механизированной обработки в местах массового произрастания борщевика.

Работу в режиме ручного полива горячей водой можно проводить на небольших участках (например, в зоне жилой застройки). При обработке зарослей борщевика на значительных площадях необходима максимальная механизация такой работы и применение специализированной техники. Например, это могут быть специальные автомобили, которые используются для дезинфекции и обеззараживания территории после экологических и санитарных инцидентов. Распространение борщевика Сосновского встает в один ряд с такими ситуациями. Вполне возможно в опытном порядке применить как термический фактор высокотемпературный пар, который вырабатывается мобильными строительными или промышленными парогенераторами. Необходим поиск технических решений по разработке бесконтактных способов термической обработки зарослей борщевика.

Таким образом, выполненная экспериментальная работа показала, что термическая обработка (горячей водой) всходов и многолетних растений борщевика в весенний период

оказалась эффективным, доступным и экологически безопасным методом уничтожения растений. Такой метод может рассматриваться как дополнение к системе мероприятий в борьбе с борщевиком Сосновского.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Ботанического сада ПетрГУ.

Литература

Антипина Г. С., Маганов И. А., Платонова Е. А., Фалин А. Ю. Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) в Ботаническом саду ПетрГУ // Hortus bot. 2017. Т. 12, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4842>. DOI: 10.15393/j4.art.2017.4842.

Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.

Ламан Н. А., Прохоров В. Н., Масловский О. М. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси. Минск: Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, 2009. 40 с.

Лунева Н. Н. Борщевик Сосновского в Российской Федерации // Защита и карантин растений. 2014. № 3. С. 12—18.

Маганов И. А., Антипина Г. С. Апробация методов борьбы с растениями борщевика Сосновского первого года жизни // Биодиагностика природных и природно-техногенных систем. Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров, 4-6 декабря 2017 г. Книга 2. Киров: ВятГУ, 2017. С. 242—246.

Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением растений борщевика Сосновского / Сост. И. В. Далькэ, И. Ф. Чадин. Сыктывкар, 2008. 28 с.

Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта борьбы с инвазивными сорняками). 2005. URL: <http://giant-alien.dk> .

Сацыперова И. Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Л.: Наука, 1984. 223 с.

Ткаченко К. Г. Борщевики (род *Heracleum* L.): PRO ET CONTRA // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». 2015. Т. 7. № 2. С. 209—219.

Якимович Е. А., Сорока С. В., Ивашкевич А. А. Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского. Минск: Институт защиты растений, 2011. 76 с.

Balezientiene L., Stankeviciene A., Snieskiene V. *Heracleum sosnowskyi* (*Apiaceae*) seed productivity and establishment in different habitats of central Lithuania // EKOLOGIJIA. 2013. V. 59. № 3. P. 123—133.

EPPO Global Database. *Heracleum sosnowskyi*. 1996. URL: <https://gd.eppo.int> .

NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet. *Heracleum sosnowskyi*. 2010. URL: <https://www.nobanis.org> .

The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. Hoersholm (Denmark): Forest & Landscape, 2005. 44 p.

Thermal treatment as a method of controlling *Heracleum sosnowskyi*

ANTIPINA Galina Stanislavovna	Petrozavodsk State University, Leninskiy av., 33, Petrozavodsk, 185910, Russia antipina.galina2013@yandex.ru
MAGANOV Ivan Aleksandrovich	Petrozavodsk State University, Leninskiy av., 33, Petrozavodsk, 185910, Russia magavan17@mail.ru

Key words:

Heracleum sosnowskyi, Hogweed Sosnovsky, *Apiaceae*, invasive species, Botanical garden of PetrSU, Karelia, weed plants, methods of control, thermal factor

Summary:

Heracleum sosnowskyi is a dangerous invasive species. Control over its spread requires material, financial and labour resources. The article suggests thermal method of controlling *Heracleum Sosnowskyi* with hot (90-100°) water. The work was carried out from April to June at sites occupied by *Heracleum sosnowskyi* in the summer. Treatment with hot water leads to the death of seedlings at the time of treatment. Weekly treatment allows to prevent emergence of new seedlings up to late autumn. Lack of seedlings stops replenishment of the population with new plants of seed origin. Weekly thermal treatment of perennial plants results in cessation of the growth of new leaves and cessation of the development of generative shoot. It is necessary to develop a technical solution of thermal non-contact thickets treatment methods. Method of heat treatment of seedlings and perennial plants-perennial plants in early spring can be viewed as a complement to the system of measures of controlling *Heracleum sosnowskyi*.

Is received: 24 march 2018 year

Is passed for the press: 29 july 2018 year

References

- Antipina G. S., Maganov I. A., Platonova E. A., Falin A. Yu. Bortshevik Sosnovskogo (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) v Botanicheskom sadu PetrGU // Hortus bot. 2017. T. 12, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4842>. DOI: 10.15393/j4.art.2017.4842.
- Vinogradova Yu. K., Majorov S. R., Khorun L. V. Tchernaya kniga flory Srednej Rossii. M.: GEOS, 2010. 512 s.
- Laman N. A., Prokhorov V. N., Maslovskij O. M. Gigantskie bortsheviki – opasnye invazivnye vidy dlya prirodnykh kompleksov i naseleniya Belarusi. Minsk: Institut eksperimentalnoj botaniki NAN Belarusi, 2009. 40 s.
- Luneva N. N. Bortshevik Sosnovskogo v Rossijskoj Federatsii // Zatshita i karantin rastenij. 2014. № 3. S. 12—18.
- Maganov I. A., Antipina G. S. Aprobatsiya metodov borby s rasteniyami bortshevika Sosnovskogo pervogo goda zhizni // Biodiagnostika prirodnykh i prirodno-tekhnogennykh sistem. Materialy XV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Kirov, 4-6 dekabrya 2017 g. Kniga 2. Kirov: VyatGU, 2017. S. 242—246.
- Metodicheskie rekomendatsii po borbe s nekontroliruемым rasprostraneniem rastenij bortshevika Sosnovskogo / Sost. I. V. Dalke, I. F. Tchadin. Syktyvkar, 2008. 28 s.
- Prakticheskoe posobie po borbe s gigantskimi bortshevikami (na osnove evropejskogo opyta

borby s invazivnymi sornyakami). 2005. URL: <http://giant-alien.dk> .

Satsyperova I. F. Bortsheviki flory SSSR – novye kormovye rasteniya. L.: Nauka, 1984. 223 s.

Tkatchenko K. G. Bortsheviki (rod *Heracleum* L.): PRO ET CONTRA // Mezhdistsiplinarnyj nautchnyj i prikladnoj zhurnal «Biosfera». 2015. T. 7. № 2. S. 209—219.

Yakimovitch E. A., Soroka S. V., Ivashkevitch A. A. Metodicheskie rekomendatsii po borbe s bortshevikom Sosnovskogo. Minsk: Institut zatshity rastenij, 2011. 76 s.

Balezentiene L., Stankeviciene A., Snieskiene V. *Heracleum sosnowskyi* (Apiaceae) seed productivity and establishment in different habitats of central Lithuania // EKOLOGIJA. 2013. V. 59. № 3. P. 123—133.

EPPO Global Database. *Heracleum sosnowskyi*. 1996. URL: <https://gd.eppo.int> .

NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet. *Heracleum sosnowskyi*. 2010. URL: <https://www.nobanis.org> .

The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. Hoersholm (Denmark): Forest & Landscape, 2005. 44 p.

Цитирование: Антипина Г. С., Маганов И. А. Термическое воздействие как метод борьбы с борщевиком Сосновского // Hortus bot. 2018. Т. 13, 2018, стр. 67 - 77, URL:

<http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=5122>. DOI: [10.15393/j4.art.2018.5122](https://doi.org/10.15393/j4.art.2018.5122)

Cited as: Antipina G. S., Maganov I. A. (2018). Thermal treatment as a method of controlling *Heracleum sosnowskyi* // Hortus bot. 13, 67 - 77. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=5122>